

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

GEDİZ HAVZASINDA SU BÜTÇESİ ELEMANLARINDAKİ DEĞİŞİMİN
TARIMSAL SU KULLANIMINA ETKİSİ

SUAT AKGÜL

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

ANKARA

2009

Her hakkı saklıdır.

TEZ ONAYI

Suat AKGÜL tarafından hazırlanan “**Gediz Havzasında Su Bütçesi Elemanlarındaki Değişimin Tarımsal Su Kullanımına Etkisi**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir. Sunum Tarihi: 13.03.2009

Danışman : Prof. Dr. Yusuf Ersoy YILDIRIM

Jüri Üyeleri :

Başkan : Prof. Dr. Süleyman KODAL

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Mehmet Ali UL

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Yusuf Ersoy YILDIRIM

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Belgin ÇAKMAK

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Orhan ATAOL

Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

GEDİZ HAVZASINDA SU BÜTÇESİ ELEMANLARINDAKİ DEĞİŞİMİN TARIMSAL SU KULLANIMINA ETKİSİ

Suat AKGÜL

Ankara Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Y. Ersoy YILDIRIM

Gediz havzasını kapsayan bu çalışmada, havzada bulunan iklim ve akım gözlem istasyonlarına ait 32 yıllık yağış ve akım verilerinin zaman dizileri analizi yapılmıştır. Su bütçesi modelinin oluşturulması için, havza alt havzalara bölünmüş ve havzada bulunan Demirköprü, Gölarmara, Avşar ve Buldan barajlarını besleyen alt havzaların su bütçesi modeli oluşturulmuştur. Sulama birlikleri alanlarındaki tarım parselleri ve bitki deseni sayısallaştırılmış, sulanan bitkiler ve birliklerin yıllar itibarıyla Coğrafi Bilgi Sistemi ortamında birliklerin sayısal veri tabanı oluşturulmuştur. CROPWAT programı ile trend analizleri sonucunda normal yıl olarak belirlenen 2005 ve 2006 yılları ile kurak yıl olarak belirlenen 2007 yılı için bitki su tüketimi değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler sulama şebekelerine verilen su miktarları ile birlikte MIKE BASIN modeli kullanılarak regülatörler bazında değerlendirilmiştir. Ayrıca modelde mevcut su kaynaklarının tam kapasitede kullanılmasının yanında kapasitede %20, %40, %60 ve %80 oranında azalma olmasını esas alan farklı senaryolar belirlenmiştir. Mevcut su kaynakları ile basınçlı sulama yöntemlerinin kullanılması durumunda su kaynaklarına olan talepte meydana gelmesi olası değişiklikler yine aynı modelde belirlenmiştir.

Yağış ve akım verilerinin zaman dizileri analizi sonucunda yaz, ilkbahar ve sonbahar yağış ve akımlarında önemli bir azalma eğilimi tespit edilmiştir. Havzada bulunan Demirköprü, Gölarmara, Avşar ve Buldan barajlarını besleyen alt havzaların su bütçesi modeli sonuçlarına göre, alt havzalarda 1995-2007 yılları için hesaplanan aylık ortalama yüzey akıslarda Ocak-Nisan ayları arasında artma, Mayıs-Ekim ayları arasında azalma ve Ekim-Aralık arasında tekrar artma eğilimi tespit edilmiştir. MIKE BASIN Modelinin senaryolara yönelik sonuçlarına göre yüzey sulama yöntemleri ile yapılan sulamalarda meydana gelen su açığı basınçlı sulama yönteminin uygulanacağı koşullarına göre daha yüksek miktarlardadır. Havzada normal bir yıl olarak belirlenen 2006 yılında, yüzey sulama sisteminden basınçlı sulama sistemine dönüşüm ile ilave 35200 hektarlık bir alanın sulanabileceği belirlenmiştir.

Mart 2009, 236 sayfa

Anahtar Kelimeler : Gediz Havzası, Su Bütçesi, Sulama, Su Tahsisi, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Uzaktan Algılama

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

THE EFFECTS OF CHANGES IN THE ELEMENTS OF WATER BALANCE IN GEDİZ BASIN ON THE USE OF WATER IN AGRICULTURE

Suat AKGÜL

Ankara University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Farm Structures and Irrigation

Supervisor: Prof. Dr. Y. Ersoy YILDIRIM

Gediz River basin of Turkey, was selected for this study and time series of the climatic data, stream-flow values of the main tributaries of the Gediz river covering 32 years were analysed. Sub-catchments of the Gediz River basin were delineated and water budgets for the sub-catchments belonging to water storage structures (Demirköprü, Gölarmara, Afşar and Buldan Dams). The databases belonging to Water User Associations in the basin, were prepared using Geographical Information System (GIS). By using CROPWAT Computer Program, plant water requirements of the crops were calculated for 2005, 2006 and 2007 of which first two were, as a result of trend analysis, determined as approximate years and the last year as an arid year. The computed values of plant water requirements and water supplied to the water user organizations were analysed with MIKE BASIN Model with respect to water regulators in the basin. In addition to using the full capacities of the dams, the scenarios of 20%, 40%, 60% and 80% reductions in the capacities were analysed. The difference in the amount of supply when pressurized systems were used with the existing water amounts were also determined with the model.

The results of the trend analysis showed an important decreasing trend in the precipitation and stream data in summer, spring and autumn seasons. According to the results of water budget calculations, the mean monthly runoff amounts from the catchments have increased from January to April, decreased from May to October and again increased from October to December. According to the results of the scenarios with MIKE BASIN, the water deficits from surface irrigation systems were high from that of pressurized irrigation systems. It was also determined that additional 35200 hectares of land can be irrigated with pressurized irrigation systems with the deficit from surface irrigation systems.

March 2009, 236 pages.

Key Words : Gediz Basin, Water Balance, Irrigation, Water Allocation, Geographic Information System, Remote Sensing

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımı yönlendiren, araştırmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek bu çalışmanın tamamlanmasında büyük katkılarda bulunan danışman hocam sayın Prof. Dr. Y. Ersoy YILDIRIM'a, bilimsel yaklaşımı öğrenmemde değerli katkılarını esirgemeyen kıymetli hocalarım Prof. Dr. Süleyman KODAL'a, Prof. Dr. Mehmet Ali Ul'a, Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ'ye ve Prof. Dr. Belgin ÇAKMAK'a teşekkür eder saygılarımı sunarım. Çalışmada ihtiyaç duyduğum verilerin temin edilmesinde yardım sağlayan DSİ 22. Şube Müdürü Ziraat Yüksek Mühendisi Bilgin TELEK'e, çalışmalarım süresince maddi manevi desteklerini esirgemeyen Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürü sayın Dr. Bülent SÖNMEZ'e, Müdür Yardımcısı Dr. İbrahim Hakkı GÜÇDEMİR'e, verilerin analizinde katkılarını esirgemeyen Ziraat Yüksek Mühendisi Y. İnci Tekeli ve Jeoloji Yüksek Mühendisi Oğuz DEMİRKIRAN'a, verilerin işlenmesinde, analizlerin tamamlanmasında ve ayrıca ihtiyaç duyduğum her konuda bana yardımlarını esirgemeyen Araştırma Görevlisi sayın İsmail TAŞ'a, Modelin temininde önemli katkıda bulunan sayın Dr. İ. Kaan TUNCOK'a, Ziraat Yüksek Mühendisi Kadri Aytaç Özaydın'a ve Dr. Hakan Yıldız'a, teşekkür eder şükranlarımı sunarım. Doktora öğrenimim boyunca her türlü fedakarlıktan kaçınmayan ve sürekli desteğini gördüğüm sevgili eşim Aslıhan AKGÜL ve dünya tatlısı çocuklarım Kamil Arda ve Azra Ekin'e sonsuz teşekkür eder sevgilerimi sunarım.

Suat AKGÜL

Ankara, Mart 2009

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM	23
3.1 Materyal	23
3.1.1 Araştırma yeri	23
3.1.2 Araştırma yerinin iklim özellikleri	24
3.1.3 Araştırma yerinin jeolojisi	25
3.1.4 Araştırma yerinin toprak özellikleri	26
3.1.5 Araştırma yerinin bitki örtüsü	26
3.1.6 Araştırma yerinin su kaynakları	27
3.1.7 Araştırma yerinde yağış ve akım istasyonları	28
3.1.8 Araştırma yerinde bulunan sulama birlikleri	29
3.1.9 Araştırma yerinin sulama altyapısı	31
3.1.10 Araştırmada kullanılan veriler	33
3.1.10.1 İklim ve akım verileri	33
3.1.10.2 Toprak haritaları	34
3.1.10.3 Topoğrafik haritalar	34
3.1.10.4 Uydu görüntüleri	35
3.1.10.5 Araştırma yerine ait yeraltı suyu gözlem verileri	36
3.1.10.6 Araştırma yerine ait sulama verileri	37
3.2 Yöntem	42
3.2.1 Gediz havzasının yağış ve akım verilerinin zaman dizileri analizi	42
3.2.2 Gediz havzası yeraltı suyu seviyelerinin analizi	43
3.2.3 Gediz havzasına ait alt havzaların belirlenmesi	43
3.2.3.1 Su akış yönlerinin hesaplanması	44
3.2.3.2 Akış toplanma gridlerinin hesaplanması	46
3.2.3.3 Drenaj ağlarının belirlenmesi	46
3.2.3.4 Havza sınırlarının belirlenmesi	47
3.2.3.5 Alt havza sınırlarının belirlenmesi	48
3.2.4 Gediz havzası arazi kullanım durumunun belirlenmesi	48
3.2.4.1 Havzaya ait uydu görüntülerinin düzeltilmesi	49
3.2.4.2 Havzaya ait uydu görüntülerinin mozaiklenmesi	49
3.2.4.3 Havzaya ait uydu görüntülerinin sınıflandırılması	49
3.2.5 Gediz havzası su bütçesi modelinin oluşturulması	51
3.2.5.1 Tutulma kayıplarının hesaplanması	52
3.2.5.2 Toprak neminin belirlenmesi	53
3.2.5.3 Günlük yüzey akışın hesaplanması	54

3.2.5.4	Günlük evapotranspirasyon ve buharlaşma değerlerinin hesaplanması	55
3.2.6	Sulama birlikleri veritabanının oluşturulması	57
3.2.7	Gediz havzası için ileriye yönelik su yönetimi senaryoları	58
4.	BULGULAR ve TARTIŞMA	63
4.1	Gediz Havzasının Yağış ve Akım Verilerinin Zaman Dizileri Analizi .	63
4.2	Gediz Havzası Yeraltı Suyu Seviyelerinin Analizi	72
4.3	Havza ve Alt Havzaların Belirlenmesi	74
4.3.1	Gediz havzası su akış yönleri	76
4.3.2	Gediz havzası akış toplanma gridleri	77
4.3.3	Gediz havzası drenaj ağları	78
4.3.4	Gediz havzası alt havza sınırları	79
4.4	Gediz Havzası Arazi Kullanımı	81
4.5	Gediz Havzası Su Bütçesi Modelinin Oluşturulması	87
4.5.1	Yukarı gediz havzası su bütçesi modeli	90
4.5.2	Selendi-1 havzası su bütçesi modeli	95
4.5.3	Selendi-2 havzası su bütçesi modeli	100
4.5.4	Deleniş-1 havzası su bütçesi modeli	105
4.5.5	Deleniş-2 havzası su bütçesi modeli	110
4.5.6	Demirci havzası su bütçesi modeli	115
4.5.7	Demirköprü havzası su bütçesi modeli	120
4.5.8	Gölmarmara havzası su bütçesi modeli	125
4.5.9	Derbent havzası su bütçesi modeli	130
4.5.10	Kocaçay havzası su bütçesi modeli	135
4.6	Sulama Birlikleri Veritabanının Oluşturulması	140
4.6.1	Mesir Sulama Birliği yıllara göre sulama verileri	141
4.6.2	Gediz Sulama Birliği yıllara göre sulama verileri	143
4.6.3	Sarıköz Sulama Birliği yıllara göre sulama verileri	145
4.6.4	Turgutlu Sulama Birliği yıllara göre sulama verileri	147
4.6.5	Gökkaya ve Çevre Köyleri sulama birliği yıllara göre sulama verileri	149
4.6.6	Ahmetli Sulama Birliği yıllara göre sulama verileri	151
4.6.7	Salihli Sol Sahil Sulama Birliği yıllara göre sulama verileri	153
4.6.8	Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği yıllara göre sulama verileri	155
4.6.9	Üzüm Sulama Birliği yıllara göre sulama verileri	157
4.6.10	Sarıgöl Sulama Birliği yıllara göre sulama verileri	159
4.6.11	Bağ Sulama Birliği yıllara göre sulama verileri	161
4.6.12	Menemen Sağ Sahil Sulama Birliği yıllara göre sulama verileri	163
4.6.13	Menemen Sol Sahil Sulama Birliği yıllara göre sulama verileri	165
4.7	Gediz Havzası İçin İleriye Yönelik Senaryolar	167
4.7.1	MIKE BASIN modeli 2005 yılı sonuçları	167
4.7.1.1	Sarıgöl sulaması	167
4.7.1.2	Alaşehir sulaması	168
4.7.1.3	Adala sulaması	170
4.7.1.4	Ahmetli sulaması	170
4.7.1.5	Menemen sulaması	172
4.7.2	MIKE BASIN modeli 2006 yılı sonuçları	173
4.7.2.1	Sarıgöl sulaması	173
4.7.2.2	Alaşehir sulaması	174

4.7.2.3 Adala sulaması	175
4.7.2.4 Ahmetli sulaması	176
4.7.2.5 Menemen sulaması	178
4.7.3 MIKE BASIN modeli 2007 yılı sonuçları	179
4.7.3.1 Sarıgöl sulaması	179
4.7.3.2 Alaşehir sulaması	180
4.7.3.3 Adala sulaması	181
4.7.3.4 Ahmetli sulaması	182
4.7.3.5 Menemen sulaması	183
4.7.4 MIKE BASIN modelinin sulama birliklerine ait net sulama alanının basınçlı sulama ile sulanması senaryosu sonuçları	184
4.7.4.1 Sarıgöl sulaması	184
4.7.4.2 Alaşehir sulaması	185
4.7.4.3 Adala sulaması	186
4.7.4.4 Ahmetli sulaması	187
4.7.4.5 Menemen sulaması	188
4.7.5 MIKE BASIN modelinin sulama birliklerine ait net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve su kaynaklarının tam kapasitede kullanılması senaryosu sonuçları	189
4.7.5.1 Sarıgöl sulaması	189
4.7.5.2 Alaşehir sulaması	190
4.7.5.3 Adala sulaması	192
4.7.5.4 Ahmetli sulaması	193
4.7.5.5 Menemen sulaması	194
4.7.6 MIKE BASIN modelinin sulama birliklerine ait net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve su kaynaklarının tam kapasitesinin %20 azalması senaryosu sonuçları	195
4.7.6.1 Sarıgöl sulaması	195
4.7.6.2 Alaşehir sulaması	196
4.7.6.3 Adala sulaması	197
4.7.6.4 Ahmetli sulaması	198
4.7.6.5 Menemen sulaması	199
4.7.7 MIKE BASIN modelinin sulama birliklerine ait net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve su kaynaklarının tam kapasitesinin %40 azalması senaryosu sonuçları	201
4.7.7.1 Sarıgöl sulaması	201
4.7.7.2 Alaşehir sulaması	202
4.7.7.3 Adala sulaması	203
4.7.7.4 Ahmetli sulaması	204
4.7.7.5 Menemen sulaması	205
4.7.8 MIKE BASIN modelinin sulama birliklerine ait net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve su kaynaklarının tam kapasitesinin %60 azalması senaryosu sonuçları	206
4.7.8.1 Sarıgöl sulaması	206
4.7.8.2 Alaşehir sulaması	207
4.7.8.3 Adala sulaması	208
4.7.8.4 Ahmetli sulaması	209
4.7.8.5 Menemen sulaması	211

4.7.9 MIKE BASIN modelinin sulama birliklerine ait net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve su kaynaklarının tam kapasitesinin %80 azalması senaryosu sonuçları	212
4.7.9.1 Sarıgöl sulaması	212
4.7.9.2 Alaşehir sulaması	213
4.7.9.3 Adala sulaması	214
4.7.9.4 Ahmetli sulaması	215
4.7.9.5 Menemen sulaması	216
4.7.10 MIKE BASIN modelinden elde edilen sonuçların değerlendirilmesi	218
4.7.10.1 MIKE BASIN modeli sarıgöl sulaması 2005-2006-2007 sonuçları	218
4.7.10.2 MIKE BASIN modeli alaşehir sulaması 2005-2006-2007 sonuçları	219
4.7.10.3 MIKE BASIN Modeli Adala Sulaması 2005-2006-2007 Sonuçları	220
4.7.10.4 MIKE BASIN modeli ahmetli sulaması 2005-2006-2007 sonuçları	221
4.7.10.5 MIKE BASIN modeli menemen sulaması 2005-2006-2007 sonuçları	222
4.7.10.6 MIKE BASIN modelinin sulama birlikleri net sulama alanının basınçlı sulama ile sulanması senaryosu sonuçlarının toplu değerlendirilmesi	223
4.7.10.7 MIKE BASIN modeli basınçlı ve yüzey sulama ile su kaynaklarının tam kapasitede kullanılması senaryosu sonuçlarının toplu değerlendirmesi	224
4.7.10.8 MIKE BASIN modeli basınçlı ve yüzey sulama ile su kaynaklarında %20 azalması senaryosu sonuçlarının toplu değerlendirilmesi	225
4.7.10.9 MIKE BASIN modeli basınçlı ve yüzey sulama ile su kaynaklarında %40 azalması senaryosu sonuçlarının toplu değerlendirilmesi	226
4.7.10.10 MIKE BASIN modeli basınçlı ve yüzey sulama ile su kaynaklarında %60 azalması senaryosu sonuçlarının toplu değerlendirilmesi	227
4.7.10.11 MIKE BASIN modeli basınçlı ve yüzey sulama ile su kaynaklarında %80 azalması senaryosu sonuçlarının toplu değerlendirilmesi	228
5. SONUÇ	230
5.1 Gediz Havzasının Yağış ve Akım Zaman Dizileri Analizi Sonuçları ...	230
5.2 Gediz Havzası Alt Havzaları	232
5.3 Gediz Havzası Arazi Kullanımı	233
5.4 Gediz Havzası Su Bütçesi Modeli	234
5.5 Sulama Birlikleri Veritabanı	234
5.6 Gediz Havzası Sulama Senaryoları	235
5.7 Öneriler	237
KAYNAKLAR	239
ÖZGEÇMİŞ	245

SİMGELER DİZİNİ

A	Alüvyal Topraklar
CE	Kestanerengi Topraklar
D	Kırmızı Kestanerengi Topraklar
D8	Havza Sınırlarını Belirleme Metodu
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
E	Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları
EİEİ	Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü
EKKDR	En Küçük Kareler Doğrusal Regresyon
F	İnfiltrasyon İle Toprağa Giren Ve Toprakta Tutulan Su Miktarı
I _a	Yüzey Akışa Geçmeden Yüzeyde Tutulan Su Miktarı
K	Kolüvyal Topraklar
K-W	Kruskall-Wallis Türdeşlik Sınaması
L	Regosoller
M	Kahverengi Orman Toprakları
M-K	Mann-Kendall Sıra İlişki Katsayısı
N	Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları
NDVI	Normalize Edilmiş Bitki Değişim İndisi
P	Yağış
Q	Yüzey Akış
R	Rendzinalar
S	Tutulma Parametresi
SAM	Sayısal Arazi Modeli
SB	Sulama Birliği
SCS-CN	Yüzey Akış Eğri Numarası
T	Kırmızı Akdeniz Toprakları
U	Kireçsiz Kahverengi Topraklar
W-W	Wald-Wolfowitz Dizisel İlişki Sınaması
YAI	Yaprak Alan İndeksi
YGI	Yağış Gözlem İstasyonu
Z	Sierozam Topraklar

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Gediz havzasının coğrafik konumu	23
Şekil 3.2 Gediz havzasında bulunan sulama birliklerinin konumu ve hizmet alanları	31
Şekil 3.3 Gediz havzasında sulama altyapısı	32
Şekil 3.4 Aşağı Gediz havzası sulama sisteminde ana kanal hizmet alanları	33
Şekil 3.5 Manisa ve İzmir illerinde bulunan rasat kuyuları	37
Şekil 3.6 Suyun çukura doğru akış yönleri	44
Şekil 3.7 Sayısal yükseklik modeli üzerindeki hatalı çukur ve tümseklerin düzeltilmesi	45
Şekil 3.8 Akış yönleri ve hücre değerleri	45
Şekil 3.9 Akış toplanma modelinin belirlenme aşamaları	46
Şekil 3.10 Drenaj ağı belirleme aşamaları	47
Şekil 3.11 Havza ve alt havza sınırlarının belirlenme aşamaları	48
Şekil 3.12 Yüzey akış hesaplama şeması	51
Şekil 3.13 Su tahsisi modellemesinde MIKE BASIN modelinin kavramsal yaklaşımı	58
Şekil 3.14 MIKE BASIN ile su yönetiminde fiziki unsurların şematik gösterimi ..	59
Şekil 3.15 Gediz havzası MIKE BASIN modeli uygulaması	61
Şekil 4.1 Kumçay akım istasyonunda 1974-2005 yılları arasında meydana gelen akımlar	67
Şekil 4.2 Medar Çayı Akım istasyonunun $M-K$ ilişki katsayısının ardışık çözümlemesi ile elde edilen $u(t)$ ve $u'(t)$ değerlerinin yaz mevsimi zaman dizisi grafiği	68
Şekil 4.3 Medar Çayı Akım istasyonunun Gauss süzgeci ile düzeltilmiş akım ve regresyon eğrileri	69
Şekil 4.4 Yeraltısuyu rasat kuyularının 1991-2004 yıllarına ait aylık yeraltı suyu seviyeleri	72
Şekil 4.5 Yeraltısuyu rasat kuyularının 2004-2008 yıllarına ait aylık yeraltı suyu seviyeleri	73
Şekil 4.6 Gediz havzası sayısal arazi modeli (SAM)	74
Şekil 4.7 Gediz havzası eğim haritası	75
Şekil 4.8 Gediz havzası bakı haritası	76
Şekil 4.9 Gediz havzası su akış yönleri	77
Şekil 4.10 Gediz havzası akış toplanma gridleri	78
Şekil 4.11 Gediz havzası drenaj ağı	79
Şekil 4.12 Gediz havzası ve alt havzaları	80
Şekil 4.13 Gediz alt havzaları ve drenaj ağı	80
Şekil 4.14 Gediz havzasına ait Ağustos 2006 RGB (False) kompozit görüntü	83
Şekil 4.15 Gediz havzası arazi kullanım sınıflamasında kullanılan eğitim seti	83
Şekil 4.16 Gediz havzasına ait Ağustos 2006 NDVI görüntüsü	84
Şekil 4.17 Gediz havzası arazi kullanım türleri	85
Şekil 4.18 DMİ'ye ait iklim istasyonlarının havzadaki konumları	88
Şekil 4.19 Gediz havzasında su depolama yapılarını besleyen alt havzalar	89
Şekil 4.20 Gediz havzası thiessen poligonları modeli	89

Şekil 4.21.a. Yukarı Gediz havzası büyük toprak grupları haritası, b. hidrolojik toprak grupları haritası	91
Şekil 4.22 Yukarı Gediz havzası arazi kullanım haritası	92
Şekil 4.23 Yukarı Gediz havzası için SCS-CN metodu ile belirlenen 1995-2007 yılları aylık ve ortalama aylık yüzey akış değerleri (mm)	95
Şekil 4.24 a. Selendi-1 havzası büyük toprak grupları haritası, b. hidrolojik toprak grupları haritası	96
Şekil 4.25 Selendi-1 havzası arazi kullanım haritası	97
Şekil 4.26 Selendi-1 havzası için SCS-CN metodu ile belirlenen 1995-2007 yılları aylık ve ortalama aylık yüzey akış değerleri (mm)	100
Şekil 4.27 a. Selendi-2 havzası büyük toprak grupları haritası, b. hidrolojik toprak grupları haritası	101
Şekil 4.28 Selendi-2 havzası arazi kullanım haritası	102
Şekil 4.29 Selendi-2 havzası için SCS-CN metodu ile belirlenen 1995-2007 yılları aylık ve ortalama aylık yüzey akış değerleri (mm)	105
Şekil 4.30 a. Delenış-1 havzası büyük toprak grupları haritası, b. hidrolojik toprak grupları haritası	106
Şekil 4.31 Delenış-1 havzası arazi kullanım haritası	107
Şekil 4.32 Delenış-1 havzası için SCS-CN metodu ile belirlenen 1995-2007 yılları aylık ve ortalama aylık yüzey akış değerleri (mm)	110
Şekil 4.33 a. Delenış-2 havzası büyük toprak grupları haritası, b. hidrolojik toprak grupları haritası	111
Şekil 4.34 Delenış-2 havzası arazi kullanım haritası	112
Şekil 4.35 Delenış-2 havzası için SCS-CN metodu ile belirlenen 1995-2007 yılları aylık ve ortalama aylık yüzey akış değerleri (mm)	115
Şekil 4.36 a. Demirci havzası büyük toprak grupları haritası, b. hidrolojik toprak grupları haritası	116
Şekil 4.37 Demirci havzası arazi kullanım haritası	117
Şekil 4.38 Demirci havzası için SCS-CN metodu ile belirlenen 1995-2007 yılları aylık ve ortalama aylık yüzey akış değerleri (mm)	120
Şekil 4.39 a. Demirköprü havzası büyük toprak grupları haritası, b. hidrolojik toprak grupları haritası	121
Şekil 4.40 Demirköprü havzası arazi kullanım haritası	122
Şekil 4.41 Demirköprü havzası için SCS-CN metodu ile belirlenen 1995-2007 yılları aylık ve ortalama aylık yüzey akış değerleri (mm)	125
Şekil 4.42 a. Gölarmara havzası büyük toprak grupları haritası, b. hidrolojik toprak grupları haritası	126
Şekil 4.43 Gölarmara havzası arazi kullanım haritası	127
Şekil 4.44 Gölarmara havzası için SCS-CN metodu ile belirlenen 1995-2007 yılları aylık ve ortalama aylık yüzey akış değerleri (mm)	130
Şekil 4.45 a. Derbent havzası büyük toprak grupları haritası, b. hidrolojik toprak grupları haritası	131
Şekil 4.46 Derbent havzası arazi kullanım haritası	132
Şekil 4.47 Derbent havzası için SCS-CN metodu ile belirlenen 1995-2007 yılları aylık ve ortalama aylık yüzey akış değerleri (mm)	135
Şekil 4.48 a. Kocaçay havzası büyük toprak grupları haritası, b. hidrolojik toprak grupları haritası	136
Şekil 4.49 Kocaçay havzası arazi kullanım haritası	137

Şekil 4.50 Kocaçay havzası için SCS-CN metodu ile belirlenen 1995-2007 yılları aylık ve ortalama aylık yüzey akış değerleri (mm)	140
Şekil 4.51 Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği ve Gölarmara	141
Şekil 4.52 Mesir Sulama Birliğinde yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da) ..	142
Şekil 4.53 Mesir Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve alanları (da) ..	142
Şekil 4.54 Gediz Sulama Birliğinde yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da) ..	144
Şekil 4.55 Gediz Sulama Birliğinde yıllar itibariyle sulanan ürünler ve kapladıkları alanlar (da)	145
Şekil 4.56 Sarıkız Sulama Birliğinde Yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da)	146
Şekil 4.57 Sarıkız Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladıkları alanlar (da)	147
Şekil 4.58 Turgutlu Sulama Birliğinde yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da)	148
Şekil 4.59 Turgutlu Sulama Birliğinde yıllar itibariyle sulanan ürünler ve kapladıkları alanlar (da)	149
Şekil 4.60 Gökkaya ve Çevre Köyleri Sulama Birliğinde yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da)	150
Şekil 4.61 Gökkaya ve Çevre Köyleri Sulama Birliğinde yıllar itibariyle sulanan ürünler ve kapladıkları alanlar (da)	151
Şekil 4.62 Ahmetli Sulama Birliğinde yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da)	152
Şekil 4.63 Ahmetli Sulama Birliğinde yıllar itibariyle sulanan ürünler ve kapladıkları alanlar (da)	153
Şekil 4.64 Salihli Sol Sahil Sulama Birliğinde yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da)	154
Şekil 4.65 Salihli Sol Sahil Sulama Birliğinde yıllar itibariyle sulanan ürünler ve kapladıkları alanlar (da)	155
Şekil 4.66 Salihli Sağ Sahil Sulama Birliğinde yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da)	156
Şekil 4.67 Salihli Sağ Sahil Sulama Birliğinde yıllar itibariyle sulanan ürünler ve kapladıkları alanlar (da)	157
Şekil 4.68 Üzüm Sulama Birliğinde yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da) ..	158
Şekil 4.69 Üzüm Sulama Birliğinde yıllar itibariyle sulanan ürünler ve kapladıkları alanlar (da)	159
Şekil 4.70 Sarıgöl Sulama Birliğinde yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da)	160
Şekil 4.71 Sarıgöl Sulama Birliğinde yıllar itibariyle sulanan ürünler ve kapladıkları alanlar (da)	161
Şekil 4.72 Bağ Sulama Birliğinde yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da)	162
Şekil 4.73 Bağ Sulama Birliğinde yıllar itibariyle sulanan ürünler ve kapladıkları alan (da)	163
Şekil 4.74 Menemen Sağ Sahil Sulama Birliğinde yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da)	164
Şekil 4.75 Menemen Sağ Sahil Sulama Birliğinde yıllar itibariyle sulanan ürünler ve kapladıkları alan (da)	165
Şekil 4.76 Menemen Sol Sahil Sulama Birliğinde yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da)	166
Şekil 4.77 Menemen Sol Sahil Sulama Birliğinde yıllar itibariyle sulanan ürünler ve kapladıkları alan (da)	167
Şekil 4.78 Sarıgöl sulaması 2005 yılı model sonuçları	168

Şekil 4.79 Alaşehir sulaması 2005 yılı model sonuçları	169
Şekil 4.80 Adala sulaması 2005 yılı model sonuçları	171
Şekil 4.81 Ahmetli sulaması 2005 yılı model sonuçları	172
Şekil 4.82 Menemen sulaması 2005 yılı model sonuçları	173
Şekil 4.83 Sarıgöl sulaması 2006 yılı model sonuçları	174
Şekil 4.84 Alaşehir sulaması 2006 yılı model sonuçları	175
Şekil 4.85 Adala sulaması 2006 yılı model sonuçları	176
Şekil 4.86 Ahmetli sulaması 2006 yılı model sonuçları	177
Şekil 4.87 Menemen sulaması 2006 yılı model sonuçları	178
Şekil 4.88 Sarıgöl sulaması 2007 yılı model sonuçları	179
Şekil 4.89 Alaşehir sulaması 2007 yılı model sonuçları	180
Şekil 4.90 Adala sulaması 2007 yılı model sonuçları	181
Şekil 4.91 Ahmetli sulaması 2007 yılı model sonuçları	182
Şekil 4.92 Menemen sulaması 2007 yılı model sonuçları	183
Şekil 4.93 MIKE BASIN Modeli Sarıgöl Sulaması net sulama alanının basınçlı sulama ile sulanması senaryosu sonuçları	184
Şekil 4.94 MIKE BASIN Modeli Alaşehir Sulaması net sulama alanının basınçlı sulama ile sulanması senaryosu sonuçları	186
Şekil 4.95 MIKE BASIN Modeli Adala Sulaması net sulama alanının basınçlı sulama ile sulanması senaryosu sonuçları	187
Şekil 4.96 MIKE BASIN Modeli Ahmetli Sulaması net sulama alanının basınçlı sulama ile sulanması senaryosu sonuçları	188
Şekil 4.97 MIKE BASIN Modeli Menemen Sulaması net sulama alanının basınçlı sulama ile sulanması senaryosu sonuçları	189
Şekil 4.98 MIKE BASIN Modeli Sarıgöl Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Buldan Barajının tam kapasitede kullanılması senaryosu sonuçları	190
Şekil 4.99 MIKE BASIN Modeli Alaşehir Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Avşar Barajının tam kapasitede kullanılması senaryosu sonuçları	191
Şekil 4.100 MIKE BASIN Modeli Adala Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitede kullanılması senaryosu sonuçları	192
Şekil 4.101 MIKE BASIN Modeli Ahmetli Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitede kullanılması senaryosu sonuçları	193
Şekil 4.102 MIKE BASIN Modeli Menemen Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitede kullanılması senaryosu sonuçları	194
Şekil 4.103 MIKE BASIN Modeli Sarıgöl Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Buldan Barajının tam kapasitesinin %20 azalması senaryosu sonuçları	195
Şekil 4.104 MIKE BASIN Modeli Alaşehir Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Avşar Barajının tam kapasitesinin %20 azalması senaryosu sonuçları	196

Şekil 4.105 MIKE BASIN Modeli Adala Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinin %20 azalması senaryosu sonuçları	198
Şekil 4.106 MIKE BASIN Modeli Ahmetli Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinin %20 azalması senaryosu sonuçları	199
Şekil 4.107 MIKE BASIN Modeli Menemen Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinin %20 azalması senaryosu sonuçları	200
Şekil 4.108 MIKE BASIN Modeli Sarıgöl Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Buldan Barajının tam kapasitesinin %40 azalması senaryosu sonuçları	201
Şekil 4.109 MIKE BASIN Modeli Alaşehir Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Avşar Barajının tam kapasitesinin %40 azalması senaryosu sonuçları	202
Şekil 4.110 MIKE BASIN Modeli Adala Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinin %40 azalması senaryosu sonuçları	203
Şekil 4.111 MIKE BASIN Modeli Ahmetli Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinin %40 azalması senaryosu sonuçları	204
Şekil 4.112 MIKE BASIN Modeli Menemen Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinin %40 azalması senaryosu sonuçları	206
Şekil 4.113 MIKE BASIN Modeli Sarıgöl Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Buldan Barajının tam kapasitesinin %60 azalması senaryosu sonuçları	207
Şekil 4.114 MIKE BASIN Modeli Alaşehir Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Avşar Barajının tam kapasitesinin %60 azalması senaryosu sonuçları	208
Şekil 4.115 MIKE BASIN Modeli Adala Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinin %60 azalması senaryosu sonuçları	209
Şekil 4.116 MIKE BASIN Modeli Ahmetli Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinin %60 azalması senaryosu sonuçları	210
Şekil 4.117 MIKE BASIN Modeli Menemen Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinin %60 azalması senaryosu sonuçları	211
Şekil 4.118 MIKE BASIN Modeli Sarıgöl Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Buldan Barajının tam kapasitesinin %80 azalması senaryosu sonuçları	213

Şekil 4.119 MIKE BASIN Modeli Alaşehir Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Avşar Barajının tam kapasitesinin %80 azalması senaryosu sonuçları	214
Şekil 4.120 MIKE BASIN Modeli Adala Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinin %80 azalması senaryosu sonuçları	215
Şekil 4.121 MIKE BASIN Modeli Ahmetli Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinin %80 azalması senaryosu sonuçları	216
Şekil 4.122 MIKE BASIN Modeli Menemen Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinin %80 azalması senaryosu sonuçları	217
Şekil 4.123 MIKE BASIN Modeli Sarıgöl Sulaması 2005-2006-2007 sonuçları ..	218
Şekil 4.124 MIKE BASIN Modeli Alaşehir Sulaması 2005-2006-2007 sonuçları	219
Şekil 4.125 MIKE BASIN Modeli Adala Sulaması 2005-2006-2007 sonuçları ...	220
Şekil 4.126 MIKE BASIN Modeli Ahmetli Sulaması 2005-2006-2007 sonuçları	221
Şekil 4.127 MIKE BASIN Modeli Menemen Sulaması 2005-2006-2007 sonuçları	222
Şekil 4.128 MIKE BASIN Modeli basınçlı sulama ile sulama birlikleri net sulama alanlarının sulanması senaryosu sonuçları	223
Şekil 4.129 MIKE BASIN Modeli basınçlı ve yüzey sulama ile su saynaklarının tam kapasitede kullanılması senaryosunun regülatör bazında sonuçları	224
Şekil 4.130 MIKE BASIN Modeli basınçlı ve yüzey sulama ile su saynaklarının tam kapasitesinde %20 azalması senaryosunun regülatör bazında sonuçları	225
Şekil 4.131 MIKE BASIN Modeli basınçlı ve yüzey sulama ile su saynaklarının tam kapasitesinde %40 azalması senaryosunun regülatör bazında sonuçları	227
Şekil 4.132 MIKE BASIN Modeli basınçlı ve yüzey sulama ile su saynaklarının tam kapasitesinde %60 azalması senaryosunun regülatör bazında sonuçları	228
Şekil 4.133 MIKE BASIN Modeli basınçlı ve yüzey sulama ile su saynaklarının tam kapasitesinde %80 azalması senaryosunun regülatör bazında sonuçları	229

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Akhisar, Manisa ve Salihli Meteoroloji İstasyonlarına ait uzun yıllar ortalama sıcaklık ve ortalama toplam yağış miktarları (1975-2005)	25
Çizelge 3.2 Gediz havzası büyük toprak gruplarının alansal ve oransal dağılımları	27
Çizelge 3.3 İklim verilerinin kullanıldığı meteoroloji istasyonları ve özellikleri	29
Çizelge 3.4 Akım verilerinin kullanıldığı akım istasyonları ve özellikleri	30
Çizelge 3.5 Gediz havzasında yer alan sulama birlikleri ve net sulama alanları (ha)	30
Çizelge 3.6 Gediz havzası sulama sisteminde yer alan ana kanallar, hizmet ettikleri birlikler ve net sulama alanları	34
Çizelge 3.7 Manisa ve İzmir illerinde bulunan rasat kuyularının koordinatları ve özellikleri	36
Çizelge 3.8 Avşar ve Buldan Barajlarına ait 1981-2008 sulama dönemi kot değerleri ve kullanılan su miktarları	38
Çizelge 3.9 Demirköprü Barajı ve Gölarmara'ya ait 1989-2008 sulama dönemi kot değerleri ve kullanılan su miktarları	39
Çizelge 3.10 İzmir ve Manisa illerinde Gediz havzası sınırları içerisinde bulunan Yeraltısuyu (YAS) Sulama Kooperatifleri	41
Çizelge 3.11 Hidrolojik toprak grupları ve bitki örtüsüne göre yüzey akış eğri numaraları (Anonymous 1972)	56
Çizelge 4.1 Zaman dizisi çözümlemelerinin sonuçları	64
Çizelge 4.1 Zaman dizisi çözümlemelerinin sonuçları (devamı)	65
Çizelge 4.1 Zaman dizisi çözümlemelerinin sonuçları (devamı)	66
Çizelge 4.2 Akım ve yağış dizileri arasındaki ilişki katsayıları	71
Çizelge 4.3 Gediz havzası alt havzalarının kapladığı alan ve kaplama oranları	81
Çizelge 4.4 Gediz havzası arazi kullanım sınıflaması hata matrisi	86
Çizelge 4.5 2006 yılı gediz havzası arazi kullanım sınıfları ve havzadaki dağılımı	87
Çizelge 4.6 Gediz havzası alt havzalarına ait CN, S ve I _a değerleri	90
Çizelge 4.7 Yukarı Gediz havzası su bütçesi elemanları (mm)	93
Çizelge 4.8 Selendi-1 havzası su bütçesi elemanları (mm)	98
Çizelge 4.9 Selendi-2 havzası su bütçesi elemanları (mm)	103
Çizelge 4.10 Delenış-1 havzası su bütçesi elemanları (mm)	108
Çizelge 4.11 Delenış-2 havzası su bütçesi elemanları (mm)	113
Çizelge 4.12 Demirci havzası su bütçesi elemanları (mm)	118
Çizelge 4.13 Demirköprü havzası su bütçesi elemanları (mm)	123
Çizelge 4.14 Gölarmara havzası su bütçesi elemanları (mm)	128
Çizelge 4.15 Derbent havzası su bütçesi elemanları (mm)	133
Çizelge 4.16 Kocaçay havzası su bütçesi elemanları (mm)	138
Çizelge 4.17 Mesir Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)	143
Çizelge 4.18 Gediz Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)	144
Çizelge 4.19 Sarıkız Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)	146

Çizelge 4.20 Turgutlu Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)	148
Çizelge 4.21 Gökkaya ve Çevre Köyleri Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)	150
Çizelge 4.22 Ahmetli Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)	152
Çizelge 4.23 Salihli Sol Sahil Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)	154
Çizelge 4.24 Salihli Sağ Sahil Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)	156
Çizelge 4.25 Üzüm Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)	158
Çizelge 4.26 Sarıgöl Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)	160
Çizelge 4.27 Bağ Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)	162
Çizelge 4.28 Menemen Sağ Sahil Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)	164
Çizelge 4.29 Menemen Sol Sahil Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)	166

1. GİRİŞ

Doğal kaynaklar içerisinde önemli role sahip olan su, tarımsal üretim açısından temel üretim faktörlerinden birisidir. Sürdürülebilir su kullanımı ve yönetimi, insanların tüketimi, ekosistem açısından gerekliliği, enerji üretimi, turizm, tarımsal üretim (bitkisel ve hayvansal) vb. tüm sektörler için oldukça önemlidir. Son zamanlarda yaşanan iklim değişikliği, küresel ısınma ve çevre sorunları sürdürülebilir tarım, su ve çevre konularını gündeme getirmiştir.

İklim değişimi; hidrolojik çevrim, su kaynakları, onların yerel-bölgesel-küresel yönetimi ve dağıtımı üzerine gün geçtikçe daha da fazla etki eder hale gelmektedir. Bu etkiler çok yavaş ve uzun dönemde ortaya çıkacaktır ve bunun zararlı sinyallerini insanlık bugünden hissederek hale gelmiştir. Bu nedenle dünyanın değişik yerlerinde su kaynaklarının alan ve zaman boyutunda önceden yaşanmamış değişimler görülmektedir. Bugünden itibaren her su kaynağı geliştirilme çalışmasında iklim değişikliği etkileri mutlaka araştırılmalıdır. Küresel ısınmanın sonuçlarına karşı duyduğumuz kaygının en başlangıcından beri, suyun kara, deniz ve hava arasındaki çevrim hareketinde meydana gelen değişimlerin, ekonominin pek çok sektöründe, toplumda ve çevrede önemli ve geniş çaplı etkilerinin sürmesi, geniş çevrelerce kabul edilen bir gerçektir. Örneğin pek çok kara ve su ekosistemlerinin özellikleri, belirgin bir biçimde suyun varlığı ile etkilenmektedir. Sulak alan ekosistemleri, ırmaklar ve akiferlerdeki suyun kalitesi tarafından da etkilenmektedir. Su, insan hayatının ve pek çok faaliyetin ayrılmaz bir parçasıdır. Bunun en çarpıcı örneği tarımdır. Ancak sanayi, elektrik üretimi, ulaşım ve atıksu yönetimi için de hayati önem taşımaktadır. Bununla beraber, temiz suyun varlığı ekonomik kalkınmayı da etkilemektedir.

Suyun insanlar için başlıca üç kullanım alanı vardır. Bunlar; evsel tüketim (içme suyu dahil), tarım ve endüstridir. Bir insanın yıllık su tüketimi sadece musluğundan akıtılarak tükettiği sudan ibaret olmayıp, kullandığı sanayi ve tarım ürünlerinin üretilmesi sırasında harcanan suyu da kapsamaktadır. Dünya genelinde tüketilen suyun yaklaşık olarak %67'si tarımda, %23'ü endüstride ve %10'u konutlarda kullanılmaktadır. Suyun tüketiminde (hem

kişi başına tüketime miktarı, hem de suyun sektörel dağılımında) ölkelerin gelişmişlik düzeyleri belirleyicidir. Pek çok ölkede en önemli su tüketim alanını tarım oluşturmaktadır (Yılmaz 2003).

Günümüzde, iklim değışiminin hidrolojinin üzerindeki etkisini su çevrimine ve su kaynaklarını da insan ve çevre su kullanımına odaklayarak inceleyen pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların çoğunluğu, su dengesinde meydana gelebilen değışimler, örneğin yıl boyunca nehir, çay, ırmağ ve dere akışlarında meydana gelen değışiklikler üzerine odaklanmıştır. Çalışmaların daha küçük bir bölümü, bu değışimlerin su kaynakları üzerindeki etkisini, örneğin, bir su haznesinin güvenilirliğini veya sel riskini incelemiş bulunmaktadır. Daha az sayıda çalışma, mümkün uyum (adaptasyon) stratejilerini net bir şekilde irdelemiştir. Aynı zamanda su sektöründe iklim değışimine uyum için ortaya çıkan fırsatlar ve kısıtlamaların değerlendirilmesi de göz önünde tutulmalıdır. Bu değerlendirmede, yalnız iklim değışimini özel olarak inceleyen az sayıda çalışmadan değil, bununla beraber su sektörünün farklı kesimleri içindeki genel anlamda değışen durumlara uyum sağlama birikiminden yola çıkmaktadır.

İlk başta, iklim değışiminin, hidrolojik sistem ve çevrim ile su kaynakları üzerine baskı yapan pek çok unsurdan biri olduğunu vurgulamak gerekmektedir. Değışen arazi kullanımı ve toprak yönetim uygulamaları (tarım kimyasallarının kullanımı gibi) hidrolojik düzeni değıştirmektedir. Sonuç olarak, su kaynakları miktar ve kalitesinde gün geçtikçe kötüye gitme eğilimi ortaya çıkmaktadır. Genel olarak, değışen talepler bazı ölkelerde kişi başına talebin düşmesine rağmen, mevcut kaynaklar üzerindeki baskıyı arttırmaktadır. Su yönetiminin hedefleri ve süreçleri de değışmektedir.

Su yönetimi, risklerin en aza indirilmesini ve değışen durumlara (genellikle değışen taleplere) uyumu esas almaktadır. On yıllık dönemler boyunca su sektöründe geniş yelpazeli uyum teknikleri geliştirilip uygulanmaktadır. Çok kullanılan bir sınıflandırma sistemi, artan kapasite (örneğin, baraj, su haznesi veya yapısal sel önleme sistemlerinin inşası), mevcut yapılar ve sistemler için işletme kurallarını değıştirme, talep yönetimi ve kurumsal uygulamaları değıştirme gibi yaklaşımlar arasında ayırım yapmaktan ibarettir.

İlk iki yöntem, “arza bağı” stratejiler, son iki yöntem ise “talebe bağı” stratejiler olarak adlandırılmaktadır. Son birkaç yıl içinde, talebe bağı stratejilere karşı olan ilgi oldukça artmıştır. "Dünya Bankası" gibi uluslararası ajanslar ve "Küresel Su Ortaklığı" gibi girişimler, kaynakların daha etkili bir şekilde yönetilmesi için su kaynakları yönetimi ve fiyatlandırılması için yeni yöntemleri özendirilmektedir. Bu çalışmalar, büyük ölçüde iklim değişiminden bağımsız olarak yürütülmektedir.

Su yönetim uygulamalarındaki değişimler, iklim değişiminin su sektörünü nasıl etkileyeceğini hissedilir bir şekilde gösterir. Bazı ülkelerdeki su yöneticileri, iklim değişimini özel ve net bir şekilde ele almaya başlamıştır. Bunun uygulanmasında başvuru yöntemler henüz iyi bir şekilde tanımlanmamıştır. Hem ülke içinde hem de ülkeler arasında uzun vadeli su kaynakları planlaması için yürürlükteki kurumsal düzenlemeler tam geliştirilememiştir. Su idarelerinden, düzenleyiciler tarafından, gelecekteki kaynak ve böylece yatırım tahminlerini değerlendirirken, iklim değişimini “göz önünde bulundurmaları” istenmiştir. Amerika Birleşik Devletleri de su idarelerinden, sistemlerinin muhtemel iklim değişimlerine karşı zaaf gösterme imkanını incelemelerini istemiştir.

Tarımdan gelen talepler ise, özellikle sulamaya yönelik olanlar iklim değişimine karşı çok daha hassastır. İlk olarak, yerel iklimde, sulamanın zamanlaması ve ona duyulan ihtiyacı değiştirebilir. Artan kuraklık, artan taleplere yol açabilir, ancak eğer toprak nem içeriği yılın kritik dönemlerinde artarsa, bu talepler azalabilir. Küresel çapta ise net sulama ihtiyaçlarındaki artışlar ve düşüşler büyük ölçüde birbirlerini dengelemektedir. Kullanım için çekilen su miktarlarındaki asıl değişimler, suyun sulama için verimli bir şekilde kullanılmasına bağıdır. İklim değişiminin sulamaya yönelik olan talepteki potansiyel etkisi, atmosferde gittikçe artan CO₂ konsantrasyonlarından meydana gelmektedir. Daha yüksek CO₂ konsantrasyonları, bitki gözeneklerinin iletkenliğini azaltmaktadır.

Yıl içinde mevsimlere göre değişen yağış-akış ilişkileri yıllar arasında da büyük farklılıklar göstermektedir. Bunun sonucunda; suyun, zamana ve miktara bağı olarak,

değişen ihtiyaçların karşılanması amacıyla yönetimi büyük önem taşımaktadır. Bu süreç içerisinde yaz aylarında ihtiyaçlar pik seviyede iken, doğal su arzı minimum seviyeye düşmektedir. Ayrıca yaklaşık 10 yılda bir periyodik olarak görülen kuraklık önemli darboğazlarla karşılaşılmasına neden olmaktadır. Bu periyotlardaki ihtiyaçların karşılanması için dünyada olduğu gibi ülkemizde de su rezervine yönelik depolama tesisleri inşa edilmektedir.

Ülkemizde yerüstü ve yeraltı suları ile toprak kaynaklarının çeşitli amaçlara yönelik kullanımlarında ihtiyaç-kaynak dengesinin bozulmasının beraberinde getirdiği çevresel etkiler, bu kaynakların doğal dengesini nicelik ve nitelik olarak zorlamaktadır. Su kaynaklarının geliştirilmesindeki "havza bazında yönetim" modeli; havzanın uzun vadeli sosyo-ekonomik gelişme planı çerçevesinde tüm su kaynaklarının teknolojik, ekonomik ve ekolojik dengeleri gözetmesini amaçlamaktadır. Model, farklı sektörler arasında suyun tahsisini ve geliştirilmesini hedeflemektedir.

Su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi sosyo-ekonomik kalkınmanın temel unsurlarından biridir. Doğal kaynaklarımızın sürdürülebilir ve verimli kullanımının yanı sıra çeşitli amaçlara yönelik kullanımlarında, teknoloji-ekonomi-çevre konularında sağlanacak entegrasyona paralel olarak; ihtiyaç-kaynak dengesinin kurulması, belirlenen hedeflere ulaşılabilmesi açısından önemlidir. Ülkemizde su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi ve yönetiminde kaynakların rasyonel kullanımı ve sürdürülebilir kalkınmaya yönelik politikalar, sosyo-ekonomik ve kurumsal nedenlerle etkin olarak uygulanamamaktadır. Ülkemizdeki su kullanımında en büyük payı dünyada da olduğu gibi sulama suyu almaktadır. Bunu içme, kullanma ve sanayi suyu takip etmektedir.

Suyun bu denli riskler altında olması ve tarımda en yüksek kullanılma oranına sahip olması, sürdürülebilir tarımsal kalkınma kavramının önemini gözler önüne sermektedir. Bu kavram, toprak ve su kaynaklarının sürekli olarak üretken kalacak şekilde geliştirilmesi, çevreye zarar vermeden kullanılması ve korunması koşullarını içermektedir. Modern tarımın en önemli girdisi olan su, sürdürülebilir tarımsal kalkınmanın da en önemli unsurlarından birisidir. Hayatımızda bu derece önemli olan su

nüfusun artmasıyla da daha fazla tüketilir hale gelmiştir. Artan nüfusun su ihtiyacını karşılamada mevcut su kaynakları zamansal ve mekansal olarak azalıp artmakta ve bu değişimler hem düzensiz yağış (zamansal ve mekansal olarak) gibi doğal faktörler hem de su kaynaklarının yanlış yönetimi gibi insan faktöründen kaynaklanmaktadır (Zhang 1983). Bu nedenle insan faaliyetlerinin hidrolojik döngü ve çevre üzerine etkilerinin anlaşılması oldukça büyük önem taşımaktadır. Nehir havzaları bu döngünün daha iyi anlaşılması ve insan faaliyetlerinin döngü üzerine olan etkilerinin daha belirgin bir şekilde ortaya konması açısından tercih edilen arazi birimleridir. Su bütçesi modellerinin havza bazında uygulanması ve su kaynaklarının tahsisinde havza su bütçesinin dikkate alınması bölgesel düzeyde su kaynaklarının planlanmasında sürdürülebilirlik sağlayacaktır.

Sürdürülebilir su kaynaklarının havza bazında planlaması, havzayı oluşturan bütün unsurların ve bu unsurlardaki zamansal değişimin belirlenmesini ve değişimler hakkında bilgi edinilmesini gerektirmektedir. Bu bağlamda arazi kullanımındaki değişikliğin su miktar ve kalitesi üzerine etkisi ile ilgili elde edilen bilgilerin büyük bir kısmı genellikle küçük olan araştırma havzalarından ve uzun süreli gözlemlerden (Bosch and Hewlett 1982, Schwarze *et al.* 1994) elde edilmiştir. Havza bazında çalışmaların büyük bir kısmı, gelişmekte olan ülkelerde arazi örtüsü değişiminin su kaynakları üzerine etkileri ile su yetersizliği, taşkın ve erozyon üzerine yoğunlaşmıştır (Lorup *et al.* 1998, Calder 2000).

Deneysel çalışmalar yanında, su bütçesi elemanlarının zamansal değişimini ve mekansal dağılımını tanımlamaya imkan tanıyan dağınık (distributed) hidrolojik modellerin kullanımı, su kaynaklarının geçmiş ve mevcut durumunun ortaya koyulması ve gelecek ile ilgili senaryolar oluşturulması açısından oldukça büyük önem taşımaktadır (Klöcking and Haberlandt 2001).

Su bütçesi çalışmalarında Coğrafi Bilgi Sistemlerine dayalı dağınık hidrolojik modellerin kullanımı ile su bütçesini oluşturan yağış, yüzey akış, evapotranspirasyon ve

toprak nemi bileşenlerinde meydana gelen farklılıklar zamansal ve mekansal olarak ortaya konabilmektedir (Wegehenkel and Kersebaum 2004).

Gediz havzası Türkiye'nin 26 büyük havzasından biri olup Türkiye'deki toplam tarımsal üretimin %10'unu karşılamaktadır ve tarım, havzanın iklimsel özelliklerinden dolayı sulamaya bağlıdır. İklim değişikliğinin su bütçesi elemanlarında meydana getirdiği değişim dolayısıyla tarım doğrudan etkilenmekte ve bu noktada su yönetimi çok büyük önem kazanmaktadır. Su bütçesi elemanları olan yağış, evapotranspirasyon, yüzey akış ve toprak neminde su kaynakları miktarı açısından meydana gelen olumsuz değişimler, suyu kullanan tarım ve diğer sektörler arasında rekabete neden olmaktadır. Bu noktada, suyun her sektörü tatmin edecek şekilde tahsisi, planlanması ve yönetimi gerekmektedir. Tarımda ise su yönetimi, mevcut su kaynakları ve ürün deseni dikkate alınarak suyun mekansal ve zamansal olarak planlanması esasına dayanmaktadır. Bunun için de havzanın toprak, su ve tarımsal kaynakları hakkında detaylı bilgi sahibi olunması kaçınılmaz bir öneme sahiptir.

Bu çalışmada, Gediz havzasında; öncelikle su bütçesi elemanlarından yağış, yüzey akış ve evapotranspirasyon değerlerinin uzun dönemde meydana gelen artma azalma eğilimleri ortaya konmuştur. Daha sonra havzaya ait toprak, topoğrafik, arazi kullanım bilgileri ile noktasal iklim ve akım verilerinden yararlanılarak havzada bulunan su depolama yapılarını besleyen alt havzalar için su bütçesi modeli oluşturulmuştur. Aynı zamanda havzada bulunan sulama birliklerinin veri tabanı oluşturularak yıllar itibarıyla sulanan bitkiler, alanları ve mevcut su dağıtım planları değerlendirilmiştir. Ayrıca Gediz Havzasında mevcut su kaynaklarının tarihsel gelişimi dikkate alınarak ve su bütçesi model bileşenlerindeki değişimlere bağlı olarak; mevcut su kaynaklarının tam kapasitede kullanılması; mevcut su kaynaklarının tam kapasitesinde %20, %40, %60 ve %80 oranında azalma meydana gelmesi; ve mevcut su kaynakları ile basınçlı sulamaya geçilerek daha fazla alanın sulamaya açılması senaryolarının ileriye dönük tarımsal su tahsisi üzerine etkileri tartışılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Akkuzu vd. (2006), Aşağı Gediz Havzası Sulama Sisteminin 2000-2004 yılları sulama sezonlarına ilişkin su dağıtım performansını; sulama yoğunluk oranı (IIR), akış dağıtım oranı (FDR), su kullanım oranını (WUR), akış ünlformluk oranı (FUR) ve akış güvenilirlik oranı (FRR) göstergelerine göre değerlendirmişlerdir. Sistemin su sağlamada yeterlilik durumunu gösteren IIR açısından başarılı, FDR ve WUR değerleri açısından başarısız olduğunu ifade etmişlerdir. Sistemde su kaynağının bazı yıllarda yetersiz kaldığını, suyun yoğun olarak Temmuz ve Ağustos aylarında verildiğini, buna karşın özellikle bu aylarda su israfının meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

Akkuzu ve Karataş (2004), İzmir ili dahilindeki Menemen Sağ Sahil, Menemen Sol Sahil ve Kestel Sulama Birliklerinin 1999-2002 yılları arası genel sulama planlarının gerçekleşme düzeyini belirlemeye çalışılmışlardır. Sulama sezonu öncesi hazırlanan bu planları, planlanan sulama oranı, planlanan bitki deseni ve planlanan su dağıtım programına göre değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, sulama oranı ve bitki deseni yönünden yaptıkları değerlendirmede planların gerçekleşme düzeyinin Kestel Sulama Birliği dışında yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Su dağıtımını yönünden yaptıkları değerlendirmede ise su kaynağının yetersizliğinden dolayı sistemlere genel olarak Temmuz ve Ağustos ayları haricinde yeterli suyun verilemediğini ve bu nedenle de planların gerçekleşme düzeyinin dağıtım programları açısından düşük olduğunu belirtmişlerdir.

Alberto *et al.* (2007), Arjantin'in Mackenzie havzasında bulunan Liard Nehir havzası ve Athabasca Nehir havzası hidrolojik elemanlarının eğilim analizini Mann-Kendall testi kullanarak yapmışlar ve her iki havzada kış akımlarında ve bazı ilkbahar akımlarında artış eğilimi olduğunu ancak bu artışın yaz aylarındaki azalmalardan dolayı farkın kapatıldığını ifade etmişlerdir.

Alemaw and Chaoka (2002), Güney Afrika'da CBS tabanlı dağıtımli bir hidrolojik model geliştirerek kıtasal boyutta bir su denge yaklaşımı ortaya koymuşlardır. Modelde Güney Afrika'yı 0.5 x 0,5° lik gridlere ayırmışlar ve her bir grid için su bütçesi bileşenlerini aylık olarak tespit etmişlerdir. Bu yöntem ile kıtanın hidrolojik rejimini ve yıllık su bütçesini ortaya koymuşlardır.

Altınbilek *et al.* (1991), Güvenç havzasında 1989 su yılında yağışlar ve akımlardan aldıkları örneklerde doğal radyoizotop tayini yapmışlar ve havza akımlarının ayrılmasında izotop tekniğini kullanmışlardır. Çalışmanın sonunda yeraltı suyunun ancak belli aylarda beslendiğini, toplam akıma yüzey suyu katkısının yaz ve sonbahar aylarında önem kazandığını, izotop teknikleri ile yapılan akım ayırımlarının klasik yaklaşımlarla iyi korelasyon verdiğini ve havza için değiştirilen SCS modeliyle çıkarılan hidrografların gözlenen değerlere uyum gösterdiğini belirlemişlerdir.

Bastiaanssen (2000)'e göre sulu tarımda uzaktan algılama ile politika yapıcılara, yöneticilere, araştırmacılara ve uzmanlara önemli bilgiler sunmak mümkündür. Bu bilgiler suyun potansiyel kullanımı için yasalar, planlama, su paylaşımı, şebekelerin performans değerlendirmesi, sulama ile ilgili araştırmalar, sağlık ve çevre ile ilgili alanlardır. Uzaktan algılama ile arazi kullanımı, sulanan alan, bitki tipi, ürün tahmini, bitki su ihtiyacı, evapotranspirasyon, tuzluluk, ve nehir taşkınlarıyla ilgili çeşitli doğruluk derecelerinde bilgi sağlamak mümkündür.

Bastiaanssen *et al.* (1998)'e göre su kaynaklarının etkin olarak kullanımını sağlamada gerekli olan parametrelerin belirlenmesinde uzaktan algılama tekniklerinden faydalanma hem zaman hem de maliyetin azaltılmasında büyük bir önem taşımaktadır. Özellikle arazi kullanımı, bitki deseni ve yaprak alan indeksi gibi bitkiye ait özelliklerin doğrudan uzaktan algılama teknikleriyle belirlenmesi mümkün olmaktadır.

Beyazgül *et al.* (2000) Gediz Havzasında pamuk ekimi yapılan uygulama alanı için, Blaney-Cridde, Radyasyon, Penman, Buharlaşıma Tavası, Hargreaves ve Penman-

Monteith yöntemleriyle hesapladıkları sulama suyu ihtiyacını, su bütçesi yöntemi ile karşılaştırarak Penman-Monteith yönteminin en yakın sonucu verdiğini bildirmişlerdir.

Beyribey vd. (1995)'e göre şehir ve sanayi için içme ve kullanma su talebi arttıkça tarımsal amaçla kullanılan su kaynakları da azalacaktır. Bu durumda daha fazla üretim için suyun ve arazinin kullanım etkinliğinin artırılması gerekir. Bunu gerçekleştirmek için kullanıcıların su ve toprak kaynaklarının optimum kullanımına yönelmeleri gerekmektedir.

Beyribey vd. (1997), Türkiye'de bulunan 120 sulama şebekesinde, sulama suyu ihtiyaçlarını Blaney-Criddle ve Penman-Monteith yöntemlerine göre hesaplamış, sonuçlara bağımsız iki grup için t-testi uygulamış ve incelenen şebekelerin % 43'ünde yöntemlerin sonuçları bakımından önemli farklılık tespit etmiştir.

Burri and Petitta (2004), İtalya'nın merkezinde bulunan Fucino Ovası'nda tarımsal değişimlerin, adı geçen ovada bulunan gölün ekosistemi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Ovada yoğun sulu tarıma geçilmesinin ve iklim değişikliği sonucunda yağışların azalıp sıcaklığın artması nedeniyle ovanın dengesinin bozulduğunu, yaz aylarında akımların azaldığını, yer altı suyu seviyelerinin hem düştüğünü hem de gübre kullanımı nedeniyle kirlendiğini tespit etmişlerdir.

Conan *et al.* (2001), İspanya'da Yukarı Guadiana Nehri havzasında yaptıkları hidrolojik modelleme çalışmasında SWAT modelini kullanarak havzanın hidrolojik rejimini ortaya koymuşlar ve sayısal modellemenin su kaynaklarının yönetiminde önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Çetinkaya ve Barbaros (2008), Gediz Havzası'nda yaptıkları çalışmada, havzada su arz ve talebini etkileyen sosyal, ekonomik ve iklim göstergeleri ve değişkenleri incelemiş; DPSIR yaklaşımından türetilen farklı tepki senaryolarına göre su kullanımını, bir su

bütçesi benzeşim modeli aracılığıyla havza genel su bütçesi çerçevesinde irdelemişlerdir. Sonuç olarak havzada su bütçesi açısından atılması gereken ilk adımın mevcut sulama sistemlerinin iyileştirilmesi olduğunu ifade etmişlerdir.

Çıkın vd. (2001), Aşağı Gediz Havzasında yürüttükleri araştırmada sulama şebekelerinin devirden önce ve sonra performans analizlerini ve su kullanıcılarının sulama hizmetlerinden yararlanma olanaklarını tespit etmeye çalışmışlardır. Sulama birliği hizmetlerinden yararlanan çiftçilerin devir işlemine olumlu baktığını ve devirden sonra sulama hizmetlerinde çiftçi lehine olumlu gelişmeler olduğunu ifade etmişlerdir.

Dehghanisanij (2004), yarı kurak iklimler için yaptıkları deneysel çalışmada, Penman, Penman-Monteith, Wright-Penman, Blaney-Criddle, Radyasyon ve Hargreaves yöntemleriyle elde ettikleri bitki su ihtiyacı sonuçlarını, lizimetre ölçümleriyle karşılaştırmışlar ve en iyi sonucu Penman-Monteith yönteminin verdiğini belirlemişlerdir.

Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü verilerine göre Türkiye'nin yüzölçümü 78 milyon hektar olup tarım arazileri bu alanın yaklaşık üçte biri, yani 28 milyon hektar mertebesinde. Yapılan etütlere göre ekonomik olarak sulanabilecek alan 8,5 milyon ha olan Türkiye'de 2007 yılı sonu itibarı ile toplam 5,17 milyon ha arazi sulamaya açılmıştır. Bu miktarın yaklaşık 3 milyon hektarı DSİ tarafından inşa edilmiş modern sulama şebekesine sahiptir. 1,1 milyon hektarı mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM) tarafından işletmeye açılmıştır. Ayrıca yaklaşık 1,02 milyon hektar alanda halk sulaması yapılmaktadır. 2023 yılında ekonomik olarak sulanabilir 8,5 milyon hektar arazinin 6,5 milyon hektarının Genel Müdürlüğümüz tarafından işletmeye açılması hedeflenmiş olup, kalan 1,5 milyon hektar alanın diğer kamu kuruluşları tarafından işletmeye açılması ve kalan 0,5 milyon hektarının ise halk sulamaları bünyesinde sulanacağı tahmin edilmektedir (<http://www.dsi.gov.tr/hizmet/tarim.htm>, 2009).

Dinç vd. (1994)'e göre uydu verileri yardımıyla Yaprak Alan İndeksinin (YAI) belirlenmesinde kırmızı veya kızılötesi bantlardan birinin kullanılması zorunludur. Farklı bitkilerin sahip olduğu farklı tip ve yoğunluktaki kloroplastlar ancak kırmızı ve kızılötesi bantlarda anlamlı farklılıklar göstermektedir. Burada uygulanan metod, bu bantların farkının toplamına olan oranı genellikle 0 veya 1'e yakınlığı ile ilişkilendirilmektedir. Bu çalışmalarda LANDSAT TM 4. ve 5. bantlar kullanılmaktadır.

Ershadi and Khiabani (2005), Afganistan'ın Güneydoğusunda bulunan Kabul Nehri havzasında entegre su kaynakları yönetimi projesi yürütmüşler ve proje çerçevesinde MIKE BASIN Modelini kullanmışlardır. Öncelikle modelin istediği, yağış, su talepleri, yüzey akış ve ürün verilerini hazırlamışlar ve arazi kullanım türlerini uzaktan algılama ile belirlemişlerdir. 1961-1978 periyodu için hazırladıkları verileri MIKE BASIN modeline girmişlerdir. Entegre su kaynakları yönetim planlarını akım ve gelecekteki potansiyel su kullanımına göre hazırlamışlardır.

Flerchinger and Cooley (2000), ABD'nin Idaho Eyaletinde Reynold Creek Araştırma havzasının yarı-kurak bir alt havzasında 10 yıl süreli su dengesini SHAW Modeli ile test etmişler ve sonuçta derine sızma ile ölçülen yüzey akış arasındaki ilişkiyi ($r^2 = 0.90$) uyumlu bulmuşlardır.

Fu and Chen (2004), Çin'de bulunan Sarı Nehrinde yaptığı uzun dönemlik hidrolojik rejim, yağış ve sıcaklık değişiminin nehir akımlarında etkinliğine cevap aramışlar ve yağış verileri için 44 yağış istasyonundan elde ettikleri verilere Mann-Kendall testini uygulamışlardır. Elde ettikleri sonuçlar ise Ağustos ayından Kasım ayına kadar gidişte azalma ve Ocak ayından Haziran ayına kadar gidişte artış bulmuşlardır.

Günümüzde Türkiye'de toplam su kullanımı 46 milyar m³/yıl olup bunun % 74'ünü tarımsal kullanımlar, % 15'ini içme ve kullanma ve % 11'ini ise sanayi sektörünün kullanımları oluşturmaktadır (<http://www.dsi.gov.tr/topraksu.htm>, 2009).

Hawkins (1990), yağış, akım ve arazi tipi birleştirilen 100 küçük havzada akımın bölgesel desenlerini taramıştır. Araştırmacı, sonuçta yağış ve akımların havza geometrisi ve ölçeği ile değiştiğini belirlemiş ve grup tanımlamalarını basit doğrusal yağış-akış eşitliği ile ilişkilendirerek katsayı değerlerine dayalı bir ayırma anahtarı önermiştir.

İstanbuluoğlu vd. (1998), Kurukavak deresi havzasında 1996 su yılında gözlenen akımlar, SCS eğri numarası yönteminin sırasıyla Hawkins, Knisel ve Pathak isimli araştırmacılar tarafından değiştirilmiş biçimlerini kullanarak mevsimlik yüzey akışları tahmin etmişlerdir. Çalışmada her üç yöntemle tahmin edilen yıllık yüzey akıştan olan sapma ve r^2 değerleri sırasıyla -12.89 mm ve 0.9928, 1.03 mm ve 0.9980, 0.06 mm ve 0.9989 olarak hesaplanmıştır. Uygun modellerin seçilmesiyle havzalarda ölçülen yağmurun istatistiksel özelliklerine göre türetilcek günlük yağışlarla hesaplanacak akışların ülkemizde bu amaçla kullanılan ampirik yöntemlere göre daha gerçekçi sonuçlar vererek inşa edilecek su biriktirme yapılarının optimum düzeyde boyutlandırılması ve işletilmesine imkân vereceği belirtilmiştir.

Jha and Gupta (2003), Kuzeydoğu Tayland'da bulunan Mun nehri havzasında su kaynaklarının optimum tahsisi için MIKE BASIN Modelini aylık olarak uygulamışlar ve modelleme için 1995-1997 yıllarına ait hidrolojik verileri kullanmışlardır. İklim analizlerine göre havzada mevsimler arası su hacminin çok değişim gösterdiğini ifade eden araştırmacılar, nemli mevsimde su yükünün kurak mevsimdeki altı katı olduğunu ve bu durumun sulamalara yansıdığını belirtmişlerdir. Modeli kullanarak kaynakların optimum tahsisi için karar vericilere bir model yaklaşımı sunmuşlardır.

Jones (2008), Kanada güney Quebec'de bulunan Massawippi nehrinin akımlarını ve nehir havzasının yağış verilerini zaman dizileri analizleri ile değerlendirmiş ve ilkbaharda yaşanabilecek muhtemel değişim eğilimlerini belirlemek için yağış ve akım verilerini parametrik olmayan Mann-Kendall eğilim testine tabi tutmuştur. Adı geçen havzanın bazı bölümlerinin son 20 yılda 95 kez taşkın olayına maruz kaldığını ifade eden araştırmacının yaptığı analizlerin grafiksel ve istatistiksel sonuçlarına göre kış ve

ilkbahar sıcaklıklarında artış meydana gelmiş ve yağışlar kardan yağmura dönüşüm eğilimi göstermiştir.

Kadioğlu (2000), Türkiye’ de 1931–1990 yılları arasında 85 istasyonda aylık toplam yağış verilerine Spearman ve Pearson sıra korelasyon testi uygulamış ve yağışların değişimi ve yayılım yüzdesini bir bölgeden diğerine değişim gösterdiğini belirlemiştir. Kış aylarında Anadolu’da, Karadeniz’de yağışlarda azalış, Akdeniz ve Ege Bölgesi’nde artış bulmuşlardır. Bahar aylarında ise Anadolu’da ve sahil kesimlerinde azalış ve Anadolu’nun güneyinde artış belirlemiştir. Ayrıca yaz aylarında Türkiye’nin doğu sınırlarında artış ve Karadeniz’de azalış belirlemiştir.

Kadioğlu vd. (1994), Türkiye’de 18 yağış gözlem istasyonunun (YĞİ) yıllık ve mevsimlik yağış serilerinin eğilimlerinin belirli bir yönde olmamasına rağmen, önemli olmasa da özellikle kış aylarında bir azalma, ilkbaharda ise artma olduğu sonucuna varmışlardır.

Kahya ve Kalaycı (2003), Türkiye’de nehir akımlarının trend analizini yapmak için EİE İdaresinin 26 Havza’da 31 yıllık akım verilerinden yararlanarak parametrik olmayan Sen’s T, Spearsmean’s Rho, Mann-Kendall ve Mevsimsel Kendall eğilim testlerini uygulamışlardır. Sonuçlara göre Türkiye’nin batısında yer alan havzalarda nehir akımları genelde düşüş eğilimi gösterirken, doğusundaki havzalar herhangi bir eğilim göstermemişlerdir.

Kayam vd. (2002), Gediz havzası Salihli Sağ Sahil sulama alanında yürüttükleri çalışmada tek boyutlu fiziksel bir toprak-su-atmosfer-bitki modelini, alandaki su dengesini analiz etmek için kullanmışlardır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar kullanılarak kuraklık öncesi ve kurak yıl dönemleri analiz edilmiştir. Öncelikle tüm çalışma alanı arazi kullanımlara göre alt alanlara bölünmüş ve simulasyon modeli her alt alan için uygulanmış ve su dengesini oluşturan her bir eleman tespit edilmiştir.

Araştırmacılar modelden elde ettikleri sonuçlara dayanarak modelin su dengesi elemanlarını analiz etmede faydalı bir araç olduğunu ifade etmişlerdir.

Kite and Droogers (1999), Gediz havzasında önce SLURP Modelini günlük evapotranspirasyon hesabı için kullanmış ve daha sonra NOAA/AVHRR uydu görüntülerini kullanarak arazi örtülerini belirlemiştir. Penman-Monteith eşitliğini kullanarak topraktan buharlaşmayı ve bitkiden terlemeyi mekansal olarak ortaya koymuştur. Çalışma sonucunda buharlaşma ve terlemenin havzada zamansal ve mekansal olarak farklılık gösterdiğini ifade etmiştir.

Kite and Droogers (1999), sulama sistemlerinin yönetimi uygulamalarında tarımın tek başına düşünülerek yönetim şeklinin belirlenmesinin gerçekçi olmayacağını, entegre havza yaklaşımının suyu kullanan tüm sektörlerin yönetim planlaması içerisine alınması gerektiğini, aksi takdirde başarılı bir su yönetim planlamasının yapılamamış olacağını belirtmişlerdir. Araştırmacılar, modellerin bir nehir havzası içerisinde su kullanıcılarının tümünü dikkate alarak alternatif su kullanım paternlerini belirlemelerinin gerçek su verimliliğini ortaya koyacağını ifade etmişler ve çalışma alanı olarak Gediz havzasını seçmişlerdir.

Kite *et al.* (2001), Gediz havzasında yaptıkları çalışmada bir hidrolojik model kullanarak havza için dört farklı senaryoyu değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar; 1) iklim değişikliği, 2) çevreyi korumak için taban akımın korunması, 3) kent/endüstri sektörüne daha fazla su tahsisi ve 4) sulama için aynı miktar suyun daha uzun aralıklarla verilmesi senaryolarını analiz etmişlerdir. Bu farklılıkların ortaya koyduğu etkileri sulu tarımdan elde edilen verim ve havza çıkışındaki akım miktarına olan etkileri açısından değerlendirmişlerdir. Bunların içerisinde iklim değişikliği senaryosu olan karbon dioksitin 2 kat artırılması senaryosunun en büyük etkiye neden olduğunu ifade etmişlerdir. Senaryo sonuçlarına göre ortalama akımların nemli bir yıl için mevcut düzeyinden üçte ikisi oranında azalacağını, kurak bir yıl için ise hemen hemen yarısı oranında düşeceğini saptamışlardır.

Kodal (1996), Ankara-Beyşehir’de yaptığı araştırmada yeterli ve kısıtlı su koşullarında sulama programlaması ve işletme optimizasyonunu yapmış ve optimum su dağıtımını belirlemiştir. Çalışmada yağış ve ET_0 analizleri ile belirlenen ortalama, sıcak-kurak ve serin-yağışlı yıllar için yörede 180.9 da tarım alanına sahip bir işletmede yetiştirilen 13 sulu bitkinin sulama programları IRSIS yazılımı yardımıyla belirlenmiştir. Araştırmanın sonucunda kooperatif gelirinin maksimum olabilmesi için, yetersiz su kaynağının işletmeler arasında eşit bir şekilde dağıtılmasının gerektiği ve bu durumda aynı suyla daha fazla alanın sulanmasının, daha çok çiftçinin su kaynağından yararlanmasının, daha fazla tarımsal ürün alınmasının ve daha çok işgücü kullanılmasının mümkün olduğu tespit edilmiştir.

Kothari and Garde (1992), Hindistan’da 347 km²’den daha büyük 55 havzada yıllık ortalama akış üzerinde iklim, topoğrafya ve arazi kullanım değişikliklerinin etkilerini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada yıllık ortalama yağış ve sıcaklık ile bitki örtüsünün akışları etkileyen en önemli değişkenler olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmada orman örtüsünün büyük havzalarda yıllık ortalama akışla pozitif bir korelasyon gösterdiği ileri sürülmüştür.

Lesnik *et al.* (2001), Kuzey Carolina’da en büyük havza olan Cape Fear Nehri Havzasında (14624 km²) yürüttükleri çalışmada mevcut ve gelecekteki su kaynaklarının planlarının oluşturulması ve karar vericilere yönlendirici veriler temin edebilmek için, havzaya ait 1930-1998 yıllarını kapsayan verileri MIKE BASIN Modelinde değerlendirmişlerdir. Model çıktılarının tatminkar sonuçlar verdiğini ifade eden araştırmacılar, Arcview GIS ortamında çalıştığı için verilerin analizinde önemli ölçüde zamandan tasarruf sağladığını belirtmişlerdir.

Loukas *et al.* (2004), Yunanistan Thessaly’de dört ayrı havzada gerçek evapotranspirasyonu uydu görüntülerinden yararlanarak NDVI ile tahmin etmeye çalışmışlar ve görüntü olarak NOAA/AVHRR uydu görüntülerini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda NDVI’ya dayalı gerçek evapotranspirasyon tahmininin doğru sonuçlar verdiğini ortaya koymuşlardır.

Oğuz vd. (2008), yaptıkları araştırmada, Tokat Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü meteoroloji istasyonunun 1966-2006 yılları arası rasat verilerinden aylık, mevsimlik ve yıllık yağışlar ve sıcaklıklar materyal olarak kullanmışlardır. Bu verilerin seyirlerinde belirlenen artış veya azalışın önemli olup olmadığı, $\alpha = 0.05$ önem seviyesinde Mann-Kendall sıra korelasyon eğilim testi uygulanarak belirlenmiştir. Ovada, yıllık yağış ortalamasına ait yağış gidişlerinin değişmediği, ancak kış yağışlarındaki azalma eğiliminin önemli olduğu bulunmuştur.

Ozdogan and Salvucci (2004), Şanlıurfa-Harran Sulama sahasında yaptıkları çalışmada, 1993-2002 yıllarının Landsat TM görüntülerini kullanarak arazi sınıflaması yapmışlar ve sulu tarım alanlarının belirlenmesinde NDVI eşik metodunun oldukça iyi sonuç verdiğini ifade etmişler ve sulanan alanlar ile tarımsal su kullanımının yıl yıl değişimini tespit etmişlerdir. Bu çalışma ile aynı zamanda yörenin su kaynaklarının mevcut durumu ve geleceği hakkında kantitatif bilgiler elde etmişlerdir.

Öz ve Şorman (1998), DMİ'nin mevcut 76 büyük klima istasyonu için 1955-1985 periyodunun günlük yağış verileri üçer aylık periyotlar şeklinde alarak sınıflandırdıkları çalışmada yağışlı ve kurak gün olasılıklarını belirlemişlerdir. Çalışma sonunda geçiş olasılık matrisleri oluşturulmuş ve durağan olasılıklar Türkiye haritasında gösterilerek olasılık haritalarında günlük yağışın klimatolojik özelliklerine bağlı olarak oluşan yağışlı ve yağışsız bölgeler tespit edilmiştir.

Özgüler ve Usul (1993), iklim, topoğrafya ve arazi kullanımıyla ilgili seçilmiş bazı değişkenlerin yıllık ortalama akım üzerindeki etkisini belirlemek üzere, proje alanı olarak seçilen Sakarya havzasında alanı 500 km²'den küçük 10 adet akım gözlem istasyonundan toplanan verileri, çoklu regresyon yöntemi ile analiz etmişler ve bulunan sonuçları Turc ve Coutagne gibi mevcut ampirik yöntemlerle karşılaştırmışlardır. Çalışma sonunda akım ile bitki örtüsü arasında ters orantılı bir ilişkinin var olduğunu ve sadece bitki örtüsü faktörünü belirlemek suretiyle, Sakarya havzasındaki küçük alt havzalarda yıllık bazda bir akım tahmininin yapılabileceğini belirlemişlerdir.

Özkul vd. (2008), yaptıkları çalışmada, küresel iklim değişikliğinin Gediz ve Büyük Menderes havzaları örneğinde akımlara olan etkilerini incelemişlerdir. Bu kapsamda, öncelikle hidrometeorolojik verilerdeki eğilimleri parametrik ve parametrik olmayan analiz yöntemleri ile araştırmışlar; sonrasında Genel Sirkülasyon Modelleri (GCM'ler) yardımıyla iki farklı emisyon senaryosu altında farklı projeksiyon yılları için olası yağış ve sıcaklık değişimlerini belirlemişler ve parametrik yağış-akış modelini değişen meteorolojik koşullar altında çalıştırarak yüzeysel akımlardaki değişimleri hesaplamışlardır. Çalışma sonucunda, su bütçesi modelinin öngörülen iklim değişikliği senaryolarına göre akımların yaklaşık olarak 2030 yılında %20, 2050 yılında %35 ve 2100 yılında ise %50'nin üzerinde azalabileceğini tespit etmişlerdir.

Öztürk ve Okman (1988), Kızılcahamam deresi havzasında su veriminde kullanılan Turc, Coutagne ve Su Bütçesi yöntemlerini karşılaştırdığı çalışmada su bütçesi yönteminin diğer iki yönteme göre daha sağlıklı ve güvenilir sonuçlar verebileceğini ifade etmişlerdir.

Pandey *et al.* (2005), Hindistan'ın doğusundaki Batı Bengal eyaletinde yer alan tarımsal bir havza olan Banikdih havzasında SWAT modeli, Coğrafik Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama tekniklerini birlikte kullanarak havzanın modellemesini yapmışlardır. Kalibrasyon ve gerçekleştirme sonuçları, modelin günlük, aylık ve mevsimsel yüzey akış miktarını yeterli bir şekilde tahmin ettiğini ortaya koymuşlardır.

Partal ve Kahya (2006), bölgesel ortalama yağış serilerine Mann-Kendall testleri uygulamışlardır. Bazı önemli azalma eğilimleri özellikle Ocak, Şubat ve Eylül yağışları ile yıllık ortalama da görülmüştür. Gözlenen yıllık ortalama yağışlarda, daha çok Türkiye'nin batısında, güneyinde ve bunun yanısıra Karadeniz'in sahil bölgesi boyunca fark edilebilir azalışlar bulmuşlardır.

Savabi *et al.* (1989), evapotranspirasyon, toprak-su hareketi ve bitki yetiştirme bileşenleri farklı olan ERHYM-II ve SWRRB Modellerini seçerek her bir yağış

olayından sonra yüzey akışı tahmin etmek için her iki modelde SCS-CN eğri numarası metodunu kullanmışlardır. Modeller fundalıkların yaygın olduğu, kontrollü otlak olarak kullanılan havzalarda değerlendirilmiştir. Sonuçlar her iki modelin bu tip havzalarda su verimi benzeşiminde kullanılabileceğini göstermiştir.

Snyder *et al.* (1989), havza akımının mevsimlik değişimindeki akış devamlılığının etkisini önceki ayın akış indeksini kullanarak modellemişlerdir. Çalışmada aylık akım, önceki aydaki akımın ve aylık yağışın bir fonksiyonu olarak tarif edilmiştir. Önceki aya ait akım ve yağışın her ikisinin de yüksek değerlere sahip olması ve yetersiz veri sebebiyle model, üç bağımsız değişkenin ilişkisini tam olarak optimize edememiş, azaltılmış ilişki ile başarılı bir optimizasyon sağlanmış ve sonuçlarda, büyüklükleri 0.36-1030 km² arasında değişen 5 havzadaki veri grupları analiz edilerek mevsimlik ve aylık yağışın meydana getirdiği aylık akım, eş akım haritaları halinde sunulmuştur.

Stuebe and Johnston (1990) tarafından altı havzadan ölçülen akımlar, geleneksel ve CBS teknikleri kullanılarak SCS yöntemi ile elde edilen akımlarla karşılaştırılmıştır. Giriş verileri (yükseklik, toprak ve arazi örtüsü) sayısallaştırılmış; havza ayrımı ve akımın zamansal değişimini modelleme işlemi için uygulanan geleneksel yöntemlerle CBS yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Geleneksel ve CBS teknikleri arasında alansal olarak %0.4-37.6 arasında değişmek üzere ortalama % 13.4'lük bir farklılık saptanırken; söz konusu teknikler kullanılarak elde edilen akımlar arasındaki farklılık %0.9-32.8 arasında değişmekle birlikte ortalama %16.5 olmuştur. Bunlarla birlikte sonuçlar havza ayrımında ve modellemesinde CBS'nin geleneksel yöntemle göre avantajlarını ortaya koymuştur.

Şeker ve Harmancıoğlu (1998), atmosferdeki CO₂ ve diğer sera gazlarındaki artışın yerkürede iklim değişikliğine neden olacağı düşüncesinden hareketle iklim değişikliği sonucu beklenen en önemli olgunun sıcaklık, yağış, evapotranspirasyon, akış ve toprak nemi gibi temel iklimsel ve hidrolojik 40 değişkende olacağını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, bu görüşten hareketle Gediz havzasının Nif kolu üzerindeki Çiçekli alt havzasındaki 1961-1990 yılları arasındaki 30 yıllık gözlenmiş akım verilerine

düzeltilmiş Thornwaite modelini farklı sıcaklık ve yağış değerleri uygulayarak sıcaklıktaki 2 °C'lik artışın sulama suyu ihtiyacında % 28'lik artışa, yağıştaki % 20'lik artışın ise sulama suyu ihtiyacında % 3 oranında azalmaya sebep olduğunu belirlemişlerdir.

Şen (1994)'e göre yağış yüksekliği ile alan arasında ters bağıntının göz önünde tutulduğu yüzde ağırlıklı polinom yönteminin ortalama alansal yağış yüksekliği ile yağışın değişimini göz önüne alması açısından diğer yöntemlere bir üstünlük sağladığını belirtmiştir.

Şenol ve Dinç (1990) tarafından Aşağı Seyhan Ovasında yapılan bir çalışmada, LANDSAT-5 TM uydu verilerinin tuzlu toprakların belirlenmesinde başarıyla kullanılabileceği sonucuna varmışlardır. Bu amaçla 3. ve 7. bant bileşimleriyle denetimli sınıflama sisteminin kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Normal yöntemlere göre uydu verilerinin kullanılmasının, zamandan ve arazi çalışmalarından önemli tasarruflar sağladığı gibi doğruluk derecesini de artırdığını saptamışlardır. Buna örnek olarak da pratik olarak normal yöntemlerle yayılım alanlarının belirlenmesi mümkün olmayan küçük alanların bilgisayarda belirleme olanağının doğduğunu bildirmişlerdir.

Tecer vd. (2004), Rize'de yaptığı çalışmada yağışlar için iki ayrı dönem saptamış ve her iki dönem içinde Mann-Kendall Sıra korelasyon testi kullanmıştır. 1975–1984 ve 1985–2001 arası olan bu dönemlerin ortalama yağış miktarları sırasıyla 2092 mm ve 2279 mm dir. İki periyodun birbirinden farklı ortalamaya sahip olduğu yapılan t testi sonuçlarıyla da %99 güven aralığında doğrulanmıştır. Birinci dönemin gidiş eğilimi daha kurak iklime doğru iken, ikinci dönem daha yağışlı iklimi işaret etmektedir.

Topaloğlu (2001) yaptığı çalışmada, Seyhan havzasında 39 yağış gözlem istasyonunda 24 saatlik maksimum yağış serilerinin kullanılabilirliklerini %5 önem düzeyinde test etmiştir. YGI'lerin serilerinde zamanla bir değişimin olup olmadığını belirlemek amacıyla uygulamış olduğu Spearman test sonuçlarına göre %5 önem düzeyinde ve

yağış gözlem istasyonlarının 17'sinde azalma, 22'sinde de artma yönünde eğilim olduğu; Adana, İmamoğlu ile Kamışlı yağış gözlem istasyonlarında ise yağış verilerindeki gidişin önemli olduğu belirlenmiştir.

Topaloğlu (2006), Türkiye'de 26 nehir havzasında 84 istasyonda 1968–1997 yılları arasındaki aylık, ortalama, minimum ve maksimum akım verilerine uyguladığı Mann-Kendall test sonucunda Türkiye genelinde yıllık akımlarda genelde azalış eğilimi ve aylık ortalama akımlarda da önemli azalış belirlemiştir.

Türkeş (1996), Türkiye'de 91 istasyonda 1930–1993 yılları arasında yıllık ve sezonluk yağış verilerine Mann-Kendall testi uygulamıştır. Teste göre Karadeniz ve Akdeniz Bölgesi'nde azalma ve yıllık serilerde Türkiye genelinde azalma bulmuştur. Ayrıca 17 istasyonda önemli eğilimler bulunmuş bunların 15'inde önemli azalma belirlemiştir.

Verbunt *et al.* (2005), İsveç Alpine Rhine havzasında WaSIMETH modelini kullanarak arazi örtüsü değişikliklerinin hidrolojik etkilerini ortaya koymuşlar ve şehirleşmenin lokal taşkın olaylarında önemli artışlar meydana getirdiğini, meraların ormana dönüştürülmesi ile evapotranspirasyonun arttığını ve yüzey akışın azaldığını tespit etmişlerdir.

Wurbs (2004), ABD'nin Texas Eyaletinde yürüttüğü çalışmasında Texas için geliştirilen WRAP modelini kullanarak su kaynaklarının yeterli olup olmadığını ve yeni su kullanım haklarının ortaya çıkması halinde su tahsisinin nasıl etkileneceğini ortaya koymuştur. Rezervuar/Irmak sistem yönetimi ve su tahsis uygulamalarının tarihsel akım kayıtlarını bu modelde değerlendirerek ortaya koymuş ve yeni su tahsislerinde önceliklerin belirlenme kriterlerini rapor etmiştir.

Xu (1995), Çin'in farklı iklim bölgelerinde su kaynaklarının tahsisi için su bütçe modelleri kullanmış ve altısı nemli ve biri yarı nemli olmak üzere yedi havzada

araştırma yürütmüştür. Model olarak tek rezervuar modeli kullanmış ve modele girdi olarak aylık alansal yağış ve aylık potansiyel evapotranspirasyon değerlerini kullanmıştır. Model çıktısı olarak ise aylık akım, gerçek evapotranspirasyon ve toprak nemini elde etmiştir. Önerdiği model yaklaşımının tatminkar sonuçlar verdiğini ve su kaynakları planlayıcıları için önemli bir vasıta olduğunu rapor etmiştir.

Xu *et al.* (2008) Çin’de bulunan Three Gorges Rezervuarının bulunduğu Yangtze Nehir havzasında, geçmiş yıllarda sık yaşanan taşkınların yanında son yıllarda kuraklık olaylarının da sıklaştığını ifade etmişlerdir. Yaşanan taşkın ve kuraklık dalgalarının daha iyi anlaşılabilmesi için, özellikle nehri besleyen havzanın hem memba hem de mansap tarafında, son 40 yıl içerisinde yağış ve akım verilerini yağış-akım modelinde değerlendirilerek, yağış ve akımlarda bir artma veya azalma eğilimi olup olmadığını ortaya koymuşlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre hem yağış hemde akım, rezervuarın mansap tarafında artış eğilimi göstermiştir. Ancak rezervuarın memba tarafında sonbahar mevsimi için yağış ve akımlar, istatistiki açıdan önemli düzeyde, azalma eğilimi göstermiştir.

Xuedong Lin *et al.* (2008), Tibetan Platosunda Lhasa hidroloji istasyonunun hemen yukarısında yer alan Lhasa Nehir havzasının 1956-2003 yılları arasındaki yıllık ve aylık ortalama akım karakteristiklerini yörede bulunan iki akım (Lhasa ve Tanggya) ve üç iklim istasyonu (Damxung, Lhasa and Tanggya) verilerini kullanarak analiz etmişlerdir. 1956-2003 yılları iklim ve akımdaki eğilim ve değişim noktalarının belirlenmesinde parametrik olmayan Mann-Kendall testini ve Pettitt-Mann-Whitney değişim noktaları istatistiğini kullanmışlardır. Akım ve iklim değişikliği arasındaki korelasyon için çoklu lineer regresyon metodunu kullanmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre akımlar son 50 yılda dalgalanmalar göstermiş ve artma eğilimine girmiştir. Araştırmacılar, yaz aylarında, aylık akımın değişim eğiliminde yağışın, kış aylarında ise sıcaklığın dominant faktör olduğunu belirtmişlerdir.

Yercan vd. (2004), Gediz havzasında sulama şebekelerinin sulama birliklerine transferi öncesi ve sonrası için bazı performans kriterlerini ortaya koymuşlar ve transfer sonucu

sulama yönetiminde çok olumlu sonuçlar elde edildiğini ifade etmişlerdir. Transfer sonucunda sulama masraflarının kullanıcılar tarafından geri ödenmesinde iki kat artış sağlandığını, sulama şebekelerinin işletme ve bakım masraflarının kamudan kullanıcılara devredildiğini, bazı sulama birliklerinde sermaye artışı olduğunu, işletme ve bakım personelinin ücretlerinde azalma meydana geldiğini ve transferi yapılmış bazı birliklere ait sulanan alanlarda artışlar olduğunu ortaya koymuşlardır.

Yıldırım vd. (2004), Gediz Havzasında Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından akım gözlemleri yapılan 4 istasyonun akım değerleri ile bu istasyonlara yakın olan Akhisar büyük klimatoloji gözlem İstasyonunun yağış değerlerinin zaman dizisi çözümlemelerini yapmışlar ve akım-yağış ilişkilerini tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda Kış ve İlkbahar mevsimlerinde, Akhisar yağış değişimleri ile 4 akım istasyonundaki akım değişimleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı kuvvetli bir pozitif doğrusal ilişki bulunmuştur.

Yue and Hashino (2003), Japonya’da 3 farklı coğrafi bölgede 22 istasyonda yaklaşık 100 yıllık verilere çapraz korelasyonlu Mann-Kendall testi uygulamışlardır. Yapılan çalışma neticesinde I. Bölgede Mayıs ayında artış, Nisan, Eylül, Ekim, Aralık aylarında azalma bulunmuş, yıllık yağışlarda değişiklik bulunmamış, II. Bölgede yıllık yağışlarda azalma ve aylık yağışlarda ise Eylül-Ocak boyunca ve Aralık ayında azalma belirlenmiştir. III. Bölgede ise yıllık yağışlarda azalma ve Eylül-Şubat boyunca, Haziran ve Temmuz da azalma belirlenmiş ve en çok azalmanın da Aralık ayında meydana geldiği ortaya çıkarılmıştır.

Gediz havzası, içinde yer alan Gediz, Alaşehir, Salihli, Turgutlu ve Bakırçay ovalarıyla Türkiye'deki toplam tarımsal üretimin %10'unu karşılamaktadır. Havzada yaygın olarak pamuk, mısır, tahıl, bağ, sebze ve meyveler, zeytin ve bostan yetiştirilmekte ve Türkiye'de bulunan sebze alanlarının %5.6'sı, zeytin alanlarının %10'u ve üzüm bağları alanının %16'sı Gediz Havzasında yer almaktadır Tarım dışı alanda doğal vejetasyon ise genellikle çalı ve ormandır (Akkuzu vd. 2006).

Havzanın iklimsel özelliklerinden dolayı tarım sulamaya bağlıdır. Gediz Havzası, limanı ve gelişmiş sanayisi ile Türkiye'nin üçüncü büyük şehri olan İzmir'e çok yakındır. Bu yüzden de havzadaki endüstri giderek gelişmektedir. Havzada önemli iki endüstri alanı (Kemalpaşa ve Manisa Organize Sanayi bölgeleri) bulunmaktadır. Bu endüstriler elektronik, seramik, deri, gıda, tekstil, metal ve montaj gibi sektörlerde üretim yapmaktadır (Çetinkaya ve Barbaros 2008).

3.1.2 Araştırma yerinin iklim özellikleri

Ege Bölgesi içinde geniş bir alanı kapsayan Gediz Havzası'nda, Akdeniz iklimi ile beraber İç Anadolu'nun karasal iklim özellikleri egemendir. Ovalar ve ovaları çevreleyen vadilerde, karasal nitelikli Akdeniz iklimi görülürken, yüksek dağlık bölgeler ve platolar ile kuzey ve kuzey doğusundaki dağlar ve platolarda İç Anadolu'nun karasal nitelikli ikliminin etkileri görülür. Ovaların çevresindeki dağlar, deniz etkisini kesecek kadar yüksek olmadığından ve denize dik konumlarından dolayı denizin etkisi batıdan doğuya doğru azalan ölçüde hissedilir. Ovalık kesimlerin ikliminde denize yakınlık nedeniyle yumuşama söz konusudur. Yaz aylarında sıcaklık yükselirken, yağışlar kış aylarında yoğunlaşır.

Uzun yıllar kaydedilen ortalama yağış, dağlık bölgede yaklaşık 800 mm ile Ege sahil bölgesinde yaklaşık 500 mm arasında değişmektedir. Ortalama sıcaklıklar 13.5 °C – 16.6 °C arasında değişmektedir. Gediz havzasında yer alan Akhisar, Manisa ve Salihli Meteoroloji istasyonlarına ait uzun yıllar (1975-2005) ortalama sıcaklık ve ortalama

toplam yağış miktarları Çizelge 3.1’de verilmiştir. Söz konusu veriler dikkate alındığında, Manisa istasyonunun hem ortalama toplam yağış hem de ortalama sıcaklık değerleri tüm aylarda diğer iki istasyondan daha yüksektir.

Çizelge 3.1 Akhisar, Manisa ve Salihli Meteoroloji İstasyonlarına ait uzun yıllar ortalama sıcaklık ve ortalama toplam yağış miktarları (1975-2005)

Aylar	Akhisar		Manisa		Salihli	
	Ort. Toplam Yağış (mm)	Ort. Sıcaklık (°C)	Ort. Toplam Yağış (mm)	Ort. Sıcaklık (°C)	Ort. Toplam Yağış (mm)	Ort. Sıcaklık (°C)
Ocak	87,1	6,2	120,7	6,7	67,5	6,3
Şubat	67,6	6,9	94,1	7,6	61,4	7,1
Mart	61,8	9,8	79,5	10,5	59,3	10,3
Nisan	54,7	14,5	59,8	15,1	48,3	15,1
Mayıs	36,7	19,7	34,8	20,5	31,3	20,4
Haziran	10,1	24,7	11,1	25,7	15,1	25,2
Temmuz	4,8	27,1	5,7	28,3	7,6	27,4
Ağustos	3,0	26,6	5,0	27,6	4,1	26,7
Eylül	16,4	22,5	14,4	23,4	14,4	22,4
Ekim	37,7	17,0	39,7	17,9	33,1	16,8
Kasım	83,5	11,0	100,4	11,7	64,9	11,1
Aralık	103,4	7,6	139,4	8,2	83,3	7,8
Top/Ort	566,8	16,1	704,6	16,9	490,3	16,4

3.1.3 Araştırma yerinin jeolojisi

Gediz Nehri geçmişte bir delta ovası olan Menemen ovası üzerinde sık sık yer değiştirmiştir. 19'uncu yüzyıl sonlarında İzmir Körfezinin güney kesimine doğru akan nehir, İzmir Limanını alüvyonlarıyla doldurması tehlikesinden dolayı nehrin ağzı 1886'da bugünkü yönüne çevrilmiştir. Gediz nehri yaklaşık 400 km² olan bir delta oluşturur. Gediz ovası doğu-batı doğrultulu tektonik kökenli bir ovadır. Batı Anadolu'nun büyük alüvyon yataklarından birisidir. Salihli, Alaşehir ve Sarıgöl'ün bulundukları vadinin kuzey ve güneyinde büyük dağlar metamorfiklerden meydana gelmiştir. Vadinin kuzeydoğusunda Kula bazaltları denilen dördüncü zamana ait genç volkanitler yer almaktadır. Havzanın esasını paleozoik'in ilk devrine (prekambriyum) ait

metamorfik kayalar (mermer, gnays, kuarsit) teşkil etmekte ve bunun yanı başında tersiyer'e ait neojen (flişler, greler), mezozoik'e ait kretase (kristalin şistler, mikaşist) görülmektedir. Volkanik ve metamorfik formasyon olarak Foça, Kula ve kısmen de Demirköprü barajı civarında bazalt, Emiralem, Saruhanlı, Demirci ve Selendi civarında andezit, Gördes, Demirköprü barajı, Demirci ve Selendi civarında gnays, Gölarmara, Salihli, Demirci ve kısmen Kula civarında mermer, Kemalpaşa, Manisa ve Akhisar civarında kalker, Turgutlu, Salihli arasında kuarsit, Selendi ve Gediz ilçesi civarında andesit, Turgutlu, Salihli arasında dar uzun şeritler halinde kristalin şist yer almaktadır (Ercan vd 1985).

3.1.4 Araştırma yerinin toprak özellikleri

Havzada tespit edilmiş 11 Büyük Toprak Grubunun (Çizelge 3.2) en yaygın olan Kireçsiz Kahverengi Orman toprağı % 28.27'lik bir orana sahiptir. Onları sırasıyla % 17.57 ile Kahverengi Orman toprakları % 12.93 ile Kireçsiz Kahverengi topraklar, % 9.63 ile Rendzinalar izlemektedir. Alüvyal topraklar % 10.33, Kırmızı Akdeniz toprakları % 4.06 ve Kolüvyal topraklar % 5.87 oranındadır. Kestanerengi topraklar % 1.93, Regosoller % 3.15 ve Yüksek Dağ Çayırı toprakları % 0.11'lik alanlara sahiptirler. Ayrıca havzada çıplak kayalıklar, ırmak taşkın yatakları ve kıyı kumulları da % 1.52'lik bir alan kaplamaktadırlar (Anonim 2003).

3.1.5 Araştırma yerinin bitki örtüsü

Gediz Havzasında içerilere doğru gidildikçe bitki örtüsü de toprak, iklim, topografya ve çevre şartlarına bağılı olarak değışiklik göstermektedir. Bu değışiklik ova vejetasyonu, maki formasyonu, ormanlar ve alpinik bitki örtüsü şeklindedir. Ova vejetasyonu entansif tarım nedeniyle hemen hemen kaybolmuş durumdadır. Entansif tarım yapılan vadi tabanında ve deltalarda pamuk, bağı, mısır (çoğunlukla tohumluk için), kışlık buğday, şeftali, vişne, kaysı, erik, fasulye, lahana, şeker pancarı, domates, biber yetiştirilmektedir. Vadi tabanının üst kısmında kalan alanlarda bağı, vişne, şeftali, kaysı

ve erik yaygındır. Ana sulama alanları dışında kalan alanlarda ise zeytin, kışlık buğday ve tütün üretimi yapılan temel ürünlerdir (Anonim 2003).

Çizelge 3.2 Gediz havzası büyük toprak gruplarının alansal ve oransal dağılımları

Büyük Toprak Grubu	Sembol	Alan (ha)	Alan (%)
Alüvyal	A	177230.655	10.33
Kestanereği	CE	33179.809	1.93
Kırmızı Kahverengi Akdeniz	E	46992.736	2.74
Kolüvyal	K	100598.385	5.87
Regosol	L	54037.472	3.15
Kahverengi Orman	M	301332.384	17.57
Kireçsiz Kahverengi Orman	N	484972.184	28.27
Rendzina	R	165219.783	9.63
Kırmızı Akdeniz	T	69577.891	4.06
Kireçsiz Kahverengi	U	221770.434	12.93
Diğer	-	54175.443	3.52
Toplam	-	1715204.060	100.00

3.1.6 Araştırma yerinin su kaynakları

Batı Anadolu’da bulunan Gediz Havzası, Ege Denizi, Küçük Menderes ve Bakırçay havzaları arasında yer almaktadır. Havza kuzey, güney ve doğudan yükseklikleri 2000 metreyi bulan dağlar, batıda da Ege Denizi tarafından çevrelenmiştir. Nehrin ana kollarını Deliniş, Selendi, Demirci, Nif, Alaşehir ve Kumçay akarsuları oluşturur. Bunun yanında Orta ve Aşağı Gediz’de Adala, Ahmetli, Menemen, Akhisar, ve Alaşehir ovaları bulunmakta ve bu ovalarda yaklaşık 110 000 hektarlık alana sahip sulama sistemleri bulunmaktadır (Çetinkaya ve Barbaros 2008).

Halihazırda Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü tarafından havzada birçok yatırım yapılmıştır. Bunlardan Demirköprü, Avşar ve Buldan barajları; Çömlekçi, Adala, Marmara, Emiralem, Ahmetli ve Buldan bağlamaları DSİ tarafından; Akpınar, Alaşehir, Sarıgöl, Adala I ve II, Gökkaya, Ahmetli, Maltepe, Menemen, Türkeli ve Emiralem sulama sistemleri ise sulama birlikleri tarafından işletilmektedir. Havzadaki belli başlı su yapıları sulama amaçlıdır. Demirköprü, Avşar ve Buldan baraj gölleri ve Marmara

Gölu 110 000 hektarlık tarımsal sulama alanını beslemektedir. Gediz Havzasında hali hazırda tarımsal su ihtiyacı genelde yüzeysel sulardan, endüstriyel ve kentsel su ihtiyaçları ise yeraltı suyundan karşılanmaktadır (Çetinkaya ve Barbaros 2008).

Gediz Havzasında mevcut suyun (61 mm/yıl) neredeyse tamamı kentsel, endüstriyel ve tarımsal su ihtiyacının karşılanmasında kullanılmaktadır. Mevcut yıllık yüzeysel su potansiyelinin (53 mm/yıl) yaklaşık olarak % 75'i havzada sulama amaçlı tahsis edilmektedir. Sulama suyu talebi her ne kadar yıldan yıla değişse de, havza boyunca ortalama olarak 39 mm/yıl civarındadır. Bunun yanında yer altı suyundan (8~9 mm/yıl) karşılanan kentsel su ihtiyacı ise hızlı nüfus artışına bağlı olarak giderek artmaktadır (Çetinkaya ve Barbaros 2008).

3.1.7 Araştırma yerinde yağış ve akım istasyonları

Gediz havzasında Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü ile Elektrik İşleri Etüt İdaresine (EİEİ) ait günlük akımları ölçtükleri gözlem istasyonları (EİEİ'ye ait 10 adet ve DSİ'ye ait 21 adet akım gözlem istasyonu) ve Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün (DMİ) iklim istasyonları (9 adet) mevcuttur. Ancak bu çalışmada Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü'ne bağlı 9 istasyonun akım verileri ve Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı havza içinde 9 ve havza yakınında 5 olmak üzere toplam 14 istasyonun iklim verileri kullanılmıştır. Verileri Kullanılan iklim istasyonları ve özellikleri Çizelge 3.3'de, akım İstasyonları ve özellikleri ise Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.3 İklim verilerinin kullanıldığı meteoroloji istasyonları ve özellikleri

İstasyonlar	Yükseklik (m)	Koordinat	Tipi
Akhisar (17184)	93	27° 82' K ve 38° 92' D	Büyük Klima
Bergama (17742)	53	27° 18' K ve 39° 13' D	Büyük Klima
Bornova (17790)	27	27° 22' K ve 38° 47' D	Büyük Klima
Demirci (17746)	851	28° 65' K ve 39° 05' D	Büyük Klima
Dikili (17180)	3	26° 88' K ve 39° 05' D	Büyük Klima
Gediz (17750)	825	29° 42' K ve 39° 05' D	Büyük Klima
Güney (17824)	806	29° 07' K ve 38° 15' D	Büyük Klima
Manisa (17186)	71	27° 43' K ve 38° 62' D	Büyük Klima
Menemen (11111)	11	27° 02' K ve 38° 37' D	Büyük Klima
Nazilli (17860)	60	28° 33' K ve 37° 92' D	Büyük Klima
Ödemiş (17822)	117	27° 97' K ve 38° 23' D	Büyük Klima
Salihli (17792)	111	28° 13' K ve 38° 48' D	Büyük Klima
Simav (17748)	809	28° 98' K ve 39° 08' D	Büyük Klima
Uşak (17188)	919	29° 40' K ve 38° 67' D	Büyük Klima

3.1.8 Araştırma yerinde bulunan sulama birlikleri

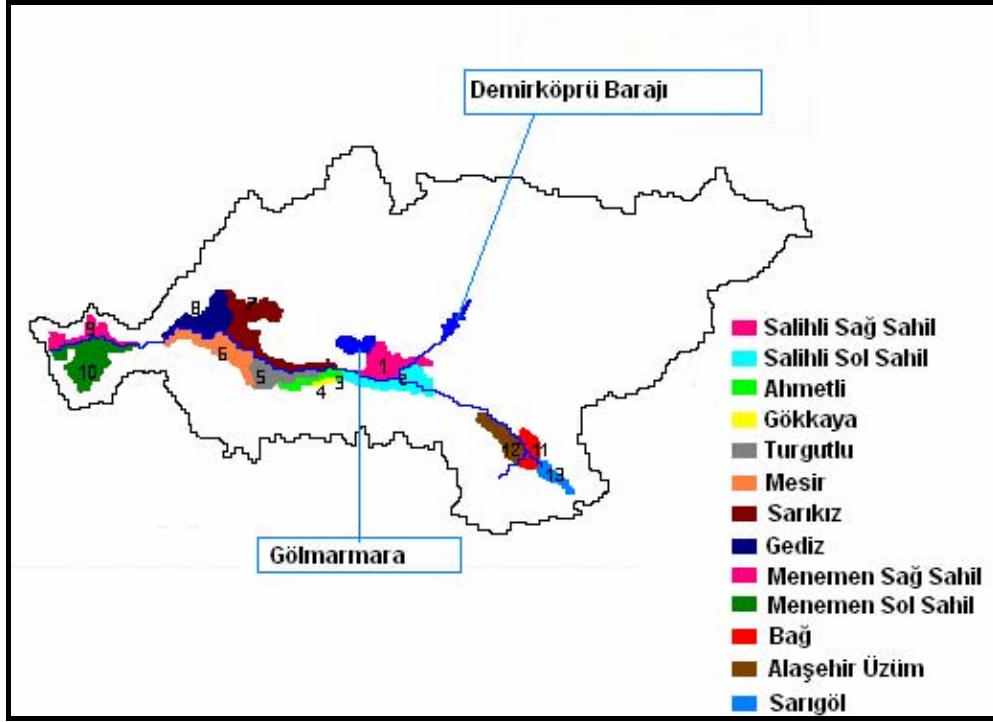
Gediz havzasında toplam 13 adet sulama birliği vardır. Sulama birliklerinin adı, bulunduğu il ve ilçe ile ha cinsinden net sulama alanları Çizelge 3.5'de verilmiştir. Menemen Sol Sahil Sulama Birliği 16500 hektar ile en büyük, Gökkaya ve Çevre Köyleri Sulama Birliği ise 997 hektar ile en küçük net sulama alanına sahiptir. Havzada bulunan sulama birliklerinin konumu ve hizmet alanları Şekil 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.4 Akım verilerinin kullanıldığı akım istasyonları ve özellikleri

İstasyonlar	Yükseklik (m)	Koordinat	Yağış Alanı (km ²)	Gözleme Başlama Tarihi	Seviye Ölçer
Deliniş Deresi-Topuzdamları (515)	375	25° 33' 15'' D 38° 43' 27'' K	739,6	14.04.1960	Eşel
Demirci Çayı-Borlu Köprüsü (522)	245	28° 28' 58'' D 38° 45' 23'' K	818,8	01.06.1970	Eşel ve Limnigraf
Gediz Nehri-Acısü (523)	348	28° 43' 12'' D 38° 38' 26'' K	3272,4	01.10.1969	Eşel ve Limnigraf
Gediz Nehri-Manisa (518)	23	27° 26' 30'' D 38° 38' 41'' K	15616,4	09.02.1962	Eşel ve Limnigraf
Kumçay-Killik (510)	55	27° 40' 58'' D 38° 47' 36'' K	3184,8	11.05.1951	Eşel
Medar Çayı-Kayalıoğlu (509)	77	27° 46' 07'' D 38° 53' 26'' K	901,6	10.11.1951	Eşel ve Limnigraf
Murat Çayı-Sazköy (524)	790	29° 30' 45'' D 38° 57' 26'' K	176,0	01.10.1972	Eşel ve Limnigraf
Selendi Çayı-Dereköy (514)	345	28° 42' 01'' D 38° 41' 57'' K	689,6	12.04.1960	Eşel
Yiğitler Deresi-Yiğitler (525)	158	27° 36' 47'' D 38° 24' 44'' K	64,0	07.11.1973	Eşel ve Limnigraf

Çizelge 3.5 Gediz havzasında yer alan sulama birlikleri ve net sulama alanları (ha)

Sulama Birliği Adı	İli	İlçesi	Net Sulama Alanı (ha)
Ahmetli Sulama Birliği	Manisa	Ahmetli	3275
Bağ Sulama Birliği	Manisa	Sarıgöl	4486
Gediz Sulama Birliği	Manisa	Merkez	10962
Gökkaya ve Çevre Köyleri Sulama Bir.	Manisa	Ahmetli	997
Menemen Sağ Sahil Sulama Birliği	İzmir	Menemen	6365
Menemen Sol Sahil Sulama Birliği	İzmir	Menemen	16500
Mesir Sulama Birliği	Manisa	Merkez	13679
Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği	Manisa	Salihli	9101
Salihli Sol Sahil Sulama Birliği	Manisa	Salihli	9237
Sarıgöl Sulama Birliği	Manisa	Sarıgöl	1927
Sarıköz Sulama Birliği	Manisa	Saruhanlı	13702
Turgutlu Sulama Birliği	Manisa	Turgutlu	12102
Üzüm Sulama Birliği	Manisa	Alaşehir	6930
Toplam			109263



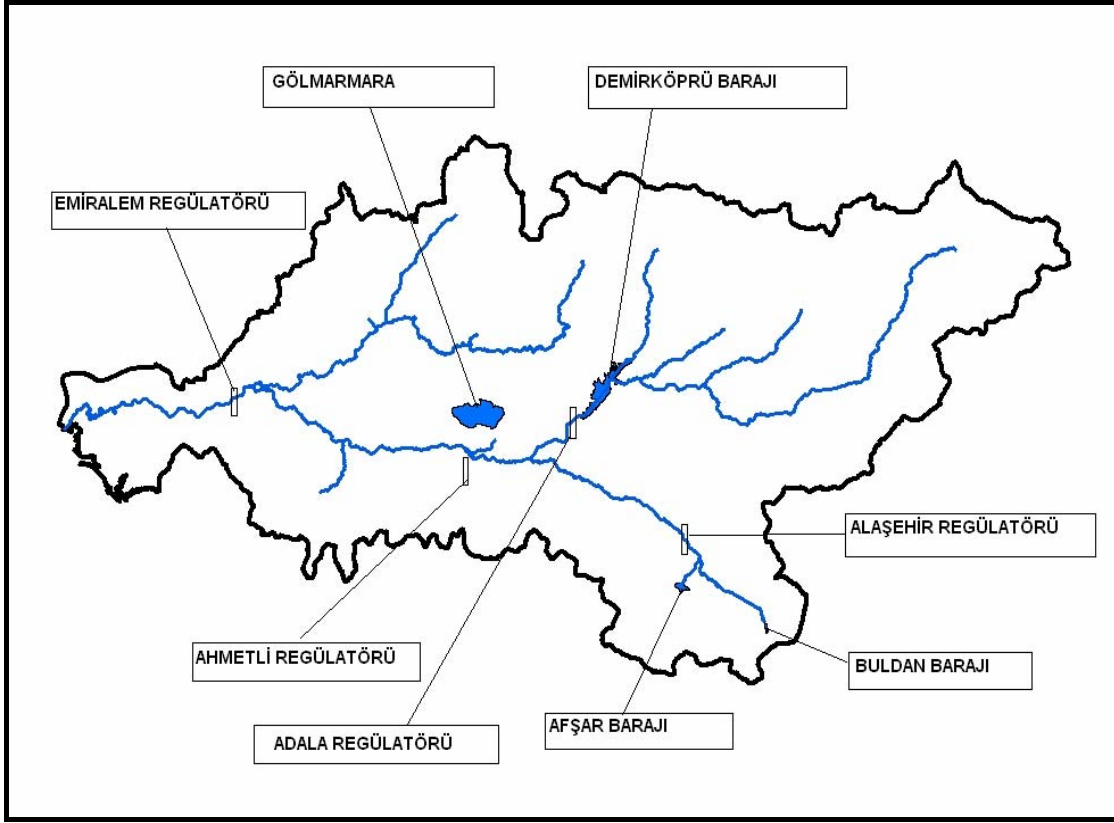
Şekil 3.2 Gediz havzasında bulunan sulama birliklerinin konumu ve hizmet alanları

3.1.9 Araştırma yerinin sulama altyapısı

Gediz Havzasında geçtiğimiz 50 yıl içerisinde sulamaya yönelik oldukça önemli yatırımlar yapılmıştır. İlk modern sulama sistemi 1940'lı yıllarda Adala Kasabası yakınında yapılmıştır. Bu sulama sistemi toprak dolgu kanallardan ibaret olup amacı Gediz nehrinden su saptırarak Göl Marmara'ya kadar uzanan alanı sulamaktadır. Demirköprü Barajının inşaatından sonra sulama sistemi tamamıyla yeniden inşa edilmiştir.

Demirköprü Barajının inşası 1960 yılında tamamlanmıştır ve baraj inşaatının öncelikli amacı taşkın kontrolüdür. Baraj inşaatı ile aynı zamanda hidroelektrik üretimi ve taşkın kontrolü ile barajda depolanan suyun yaz aylarında sulamada kullanımı amaçlanmıştır. Taşkın kontrolünün etkin bir şekilde sağlanması ile sistematik sulamaya geçilmiş ve hemen sonrasında Adala, Ahmetli ve Emiralem regülatörleri ile havzada daha geniş

alanları sulayabilmek amacıyla Alaşehir yakınlarında Alaşehir regülatörü, Avşar ve Buldan barajları inşa edilmiştir (Şekil 3.3).



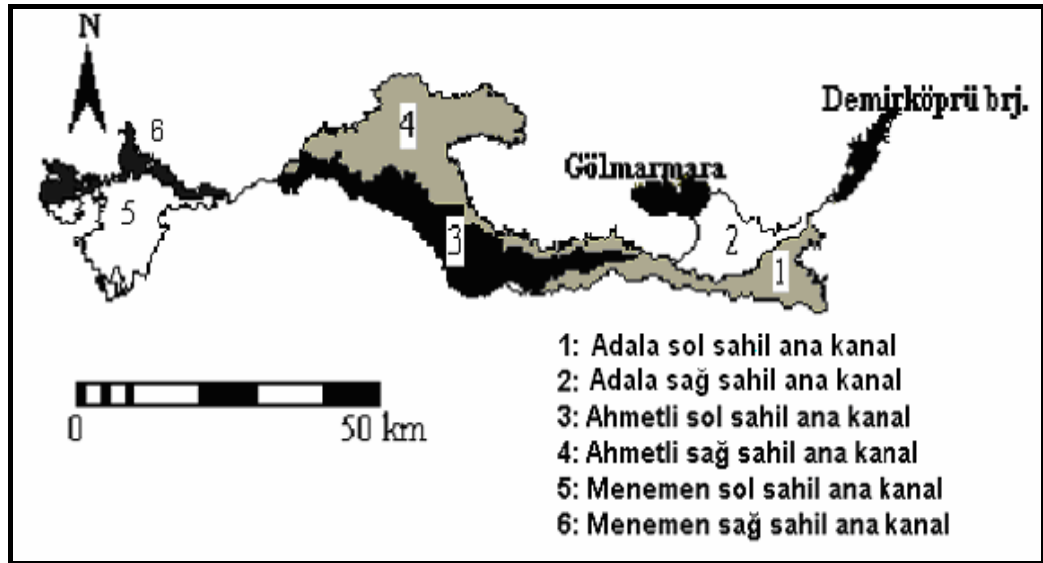
Şekil 3.3 Gediz havzasında sulama altyapısı

1995 yılına kadar Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından yürütülen Gediz Havzası Sulama Sisteminin işletimi 1995 yılında kurulan 13 adet sulama birliğine devredilmiştir. Sistemde su, aşağı Gediz Havzasında Demirköprü Barajından alınarak, membadan mansaba doğru sırasıyla Adala, Ahmetli ve Emiralem Regülatörleri ve bunlara bağlı 6 adet ana kanal aracılığıyla 10 sulama birliğine dağıtılmaktadır. Alaşehir ovasında ise su Avşar ve Buldan Barajlarından alınmakta ve ovada bulunan 3 sulama birliğine dağıtılmaktadır. Sulamanın yoğun olduğu aylarda, ek su kaynağı olarak Gölarmara Gölü'nden Ahmetli ve Emiralem Regülatörlerine ait ana kanallara su verilmektedir (Şekil 3.4, Çizelge 3.6).

3.1.10 Araştırmada kullanılan veriler

3.1.10.1 İklim ve akım verileri

Gediz havzasında yağış, akım ve evapotranspirasyon değerlerinin zaman dizileri analizinde, yağış için; Çizelge 3.3’de verilen iklim istasyonlarından Akhisar, Manisa, Menemen ve Salihli istasyonlarının 1974-2005 yılları arasındaki aylık yağış verileri, evapotranspirasyon için Manisa ve Menemen istasyonlarının 1974-2005 yılları arasındaki aylık evapotranspirasyon verileri; akım için ise Çizelge 3.4’de verilen tüm akım istasyonlarının 1974-2005 yılları arasındaki aylık akım verileri kullanılmıştır. Gediz havzasının su bütçesinin oluşturulmasında Çizelge 3.3’de verilen tüm iklim istasyonlarının 1995-2007 yılları arasındaki günlük iklim verileri kullanılmıştır.



Şekil 3.4 Aşağı Gediz havzası sulama sisteminde ana kanal hizmet alanları

Çizelge 3.6 Gediz havzası sulama sisteminde yer alan ana kanallar, hizmet ettikleri birlikler ve net sulama alanları

Kanallar	Sulama Birliği	Net Sulama Alanı (ha)	Su Kaynağı
Adala sol	Salihli Sol Sahil, Gökkaya, Ahmetli, Turgutlu	13 696	Demirköprü Barajı
Adala sağ	Salihli Sağ Sahil	9 101	
Ahmetli sol	Ahmetli, Turgutlu, Mesir	23 026	Demirköprü Barajı ve Gölarmara
Ahmetli sağ	Ahmetli, Turgutlu, Sarıkız, Gediz	27 232	
Menemen sol	Menemen Sol Sahil	16 500	
Menemen sağ	Menemen Sağ Sahil	6 365	
Alaşehir sol	Üzüm	6 930	Avşar
Alaşehir sağ	Bağ	4 486	Avşar
	Sarıgöl	1927	Buldan

3.1.10.2 Toprak haritaları

Mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü bünyesinde bulunan Ulusal Bilgi Merkezi tarafından sayısallaştırılan 1/25000 ölçekli toprak haritaları Gediz Havzasını kapsayacak şekilde temin edilmiş ve topoğrafik haritalardan çıkarılan havza sınırı ile kesilerek havzanın mevcut toprak özellikleri ortaya konmuştur. Salihli sulama alanına ait detaylı toprak verileri ayrıca sayısallaştırılarak veri tabanları oluşturulmuş ve veri analizleri yapılmıştır. Toprak haritalarının kalitatif ve kantitatif özelliklerinden su bütçesinin bir bileşeni olan yüzey akışın modellenmesinde yararlanılmıştır.

3.1.10.3 Topoğrafik haritalar

Gediz Havzasına ait sayısal 1/25000 ölçekli topoğrafik haritaların tümü Harita Genel Komutanlığından temin edilmiştir. Söz konusu haritalardan yararlanılarak havzanın Sayısal Arazi Modeli (SAM) oluşturulmuş ve havzaya ait eğim ve bakı gibi özellikler belirlenmiştir. Gediz havzasının alt havzalara bölünmesinde topoğrafik haritalardan oluşturulan Sayısal Arazi Modelinden (SAM) yararlanılmıştır.

3.1.10.4 Uydu görüntüleri

Gediz Havzasına ait 1987, 2000, 2001, 2005, 2006 ve 2007 yıllarının 179-033, 180-033 ve 181-033 çerçeve No'lu Landsat Uydu Görüntüleri temin edilmiştir. Ancak sadece 2006 yılına ait görüntü kuru ve sulu tarım alanlarının ayırt edilmesine imkan tanıyan Ağustos ayına ait bir görüntüdür. Bu nedenle Gediz havzasının arazi kullanım durumunun görüntü işleme teknikleri ile belirlenmesinde 2006 yılı Landsat Uydu Görüntüsü kullanılmıştır. Sınıflandırmada kullandığımız Landsat TM görüntüsünün taşıdığı Tematik Mapper (TM) algılayıcısının ölçüm yaptığı spektral bantlar ve bunların ana uygulama alanları aşağıda gösterilmiştir:

Bant-1 (0.45 -0.52 μm): Su yüzeylerini tespit etmek, orman tiplerini belirlemek için kullanılır. Toprağın bitkilerden ayırt edilmesinde rol oynar.

Bant - 2 (0.52 -0.62 μm): Bitkilerin canlılığını saptamada; görülen spektrumda ki yeşil bölgede oluşan pik yansımanın ölçülmesinde kullanılır.

Bant - 3 (0.63 -0.69 μm): Klorofil soğurma bandı olup, bitki türlerinin ayırt edilmesinde önemli rol oynar.

Bant - 4 (0.76 -0.90 μm): Yoğun bitki örtüsünün tespitinde, tarımsal bitkilerin ayırt edilmesinde ve su kütlelerinin ayırt edilmesinde yararlanır.

Bant - 5 (1.55 -1.75 μm): Bitki ve topraktaki nemi gösterir. Aynı zamanda karın buluttan ayırt edilmesinde yardımcı olur.

Bant - 6 (10.40 -12.50 mm): Termal kızılötesi bant olup suda kirlenme tespitinde, yerleşim üretim alanlarının tespitinde ayrıca toprağın nemi ve volkan araştırmalarında faydalanılır.

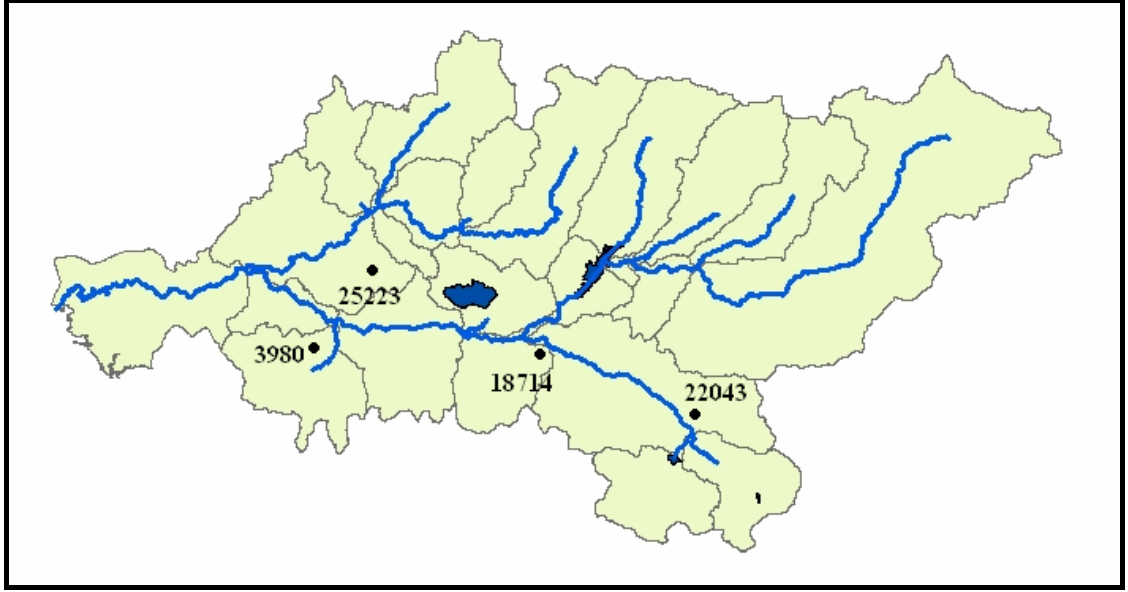
Bant – 7 (2.08 -2.35 mm): Kayaç cinslerinin ayırt edilmesinde ve hidro-termal haritalamada kullanılabilir.

3.1.10.5 Araştırma yerine ait yeraltı suyu gözlem verileri

Gediz Havzasında bulunan Karahüyük ovası yeraltı suyu işletme sahasında 7 ve Manisa ovası işletme sahasında 3 adet rasat kuyusu bulunmaktadır. Bu rasat kuyularında yer altı suyu seviyeleri aylık olarak Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından ölçülmektedir. Gediz havzası sınırları içerisinde Manisa ve İzmir ilinde bulunan rasat kuyularına ait bilgiler Çizelge 3.7’de, havzada bulundukları yerleri gösteren harita Şekil 3.5’de verilmiştir. Şekil 3.5’den de görüldüğü gibi, su seviyeleri aylık olarak ölçülen rasat kuyuları havzada sulama birliklerinin bulunduğu alanlarda yer almaktadır.

Çizelge 3.7 Manisa ve İzmir illerinde bulunan rasat kuyularının koordinatları ve özellikleri

Kuyu No	22043	3980	18714A	25223/R2
Adı	Merkez	Armutlu	Kabazlı	Sarıköz
x Doğu	571 929	547 704	605 889	564 928
y Batı	4 262 295	4 254 914	4 259 759	4 291 170
Açıldığı yıl	06.10.1973	02.11.1973	31.10.1974	21.03.1979
Q verim (l/s)	39	30	11	30
İlçesi	Alaşehir	Kemalpaşa	Salihli	Akhisar



Şekil 3.5 Manisa ve İzmir illerinde bulunan rasat kuyuları

3.1.10.6 Araştırma yerine ait sulama verileri

Gediz Havzasında yer alan Avşar ve Buldan barajlarına ait 1981-2008 yılları arası Demirköprü barajı ve Göl Marmara'ya ait 1989-2008 yılları arası sulamanın başladığı ve bittiği tarihlerde barajlardaki kot değerleri ve kullanılan su miktarları Çizelge 3.8 ve 3.9'da verilmiştir. Ayrıca 1995 ve 2007 yıllarında sulama birliklerinin sulama sonuçları sulama birliklerinden temin edilerek bu çalışmada temel veri olarak kullanılmıştır.

Çizelge 3.8 Avşar ve Buldan Barajlarına ait 1981-2008 sulama dönemi kot değerleri ve kullanılan su miktarları

Yıl	Avşar Barajı						Sulamada Kullanılan Su Miktarı (hm ³)	YAS (hm ³)	Buldan Barajı						Sulamada Kullanılan Su Miktarı (hm ³)
	Sulama Başlangıç			Sulama Bitiş					Sulama Başlangıç			Sulama Bitiş			
	Tarih	Kot (m)	Depolanan Su Hacmi (hm ³)	Tarih	Kot (m)	Depolanan Su Hacmi (hm ³)			Tarih	Kot (m)	Depolanan Su Hacmi (hm ³)	Tarih	Kot (m)	Depolanan Su Hacmi (hm ³)	
1981	05.06	256,62	69	25.09	247,62	30	39		05.06	497,77	48	18.09	491,69	32	16
1982	11.06	256,58	69	24.09	245,88	24	45		22.06	496,95	45	24.09	491,76	32	13
1983	03.06	255,06	61	19.09	246,03	25	36		26.06	494,82	40	15.09	4898,9	27	13
1984	07.06	257,49	74	21.09	245,15	22	52	2	12.06	497,64	48	21.09	491,87	32	16
1985	02.06	255,73	65	20.09	240,79	12	53	11	02.06	494,71	39	20.09	486,9	21	18
1986	02.06	250,93	42	12.09	238,08	7	35	14	11.06	489,41	26	12.09	480,78	12	14
1987	09.06	253,36	53	11.09	241,30	13	40	15	16.06	486,10	15	11.09	475,99	6,0	9
1988	06.06	252,55	49	11.09	239,00	8	41	17	28.06	481,68	10	11.09	472,44	5,0	5
1989	08.06	243,99	19	04.08	237,23	6	13	18	08.06	477,00	6,4	07.08	470,91	2,9	3,5
1990	05.06	247,18	28	02.08	237,01	6	22	15	08.06	476,12	5,8	20.07	470,62	2,8	3
1991	13.06	246,09	24	10.07	240,41	11	13	12	28.06	473,93	4,5	10.07	470,72	2,9	1,6
1992	15.06	244,31	20	24.07	237,37	6	14	12	15.06	4443,74	4,2	26.07	471,08	3,00	1,2
1993	07.06	250,86	41	30.07	240,48	11	30	10	10.06	478,00	7,2	19.07	472,51	3,7	3,5
1994	09.06	245,88	24	06.07	238,6	8	16	9	15.06	474,17	4,6	22.07	470,7	2,8	1,8
1995	05.06	255,29	62	19.08	246,19	25	37	11	07.06	481,24	9,9	13.07	473,92	4,5	5,4
1996	03.06	256,82	70	19.08	246,29	25	45	4	03.06	481,0	9,7	11.08	473,13	4,0	5,7
1997	02.06	256,77	70	15.08	247,72	30	40	2	16.06	479,27	8,2	07.08	472,95	3,9	4,3
1998	15.06	258,92	82	21.09	250,5	40	42	3	16.06	485,3	14,4	28.08	479,08	8,0	6,4
1999	01.06	257,85	76	19.08	250,1	39	27	2	03.06	488,15	18,5	13.09	483,24	12	6,5
2000	05.06	258,93	82	21.08	248,62	33	49	4	05.06	488,13	18,5	14.09	481,23	9,9	8,6
2001	04.06	248,9	34	23.07	238,03	7	27	11	04.06	481,71	10,4	21.09	471,02	3	7,4
2002	27.05	258,44	79	26.08	248,95	34	45	1	27.05	485,04	14,01	29.08	476,04	5,8	8,3
2003	09.06	259,14	83	26.09	248,47	35	48	2	09.06	485,01	14,1	17.09	473,6	4,7	9,4
2004	05.06	255,1	62	22.08	241,69	14	48	7	01.06	483,66	12,5	22.08	473,4	4,2	8,3
2005	09.06	250,55	41	31.07	237,9	7	34	10	15.06	476,09	5,8	31.07	471,4	3,1	2,7
2006	26.05	257,23	73	27.08	244,32	20	53	2	29.05	481,79	10,4	30.08	471,98	3,4	7
2007	11.06	246,32	25	14.07	239,7	10	15	11	14.06	472,99	3,9	19.07	470,58	2,8	1,1
2008	03.06	249,16	35	14.07	239,40	9	26	6.6	03.06	476,63	6,0	19.07	471,12	3	1

Çizelge 3.9 Demirköprü Barajı ve Gölarmara'ya ait 1989-2008 sulama dönemi kot değeri ve kullanılan su miktarları

Yıl	Demirköprü Barajı						Sulamada Kullanılan Su Miktarı (hm ³) (I)	Gölmarmara						Sulamada Kullanılan Su Miktarı (hm ³) (II)	Sulamada Kullanılan Toplam Su Miktarı (hm3) (I+II)
	Sulama Başlangıç			Sulama Bitiş				Sulama Başlangıç			Sulam Bitiş				
	Tarih	Kot (m)	Depolanan Su Hacmi (hm ³)	Tarih	Kot (m)	Depolanan Su Hacmi (hm ³)		Tarih	Kot (m)	Depolanan Su Hacmi (hm ³)	Tarih	Kot (m)	Depolanan Su Hacmi (hm ³)		
1989	03.07	225,68	345	22.08	215,5	142	203	08.07	74,33	56	04.08	73,68	30	26	229
1990	06.07	226,8	374	18.08	217,08	168	206	09.07	73,93	41	17.08	73,15	14	27	233
1991	07.07	229,68	457	24.08	218,79	198	259	15.07	74,11	49	19.08	73,21	16	33	292
1992	19.07	224,87	322	13.08	217,64	178	144		72,61					0	144
1993	04.07	230,34	478	17.08	219,04	203	275	09.07	74,29	54	13.08	73,67	29	25	300
1994	04.07	227,13	383	08.08	218,23	188	195	14.07	73,88	36	02.08	73,67	29	7	202
1995	07.06	233,8	596	31.08	219,85	218	378	06.07	75,11	90	26.08	74,35	55	35	413
1996	06.06	233,93	600	01.09	219,54	212	388	09.06	76,04	136	01.09	74,24	51	85	473
1997	26.06	232,51	551	04.09	218,39	191	360	01.07	75,38	103	29.08	74,35	55	48	408
1998	22.06	240,65	865	14.09	230,49	483	382	22.06	77,86	236	11.09	76,24	146	90	472
1999	07.06	243	968	18.09	233,47	584	384	12.06	78,28	262	07.09	76,79	179	83	467
2000	07.06	241,92	920	16.09	229,55	453	467	12.06	77,87	237	09.09	76,54	162	75	542
2001	23.06	230,38	480	17.08	218	184	296	19.06	76,02	135	17.08	73,70	30	105	401
2002	30.05	239,58	819	09.09	227,49	392	427	05.06	77,60	220	08.09	76,03	135	85	512
2003	11.06	241,03	881	10.09	229,45	450	431	16.06	78,49	275	09.09	76,72	171	104	535
2004	08.06	238,58	778	07.09	227,16	364	414	09.06	77,87	233	04.09	75,87	124	109	523
2005	14.06	236,00	676	04.09	222,21	266	410	14.06	77,26	201	01.09	75,56	112	89	499
2066	29.05	239,9	833	07.09	226,11	356	477	03.06	78,19	256	04.09	76,39	154	102	579
2007	15.06	228,7	427	07.08	216,77	163	264	17.06	75,89	128	29.07	73,95	39	89	353
2008	13.06	227,74	399	27.07	216,5	158	241	15.06	73,81	34	11.07	73,39	21	13	254

Gediz Havzasında tarımsal sulama suyu ihtiyacının bir bölümü yeraltı suyu (YAS) kaynaklarından temin edilmektedir. Havzada 14 adedi Sarıgöl Sulaması sahası ve 72 adedi Alaşehir Sulama sahası içerisinde olmak üzere toplam 86 YAS kuyusu toplam 13743 ha alanı sulamak amacıyla sulama kooperatifleri tarafından işletilmektedir. Ayrıca, havzada, Manisa ili sınırları dahilinde Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından inşa edilip Sulama Kooperatiflerine devredilen 84 adet YAS kuyusu ile toplam 2810 ha alan sulanmaktadır. İzmir ili sınırları içerisinde, Gediz Havzasına dahil alanda 44 adet YAS kuyusu 1320 ha alanı sulamak üzere sulama kooperatiflerince işletilmektedir. Gediz havzası sınırları içerisinde İzmir ve Manisa illerinde bulunan Yeraltısuyu Sulama Kooperatiflerinin isimleri, sulama alanları, kuyu sayıları, debileri ve yıllık rezerv miktarları Çizelge 3.10'da verilmiştir.

Çizelge 3.10 İzmir ve Manisa illerinde Gediz havzası sınırları içerisinde bulunan Yeraltısuyu (YAS) Sulama Kooperatifleri

Kooperatif Adı	Sulama Alanı (ha)	Kuyu (adet)	Debi (l/s)	Rezerv (hm ³ /yıl)
İzmir				
Foça-Ilıpınar	150	6	120	1.201
Kemalpaşa-Armutlu (I)	220	4	160	1.728
Kemalpaşa-Armutlu (II)	150	5	125	0.926
Kemalpaşa-Aşağı Kızılca (I)	150	5	150	1.347
Kemalpaşa-Aşağı Kızılca (II)	200	4	180	1.331
Kemalpaşa-Halilbeyli	170	7	70	0.792
Kemalpaşa-Yiğitler	120	3	105	0.783
Kemalpaşa-Sinancılar	100	6	90	0.665
Menemen-Çukurköy	60	4	40	0.400
Manisa				
Akhisar-Beyoba	1435	28	1120	7.064
Akhisar-Çobanhasan	114	4	75	0.538
Akhisar-Mecidiye	100	7	105	0.729
Akhisar-Moralılar	200	9	135	1.029
Akhisar-Ovaköy (Medar)	200	7	175	1.786
Akhisar-Sazoba (I)	338	10	335	2.695
Akhisar-Sazoba (II)	100	7	105	0.730
Akhisar-Çamönü (I)	180	4	100	0.768
Akhisar-Sarıçalı	120	4	100	0.790
Akhisar-Kızlaralanı	98	7	84	0.589
Alaşehir-Badınca	100	7	105	0.715
Alaşehir-Belenyaka	76	5	75	0.390
Merkez-Sancaklı-İğdecik	175	4	140	0.977
Merkez-Şamar	30	1	20	0.137
Salihli-Kabazlı	105	4	68	0.515
Salihli-Köseali	100	5	100	0.798
Salihli-Taytan	150	5	125	0.774
Salihli-Yeşilkavak	50	3	60	0.305
Salihli-Akören	50	4	40	0.267
Salihli-Yeniköy	40	1	25	0.147
Sarıgöl-Avşar	50	2	30	0.211
Sarıgöl-Çavuşlar	150	8	160	0.872
Sarıgöl-Çimentepe	60	4	60	0.279
Sarıgöl-Dadağlı	100	7	105	0.609

3.2 Yöntem

3.2.1 Gediz havzasının yağış ve akım verilerinin zaman dizileri analizi

Gediz havzasında yağış ve akım gözlem dizilerinin homojenliğini, rasgele olup olmadıklarını, ardışık gözlemler arasında bir ilişki olup olmadığını, artma veya azalma eğilimine sahip olup olmadıklarını belirlemek amacıyla zaman dizileri analizi yapılmıştır.

Zaman dizileri analizi yapılacak olan akım istasyonlarının gözlem sürelerinin eşit ya da olabildiğince birbirine yakın olması istenir (Türkeş 2002). Gediz havzasında yer alan ve Çizelge 3.4’de verilen akım istasyonlarının gözleme başlama tarihleri birbirlerinden farklı olduğu için ortak başlangıç yılı olarak 1974 yılı seçilmiş ve bu nedenle Akhisar, Manisa, Salihli ve Menemen istasyonları yağış gözlem verileri de bu yıl temel alınarak kullanılmıştır.

Bu çalışmada, teorisi ayrıntılı olarak Sneyers (1990) ve Türkeş (2002)’de bulunan ve çok yeni çalışmalarında Türkeş vd (2002a, b) tarafından uygulanan çoğu parametrik olmayan istatistiksel zaman dizisi yöntemleri temel alınmıştır. 32 yıllık (1974-2005) akım ve yağış verilerinin zaman dizisi çözümlemelerinde, sırasıyla aşağıdaki istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Ortalamaların ve varyansların homojenliğini belirlemek için *Kruskall-Wallis (K-W) türdeşlik sınaması* uygulanmıştır. Bu yöntem etkili bir parametrik olmayan türdeşlik sınamasıdır. Gözlemlerin rasgele olup olmadığını belirlemek amacıyla, parametrik olmayan bir yöntem olan *gidişler sınaması* uygulanmıştır. Gözlem dizisi için belirlenen ortanca değerin altında ve üstünde giden ardışık gözlem gruplarının her biri gidiş olarak kabul edilmiş ve gidişlerin sayısı bunların toplamıyla belirlenmiştir. Gözlem dizisini oluşturan ardışık gözlemler arasında bir ilişki ya da bir dizisel bağımlılık olup olmadığını araştırmak için de, parametrik otokorelasyon sınamasının parametrik olmayan karşılığı olan *Wald-Wolfowitz (W-W) dizisel ilişki sınaması* kullanılmıştır. Bu sınama, genel olarak gözlem dizilerindeki

rasgele olmama durumunun göreceli olarak düşük sıklıklı değişimlerle ilişkili olarak tanımlanabileceği ya da açıklanabileceği varsayımına dayanmaktadır (Türkeş 2002). Akım ve yağış dizilerindeki doğrusal olmayan uzun süreli eğilimlerin, değişiklik noktalarının ve belirgin nemli ve kurak dönemlerin belirlenmesi amacıyla, parametrik olmayan *Mann-Kendall (M-K) sıra ilişki katsayısı* uygulanmış ve bu yöntemin ardışık çözümlemesiyle doğrusal eğilimler grafiksel olarak belirlenmiştir. Doğrusal eğilimlerin belirlenmesi için ise, *en küçük kareler doğrusal regresyon (EKKDR)* hesaplamalarından elde edilen X katsayısının (β) anlamlılığı için *Student'in t sınamasından* yararlanılmıştır. Gözlem dizilerindeki yıllararası değişkenlik, 9 noktalı Gauss süzgeciyle düzgünleştirilmiştir. Akım ve yağış dizilerindeki yıldan yıla değişimler arasındaki olası ilişkinin saptanmasında, *Pearson'ın ilişki katsayısı r* hesaplanmış ve r 'nin anlamlılığı *Student'in t sınaması* ile değerlendirilmiştir. Manisa ve Menemen istasyonlarının 1974-2005 yıllarına ait evapotranspirasyon değerleri ise Penman-Monteith yöntemi (Monteith 1965) ile belirlendikten sonra yukarıda belirtilen yöntemler ile analiz edilmiştir.

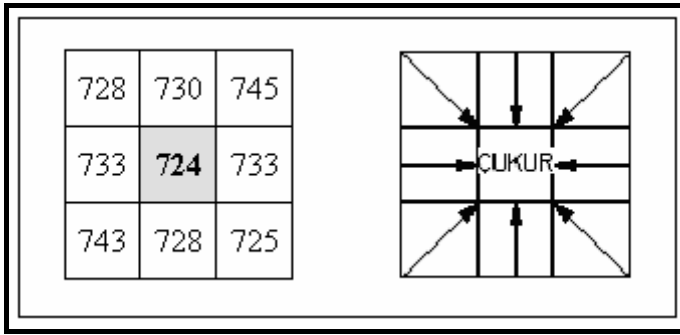
3.2.2 Gediz havzası yeraltı suyu seviyelerinin analizi

Yeraltı suyu seviyelerinin değerlendirilmesinde Gediz havzası sınırları içerisinde Manisa ve İzmir ilinde bulunan rasat kuyularından 22043-Alaşehir, 3980-Armutlu, 18714A-Kabazlı ve 25223/R2-Sarıköz kuyularına ait (Çizelge 3.7) veriler kullanılmıştır. Yeraltı suyu seviyelerinin 1991-2008 yılları itibarıyla aylık olarak değişiminin grafiksel olarak değerlendirilmesi yapılmış ve gözlem kuyularının bulunduğu yörede bulunan sulama birliklerinin yıllar itibarıyla sulama sezonu başlangıç ve bitiş sezonunda su seviyelerindeki değişim analiz edilmiştir.

3.2.3 Gediz havzasına ait alt havzaların belirlenmesi

Çalışmada havzaların ve alt havzalarının belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan D8 yöntemi kullanılmıştır. D8 yönteminin uygulaması ile havza sınırlarının belirlenmesi bir seri aşama ile gerçekleştirilmektedir. D8 yöntemi diğer birçok yaklaşımda olduğu gibi,

çukur ve düz alanlar ile akışı engelleyen yapıların bulunması durumlarında drenaj ağının belirlenmesinde bazı zorluklara sahiptir (Garbrecht and Martz 1999). Bu sorunlar genellikle, sayısal yükseklik modeli üretilirken oluşan enterpolasyon hataları ve veri karmaşıklığından ortaya çıkmaktadır. Bu çukur ve çöküntü alanlara ilişkin grid hücre değerleri tüm komşu hücre değerlerinden daha düşüktür ve bu durumda herhangi bir komşu hücreye doğru akış engellenmektedir (Jenson and Domingue 1988, Venkatachalam *et al.* 2001). Şekil 3.6’da çevresindeki tüm komşu hücrelerden düşük bir değere sahip bir hücre örneği verilmiştir.



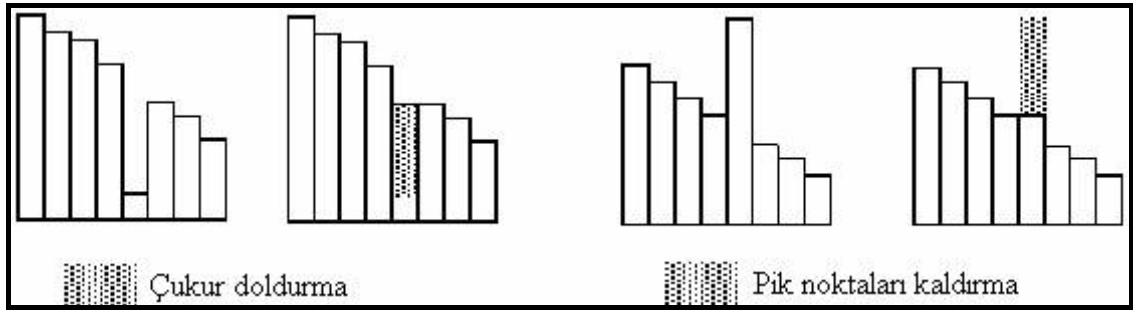
Şekil 3.6 Suyun çukura doğru akış yönleri

Şekilde de görüldüğü gibi, tüm akışlar ortadaki düşük yükseklik değerine sahip hücreye doğru olmaktadır. Sayısal yükseklik modeli üzerinde akış yönleri hesaplanmadan önce bu değerlerin düzeltilmesi gerekmektedir (Şekil 3.7). Aksi halde, havza belirlenirken bir çukur etrafındaki hücreler, belirlenen havzaya ilişkin olmayacak, kendi içinde kapalı havzalar oluşturacaktır (Smemoe 1997). Bu nedenle, drenaj ağları tanımlanmadan önce hatalı çukur ve pik değere sahip hücre değerlerinin düzeltilmesi gerekmektedir.

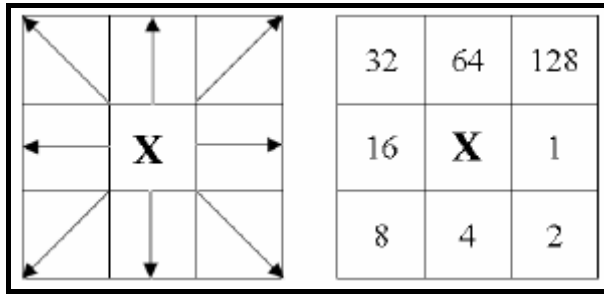
3.2.3.1 Su akış yönlerinin hesaplanması

Akış yönleri, sayısal yükseklik modeline bağlı olarak hidrolojide su yollarının ve sediment taşınım hareketlerinin hesaplanmasında kullanılmaktadır (Tarboton 1997). Sayısal yükseklik modeli üzerinde her bir hücrenin sahip olduğu bir yükseklik değeri bulunmaktadır. Hücrede akış, yükseklik değeri kendi değerinden düşük olan komşu

hücrelerden sadece birine doğru olabilmektedir. Her bir hücre için 8 olası y n vardır ve bu yönler aŗaęı, yukarı, sağa, sola, yukarı sağ, yukarı sol, aŗaęı sağ ve aŗaęı sol olmak üzere belirlenmiŗtir. Şekil 3.8’de X hücresinden olası akıŗ yönleri ve bu akıŗ yönlerine göre, yeni oluŗacak su akıŗ yönü modelinde X hücresinin alacağı değerler verilmiŗtir.



Şekil 3.7 Sayısal yükseklik modeli üzerindeki hatalı çukur ve tümseklerin düzeltilmesi

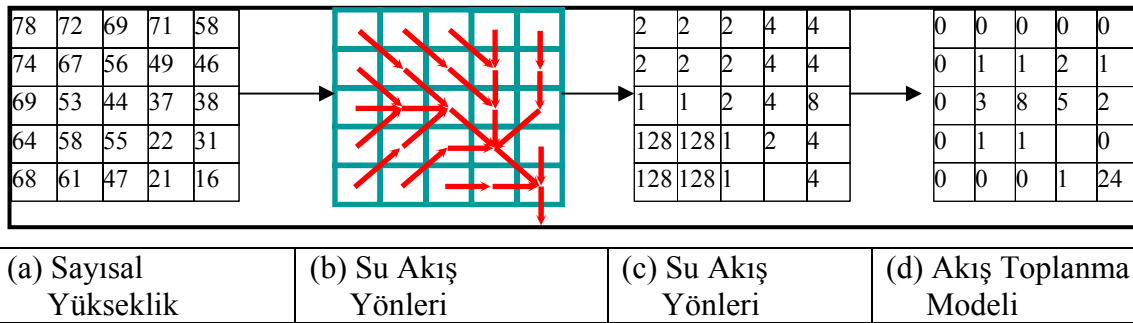


Şekil 3.8 Akıŗ yönleri ve hücre değerleri

Bu değerler,  alıŗılan yazılımda akıŗ yönünü ifade eden değerlerdir. Buna göre X hücresinde akıŗ hücrenin sağına doğru ise, X hücresinin akıŗ yönü değeri 1, soluna doğru ise 16 ve aŗaęı doğru ise 4 olacaktır (Jenson and Domingue 1988, Anonymous 1992a, 1992b). Sayısal yükseklik modeli üzerindeki her bir hücreye iliŗkin olası su akıŗ yönleri hesaplanarak, su akıŗ yönleri modeli oluŗturulmaktadır (Şekil 3.9b ve 3.9c).

3.2.3.2 Akış toplanma gridlerinin hesaplanması

Akış yönleri modeli kullanılarak akış toplanma modeli oluşturulur. Akış yönleri modeli üzerinde, hücrelerin akış yönüne göre, her bir hücreye gelen akış miktarı birikimli olarak toplanmakta ve akış toplanma gridleri elde edilmektedir (Jenson and Domingue 1988). Şekil 3.9'de de görüldüğü gibi sayısal yükseklik modelinden; su akış yönleri belirlenmiş ve su akış yönleri modeli oluşturulmuştur. Su akış yönleri modelinde sağ üst köşeden başlanarak, hücre hücre akış toplanma değerleri hesaplanmıştır. Bir hücreye, herhangi bir hücreden akış olmuyorsa alacağı değer sıfır olmaktadır. Şekil 3.9c ve 3.9d'nin 1 satır 1 sütunda (1,1) bulunan hücreye dışarıdan bir akış olmadığından aldığı değer 0'dır. Ancak (2,2) hücresine, (1,1) hücresinden akış olduğundan aldığı değer 1'dir. Diğer bir hücre (3,2) ye bakıldığında ise, bu hücreye (2,1), (3,1) ve (4,1) hücrelerinden üç yönden akış olduğu için alacağı değer 3'tür. Alt hücrelere doğru gidildikçe akış değerleri birikimli olarak toplanır. Örneğin (3,3) hücresi, (2,2) hücresinden 2 birim, (3,2) hücresinden 4 birim, (4,2) hücresinden 2 birimlik akışları da aldığından toplam 8 birimlik bir akışa sahiptir. Bu şekilde her bir hücre verileri değerlendirilerek akış toplanma modeli oluşturulmaktadır.

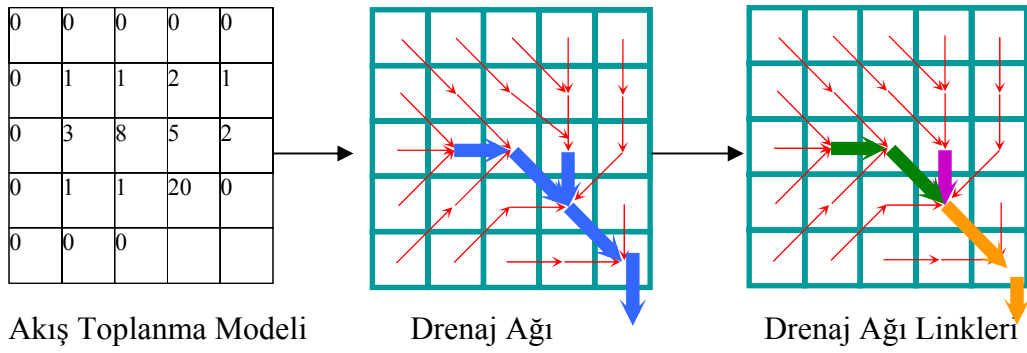


Şekil 3.9 Akış toplanma modelinin belirlenme aşamaları

3.2.3.3 Drenaj ağlarının belirlenmesi

Drenaj ağları, akış toplanma modeli üzerinden oluşturulur. Bu model üzerinde yapılan çalışmanın hassaslığı ve büyüklüğü göz önüne alınarak ve akış toplanma modelinde

elde edilen en büyük hücre değerine göre, bir alt sınır değeri belirlenir (Şekil 3.10). Bu sınır değeri üzerindeki tüm hücreler drenaj ağının bir parçası olarak tanımlanır. Şekil 3.9d'deki akış toplanma modelinde elde edilen en büyük hücre değeri 24 iken en küçük hücre değeri 0'dır. Genellikle yapılan çalışmalarda alt sınır değeri 0 alınır. Drenaj ağları belirlenirken 0 değerine sahip hücreler dışındaki tüm hücreler drenaj ağının bir parçasını temsil eder. Oluşturulan drenaj ağı, vektör özelliklidir. Drenaj ağında, su akış yönleri ve akış toplanma modeli göz önüne alınarak ana su yolu ve yan kolları oluşturulmaktadır. Akış toplanma modeli üzerinde su akış yönü küçük değerli hücreden büyük değerli hücreye doğrudur (Venkatachalam *et al.* 2001).



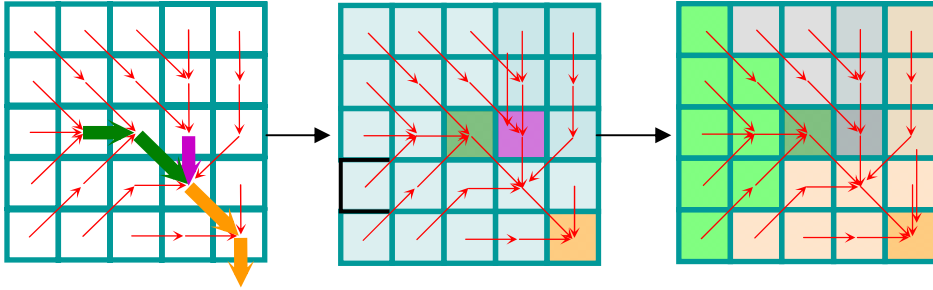
Şekil 3.10 Drenaj ağı belirleme aşamaları

3.2.3.4 Havza sınırlarının belirlenmesi

Havza sınırlarının belirlenmesinde su akış yönleri modeli ve akış toplanma modeli kullanılır. Akış toplanma modeli üzerindeki en büyük değere sahip grid noktası çalışma alanındaki en büyük havzanın çıkış noktasını tanımlar (Şekil 3.11). Akış yönleri bu çıkış noktasına doğru olan tüm grid hücreleri söz konusu havzaya ilişkin olup, bunların dış sınırları havzanın sınırını belirlemektedir. Ayrıca, çıkış noktası değeri değiştirilerek, yeni noktanın temsil ettiği alt havza alanı bulunulabilir (Jenson and Domingue 1988).

3.2.3.5 Alt havza sınırlarının belirlenmesi

Birçok hidrolojik çalışmada, havzaların önemli akarsular ile tanımlı alt havzalara bölünmesi gerekebilir. Alt havzalar da birer havzadır ancak büyük havzaların parçalarını oluştururlar. Alt havzalar belirlenirken, havza sınırlarından farklı olarak akış yönleri modelinin yanında, modellenen drenaj ağı da kullanılır. Drenaj ağını oluşturan her bir kol kesişim noktalarından parçalara ayrılmakta ve her bir kolun akış alanları bulunmaktadır. Bu alanların her biri, alt havzaları oluşturmaktadır (Turcotte *et al.* 2001).



Drenaj Ağı Linkleri Havza Çıkış Noktaları Havza ve alt havzalar
Şekil 3.11 Havza ve alt havza sınırlarının belirlenme aşamaları

3.2.4 Gediz havzası arazi kullanım durumunun belirlenmesi

Gediz havzasının arazi kullanım türlerinin belirlenmesinde havzaya ait Landsat TM 2006 yılı Ağustos ayı uydu görüntülerinden, 1/25000 ölçekli topoğrafik ve toprak haritaları ile havzanın Sayısal Arazi Modelinden ve önceden havza ile ilgili hazırlanmış rapor ve haritalardan yararlanılmıştır.

3.2.4.1 Havzaya ait uydu görüntülerinin düzeltilmesi

Gediz Havzasına ait 2006 yılının 179-033, 180-033 ve 181-033 çerçeve No'lu Landsat Uydu Görüntülerinde önce çevresel etkenler (atmosferik ve topoğrafik) yüzünden oluşan radyometrik hatalar düzeltilmiştir. Özellikle topoğrafyadan kaynaklanan radyometrik hataların giderilmesinde bant oranlarından elde edilen düzeltme yöntemleri kullanılmıştır. Radyometrik düzeltmeleri takiben görüntülerde geometrik düzeltme yapılmıştır. Bunun için haritadan-görüntüye jeoreferanslama tekniği kullanılmıştır. Haritadan-görüntüye jeoreferanslamada görüntüde satır ve sütun numaraları ile belirtilen bir noktanın, haritada o noktaya tekabül eden ve belli bir projeksiyon sistemindeki x,y değerleri ile ifade edilen nokta ile ilişkilendirilmesi şeklinde yapılarak görüntülerin geometrik düzeltilmesi tamamlanmıştır. Bu şekilde, 2006 yılına ait havzanın uydu görüntüleri arazi kullanım sınıflaması işlemine hazır hale getirilmiştir.

3.2.4.2 Havzaya ait uydu görüntülerinin mozaiklenmesi

Gediz Havzasına ait 2006 yılının 179-033, 180-033 ve 181-033 çerçeve No'lu Landsat Uydu Görüntüleri yan yana bitleştirilmiş ve raster veriler bu şekilde bir araya toplanmıştır. Daha sonra Gediz Havzası sınırı mozaiklenmiş görüntü ile çakıştırılmış ve çalışma alanının sınırları tespit edilmiştir. Mozaiklenmiş görüntülerde gürültü giderme işlemi yapılmış ve bunun için median filtre kullanılmıştır. Filtre yardımı ile düzeltilen ve gürültüsü giderilen görüntülerin RGB Kompozit görüntüleri oluşturulmuş ve değişik renk kombinasyonlarına ait katmanlar sınıflandırma aşamasında yoğunlukla kullanılmıştır.

3.2.4.3 Havzaya ait uydu görüntülerinin sınıflandırılması

Gediz Havzasına ait 2006 yılı görüntüsünün 179-033, 180-033 ve 181-033 çerçeve No'lu Landsat Uydu Görüntüleri radyometrik ve geometrik düzeltmeden sonra eğitim

seti (training-set) oluşturulmuş ve bu set kullanılarak 2006 yılına ait arazi kullanım türleri belirlenmiştir. Arazi kullanım sınıflamasında Maximum Likelihood Yöntemi (Maksimum Benzerlik Yöntemi) kullanılmıştır. Sınıflandırmada kullandığımız Landsat TM görüntüsü farklı dalga boylarında 7 banda sahiptir ve sınıflandırma için 1., 2., 3. ve 4. bantlar seçilmiştir. Bu bantların kullanılmalarının nedeni 1. bandın toprağın bitkilerden ayırt edilmesinde, 2. bandın genel vejetasyonu ayırmada, 3. bandın bitki ve toprağı birbirinden ayırmada ve 4. bandın vejetasyon çeşitlerini, su yüzeyini, kuru ve nemli toprakları ayırmada etkili olmalarıdır. Eğitilmiş sınıflandırma için önce arazi çalışması yapılmış ve sınıflandırma için 9 tematik sınıf belirlenmiştir. Seçilen tematik sınıflar sulu tarım, mera, orman, funda, çıplak kaya ve kumullar, su yüzeyleri, kuru tarım, bataklık ve kentsel alanlardan oluşmaktadır.

Yapılan sınıflandırmanın doğruluğı, sınıfları bilinen eğitim setindeki alanlar ile denenmiştir. Bunun için standart bir yöntem olan “Karışım (contingency) Çizelgesi” denilen hata matrisi oluşturulmuş ve hangi sınıfların ne oranda diğer sınıflarla karıştığı ortaya konmuştur. Sınıflandırmanın doğruluğunu tespit etmede “Tüketici Doğruluğı”, “Üretici Doğruluğı” ve “Toplam Doğruluk” kavramları kullanılmaktadır.

Tüketici Doğruluğı:

Gerçekte bir sınıfta olmayanların o sınıfa aitmiş gibi hesaplanmasından doğan hataların ölçüsüdür.

Üretici Doğruluğı:

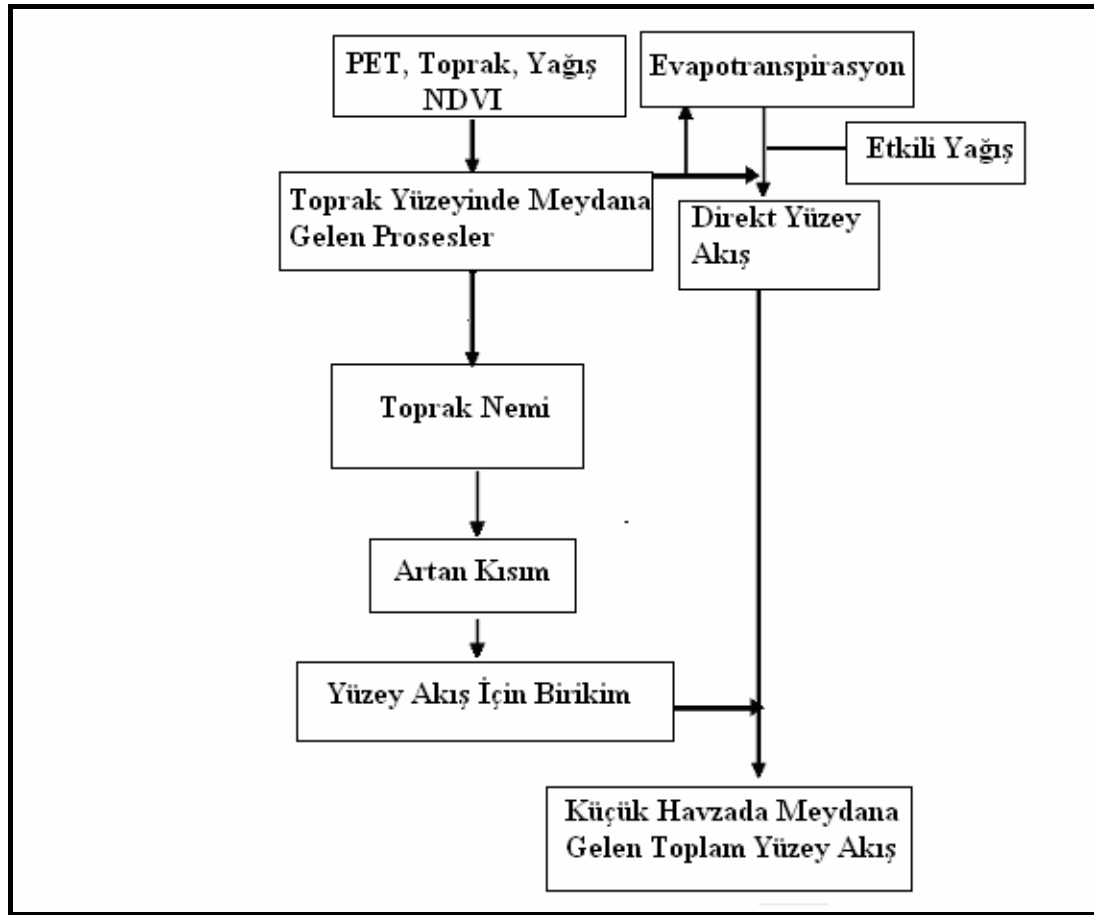
Bir sınıfa ait olanların kendi sınıfından ayrılmalarından doğan hataların ölçüsüdür.

Toplam Doğruluk:

Sınıflama ile yer gerçeği çalışması sonucunda kesinlikle bilinen sınıflar arasındaki uyum oranına işaret etmektedir.

3.2.5 Gediz havzası su bütçesi modelinin oluşturulması

Gediz Havzasında sulama birliklerine sulama suyu sağlayan su toplama yapılarının (Demirköprü Barajı, Göl Marmara, Avşar ve Buldan barajları) su toplama havzaları için hidrolojik modelin oluşturulması amacıyla havza alt havzalara bölünmüş ve her alt havza için yüzey akış Şekil 3.12’de verilen akış şemasına göre belirlenmiştir.



Şekil 3.12 Yüzey akış hesaplama şeması (Alemaw and Chaoka 2002)

Hacim birimleri kullanıldığında su dengesi aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

$$\Delta SM(t) = PPT - TRO - AET - F \quad (3.1)$$

Burada; PPT = Yağış miktarı (mm), TRO = Yüzey akış hacmi (mm) , AET = Gerçek bitki su tüketimi miktarı (mm), F = Birikimli infiltrasyon (mm) ve $\Delta SM(t)$ = (t) zaman aralığında depolanan toprak nemini ifade etmektedir. Yüzey akış hacmi eşitliğin bir tarafında yalnız bırakıldığında aşağıdaki şekli almaktadır.

$$TRO = PPT - (\Delta SM + AET) \quad (3.2)$$

Havzada yer alan uzun periyotta günlük ölçüm değerlerine sahip Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğüne ait Çizelge 3.3’de özellikleri verilen 13 adet Büyük İklim istasyonundan elde edilen noktasal iklim verileri, su bütçesi modelinin temel girdisi olarak kullanılmıştır. Bu istasyonlara ait 1995-2007 yıllarını kapsayan günlük noktasal iklim verileri ve Thiessen Poligonları yöntemi kullanılarak, su yapılarını besleyen alt havzaların her biri için alansal yağış ve evapotranspirasyon ortalamaları hesaplanmıştır.

3.2.5.1 Tutulma kayıplarının hesaplanması

Günlük yağışın bir kısmı bitkiler tarafından tutulmakta, bir kısmı da infiltrasyon ile toprağa içerisine sızmakta, bir kısmı bitki tarafından kullanılmakta veya derine sızmakta, kalanı toprakta depolanmaktadır. Bunların ikisi birden (bitkiler tarafından tutulan ve toprakta depolanan) tutulma kayıplarını oluşturmaktadır. Bitkiler tarafından tutulma miktarının belirlenmesinde aşağıdaki eşitlik kullanılmaktadır.

$$dC/dt = (1 - \delta)p - e_{wc} \quad 0 \leq C \leq S \quad (3.3)$$

Burada p = yağış miktarını (mm), e_{wc} ıslak kanopiden olan evaporasyon miktarını (mm), S = kanopi su depolama kapasitesini (mm), dC/dt = (t) zaman aralığında kanopi

tarafından tutulan gerçek su miktarını (mm) ve δ = kanopiye çarpmadan toprak yüzeyine düşen su miktarının oranını (birimsiz) göstermektedir. Kanopi, bir bitki topluluğunun veya ürünün toprak yüzeyi üzerindeki aksamını ifade etmektedir.

Gediz havzasında su depolama yapılarını besleyen havzalar için tutulma miktarının hesaplanmasında, yüzey akışın belirlenmesinde kullanılan Yüzey Akış Eğri Numarası (SCS-CN) ile aşağıda verilen eşitlik ile ilişkilendirilmiştir.

$$F = (P - I_a) - Q; \text{ ve}$$

$$I_a = 0.2S \quad (3.4)$$

Burada F = tutulma miktarını (mm), P = Yağış miktarını (mm), Q = Yüzey akış miktarını (mm) ve I_a = infiltrasyon ile toprağa giren ve bitki yüzeyinde tutulan miktarı (mm) ifade etmektedir.

3.2.5.2 Toprak neminin belirlenmesi

Toprak nemi, etkili yağış ile potansiyel evapotranspirasyon arasındaki etkileşim ile belirlenmektedir. Toprak neminin değişik koşullarda belirlenmesinde aşağıdaki denklemler kullanılmaktadır (Vorosmarty *et al.* 1989).

$$dSM/dt = EPPT - PET \quad EPPT > PET \text{ ve } SM < FC \text{ için} \quad (3.5)$$

$$dSM/dt = 0 \quad SM = FC \quad \text{için} \quad (3.6)$$

$$dSM/dt = aSM(PET - EPPT) \quad EPPT < PET \quad \text{için} \quad (3.7)$$

$$a = \ln(FC)/(1.1282FC)^{1.2756} \quad (3.8)$$

Bu denklemlerde; $dSM/dt = (t)$ zaman aralığında toprakta biriken nemi (mm), FC = Tarla kapasitesinde toprak nemi (mm), $EPPT$ = Etkili yağış (mm), PET = Potansiyel evapotranspirasyon (mm) ve a = tutulma fonksiyonu katsayısıdır.

3.2.5.3 Günlük yüzey akışın hesaplanması

Günlük Yüzey akışın hesaplanmasında Amerikan Toprak Muhafaza Servisinin (SCS) geliştirdiği yüzey akış eğri numarası metodu (SCS-CN) kullanılmıştır (USDA-SCS, 1972). SCS-CN yüzey akış eğri numarası metodu günlük yüzey akış miktarlarını, günlük yağış miktarlarını kullanarak aşağıdaki formül yardımı ile hesaplamaktadır.

$$Q = \frac{(R - 0,2S)^2}{R + 0,8S}, \quad R > 0,2S \quad \text{için}$$

$$Q = 0,0 \quad R \leq 0,2S \quad \text{için} \quad (3.9)$$

Eşitlikte:

Q = günlük yüzey akış (mm), R = günlük yağmur (mm) ve S = tutulma parametresidir.

Tutulma parametresi (S), havzadan havzaya farklılık göstermektedir, çünkü toprak, arazi kullanımı, amenajman ve eğim havzadan havzaya değişir. Tutulma parametresi zamana bağlı olarak değişmektedir, çünkü toprak su içeriği yağışlara bağlı olarak değişiklik göstermektedir. S parametresi SCS eşitliği kullanılarak bulunan yüzey akış eğri numarası ile aşağıdaki bağıntı kullanılarak ilişkilendirilmektedir.

$$S = 254 \left[\frac{100}{CN} - 1 \right] \quad (3.10)$$

Bu eşitlikte CN ile ifade edilen değer 0 ve 100 rakamları arasında değişen boyutsuz bir parametre olup havzalarda yüzey akışı direkt olarak etkilemektedir. CN, Amerikan Toprak Muhafaza Servisi tarafından, havza topraklarının hidrolojik toprak grup numarası, nem şartları ve bitki örtüsü ile kullanım durumlarına göre çizelgeler haline getirilmiştir (Çizelge 3.11). Bu çalışmada Hidrolojik Toprak Gruplarının Gediz havzası alt havzaları için belirlenmesinde mevcut toprak haritaları; CN değerlerinin saptanması için uydu görüntülerinin yorumlanması ile elde edilen arazi kullanım haritaları ile NDVI ve LAI haritaları kullanılmıştır. Özer (1990)'da detayları verilen açıklamalar doğrultusunda CN belirlemek için öncelikle 1/25.000 ölçekli toprak haritalarında verilen Büyük Toprak Grup numaraları dikkate alınarak en yüksekten en düşüğe olmak üzere A, B, C, D gibi akış potansiyelleri verilen çizelgeden havza topraklarının hangi akış potansiyeline girdiği belirlenmiştir. Daha sonra arazi kullanım haritasından (kuru tarım, mera, orman vs.) ve Çizelgeden alınan akış potansiyeli gruplarına göre havzaların CN değerleri hesaplanmıştır.

3.2.5.4 Günlük evapotranspirasyon ve buharlaşma değerlerinin hesaplanması

Gediz Havzası alt havzalara ayrıldıktan sonra, hidrolojik modelin bir bileşeni olan evapotranspirasyon, her bir küçük havza için Penman-Monteith yöntemi (Monteith 1965) ile alansal olarak belirlenmiştir. Bu yöntemde evapotranspirasyon başka bir değişle kıyas bitki (çim) su tüketimi aşağıdaki eşitlik ile tahmin edilmiştir.

$$ET_0 = \frac{\delta}{\delta + \gamma^*} (R_n - G) \frac{1}{\lambda} + \frac{\gamma}{\delta + \gamma^*} u_2 (e_a - e_d) \quad (3.11)$$

Çizelge 3.11 Hidrolojik toprak grupları ve bitki örtüsüne göre yüzey akış eğri numaraları (Anonymous 1972)

Arazi Kullanımı veya Bitki Örtüsü	Tarımsal Uygulamalar	Bitki ile Kaplı Alan Oranı	Hidrolojik Toprak Grupları			
			A	B	C	D
Nadas	SR	Zayıf	77	86	91	94
Sıraya Ekilen Ürünler	SR	Zayıf	72	81	88	91
	SR	İyi	67	78	85	89
	C	Zayıf	70	79	84	88
	C	İyi	65	75	82	86
	CT	Zayıf	60	74	80	82
	CT	İyi	62	71	78	81
Ufak Daneli Ürünler	SR	Zayıf	65	76	84	88
	SR	İyi	63	75	83	87
	C	Zayıf	63	74	82	85
	C	İyi	61	73	81	84
	CT	Zayıf	61	72	79	82
	CT	İyi	59	70	78	81
Sık Ekilmiş Baklagil veya Munavebeli Yem Bitkileri	SR	Zayıf	66	77	85	89
	SR	İyi	58	72	81	85
	C	Zayıf	64	75	83	85
	C	İyi	55	69	78	83
	CT	Zayıf	63	73	80	83
	CT	İyi	51	67	76	80
Çayır veya Mera	-	Zayıf	68	79	86	89
	-	Orta	49	69	79	84
	-	İyi	39	61	74	80
	C	Zayıf	74	67	81	88
	C	Orta	25	59	75	83
	C	İyi	6	35	70	79
Çayır (devamlı)	-	-	30	58	71	78
Ormanlık alan (ağaçlık arazi)	-	Zayıf	45	66	77	83
	-	Orta	36	60	73	79
	-	İyi	25	55	70	77
Çiftlik Arazileri		-	59	74	82	86
Toprak Yollar		-	72	82	87	89
Sert Zeminli Yollar		-	74	84	90	92
SR= Tesviye Eğrilerine Dik Ekim, C= Tesviye Eğrilerine Paralel Ekim, T=Teraslama, CT= Tesviye Eğrilerine Paralel Ekim ve Teraslama						
Hidrolojik Toprak Grupları						
A- Düşük yüzey akış potansiyeli olan, iyice nemlendirilmesine rağmen yüksek infiltrasyon kapasitesine sahip, genellikle kumlu, çakıllı, derin ve iyi drenajlı topraklar.						
B- İyice nemlendirildiğinde orta düzeyde infiltrasyon kapasitesine sahip, orta derin ve orta drenajlı ve ince ve kaba arası bir bünyeye sahip topraklar.						
C- İyice nemlendirildiğinde düşük infiltrasyon kapasitesine sahip, dikey drenajı engeleyen bir katmanın bulunduğu, orta ince ve ince bünyeli topraklar.						
D- Yüksek yüzey akış potansiyeli olan, iyice nemlendirildiğinde çok düşük infiltrasyon kapasitesine sahip, yeryüzüne yakın geçirimsiz bir tabakanın bulunduğu, taban suyunun yüksek olduğu, genellikle killi ve sık topraklar.						

Eşitliklerde ET_0 ; kıyas bitki su tüketimini (mm/gün), δ ; buhar basıncı eğrisinin eğimini ($kPa/^\circ C$), γ^* ; modifiye psikrometrik sabiteyi ($kPa/^\circ C$), R_n ; bitki yüzeyindeki net radyasyonu ($MJ/m^2/gün$), G ; topraktaki ısı akımını ($MJ/m^2/gün$), λ ; buharlaşma gizli ısısını (MJ/kg), γ ; psikrometrik sabiteyi ($kPa/^\circ C$), e_d ; ortalama hava sıcaklığındaki gerçek buhar basıncını (kPa), e_a ; ortalama hava sıcaklığındaki doymuş buhar basıncını (kPa), u_2 ; 2 m yükseklikte ölçülmüş rüzgar hızı (m/s) değerlerini göstermektedir.

Toprak ve bitkiden olan buharlaşma aşağıda verilen ve LAI ile ilişkilendirilen denklemler yardımı ile hesaplanabilmektedir (Ritchie 1972).

$$E_p = \frac{(E_0)(LAI)}{3} \quad 0 \leq LAI \leq 3.0 \text{ için}$$

$$E_p = E_0 \quad LAI > 3.0 \text{ için} \quad (3.12)$$

E_0 : Potansiyel buharlaşma (mm/gün)

E_p : Tahmin edilen bitki-su transpirasyonu (mm/gün)

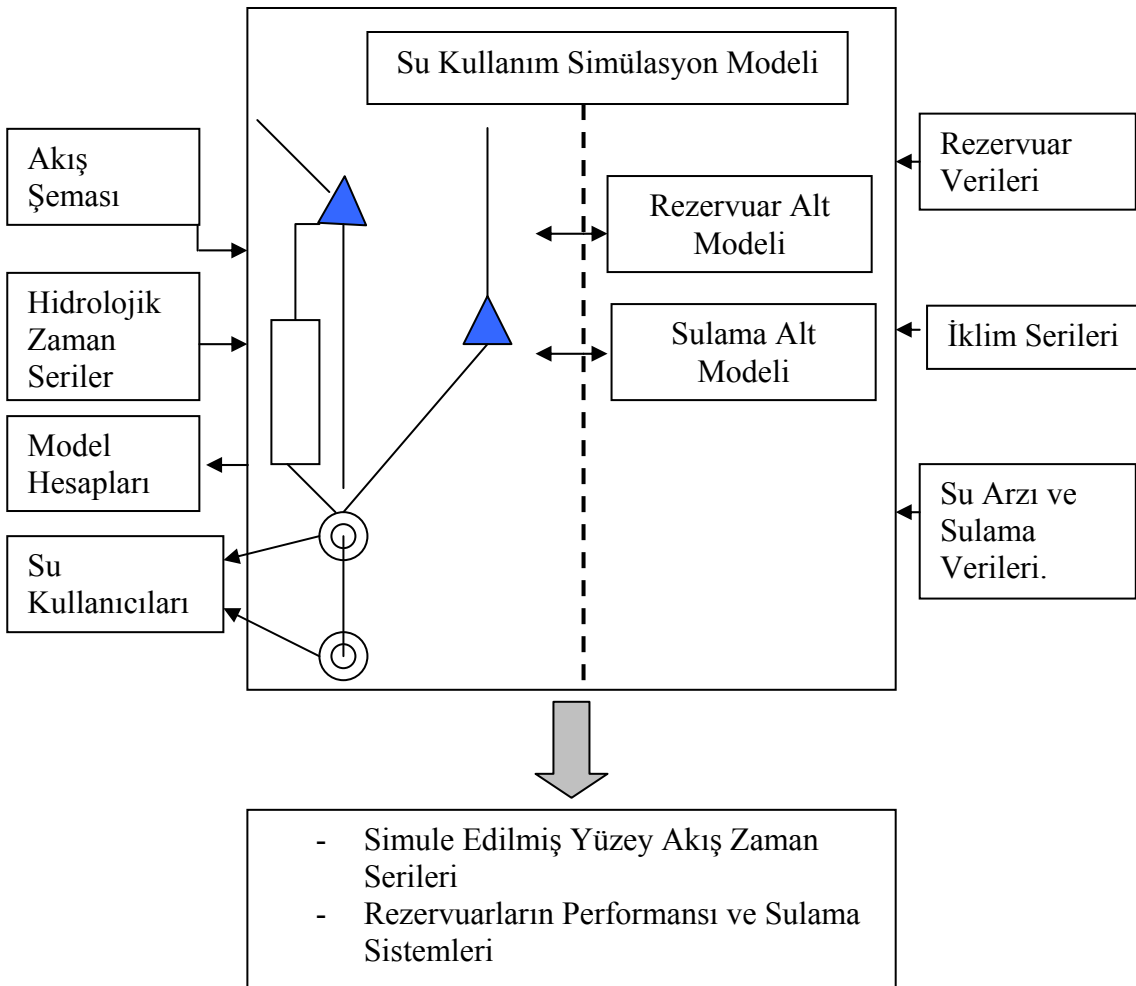
LAI: Yaprak alan indeksidir.

3.2.6 Sulama birlikleri veritabanının oluşturulması

Gediz Havzasında bulunan Sulama Birliklere ait sulama alanlarında sulu tarım parselleri ve bitki deseni sayısallaştırılmış, sulanan bitkiler ve Sulama Birliklerinin yıllar itibariyle sulama alanları miktarı Coğrafik Bilgi Sistemlerinde işlenerek her bir birliğe ilişkin veritabanı oluşturulmuştur.

3.2.7 Gediz havzası için ileriye yönelik su yönetimi senaryoları

Senaryoların gerçekleştirilmesinde bir su kaynakları yönetim modeli olan ve ArcView GIS'in bir uzantısı olarak çalışan MIKE BASIN Modeli kullanılmıştır. Genel ifadeyle MIKE BASIN Modeli nehir havzası içerisinde bulunan nehir ağının, nehir ağını oluşturan havzaların ve havzada bulunan fiziki su yapılarının zaman ve mekan boyutunda hidrolojisini ortaya koyan matematiksel bir modeldir (Şekil 3.13). MIKE BASIN Modelinin temel girdileri; (a) Nehir ağını oluşturan her bir kol havzasına ait yüzey akış zaman serisi, (b) Havzalarda bulunan her bir rezervuarın karakteristikleri ve işletme kuralları, ve (c) Su kullanıcılarının (sulama, içme ve kullanma, endüstriyel vb.) su gereksinimleri zaman serisidir.



Şekil 3.13 Su tahsis modellemesinde MIKE BASIN modelinin kavramsal yaklaşımı

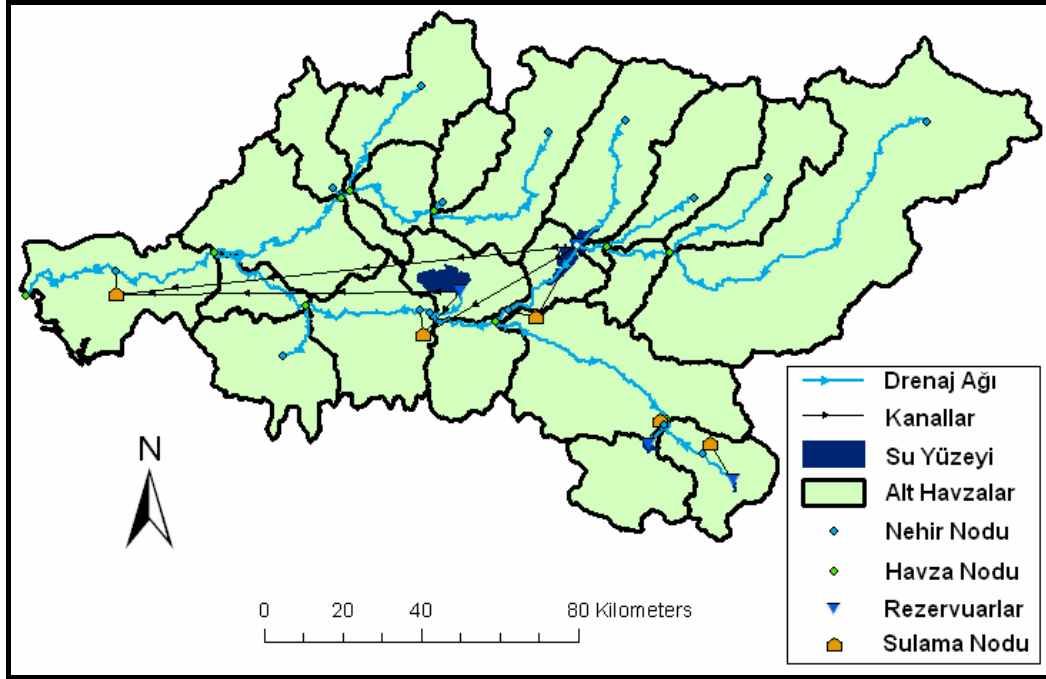
Su Talep nodları suyun belirli bir amaç için tüketildiği yerleri temsil etmekte kullanılır; sulama, kent, endüstri vs. gibi sektörler tarafından talep edilen sular bu noktalar ile gösterilir.

Biriktirme nodları, hazne, göl ya da baraj gibi suyun biriktirildiği ve belirli kurallar dahilinde oluşan talepleri karşılamak üzere salındığı yapıları gösterir.

Gediz Havzasında suyun optimum yönetimi için, havzadaki su kaynaklarının geçmişte ve günümüzde nasıl kullanıldığının öncelikle ortaya konması gerekmektedir. Bu amaçla, yağış ve sıcaklık bakımından ortalama yıllar olan 2005 ve 2006 yılları ve kurak geçen 2007 yılı su yönetimi açısından değerlendirilmiştir. Bu amaçla havzalarda entegre su yönetimi kavramına bir açılım sağlayan ve ArcView Programı altında çalışan MIKE BASIN Modeli kullanılmıştır. Modelin istediği veriler yine modelin ihtiyaç duyduğu formatta modele girilmiş ve adı geçen yıllar için simülasyonlar yapılmıştır.

Gediz havzası için modele veri girilmeden önce havzanın tarımsal su yönetim sistemi bir şema haline getirilerek önce modelin nasıl işletileceği belirlenmiştir (Şekil 3.15). Havzada bulunan 13 Sulama birliğine su yine havzada bulunan 4 rezervuardan temin edilmektedir. Sarıgöl Bağ Sulama Birliği sulama suyu ihtiyacını Buldan Barajından, Bağ ve Üzüm Sulama Birlikleri Avşar Barajından, ve Salihli Sağ, Salihli Sol, Ahmetli, Turgutlu, Sarıkız, Mesir, Gediz, Gökkaya, Menemen Sağ ve Menemen Sol sulama birlikleri ise suyu Demirköprü Barajı ve Gölarmara'dan temin etmektedirler. Havzada bulunan Sarıgöl, Alaşehir, Adala, Ahmetli ve Emiralem Regülatörlerinin herbiri suyu biriktirip sağ ve sol ana kanallara saptırmakta ve sulama birliklerine bu ana kanallar vasıtasıyla suyu iletmektedirler.

MIKE BASIN Modeli ile Gediz havzası için oluşturulan tarımsal su yönetim planı oluşturulduktan sonra havzada bulunan herbir Alt Havza için EİEİ'ne ait Çizelge 3.4'de verilen akım gözlem istasyonlarının 2005, 2006 ve 2007 yılı akım verileri modelin havza modülüne havza verimi cinsinden aylık olarak girilmiştir.



Şekil 3.15 Gediz havzası MIKE BASIN modeli uygulaması

Modelin diğer bir girdisi olan bitki su ihtiyacı her sulama birliği için CROPWAT Bilgisayar Programı ile, birliklere ait tarım alanlarında yetiştirilen ürünler (Bölüm 4.6 Sulama Birlikleri Veritabanının Oluşturulması) ile ve bu ürünlerin ekiliş oranları dikkate alınarak 2005, 2006 ve 2007 yılları için aylık olarak hesaplanmış ve modele tarımsal su ihtiyacı olarak girilmiştir. Bitki su tüketim değerlerinin hesaplanmasında havzada bulunan iklim istasyonlarının (Çizelge 3.3) değerleri, sahil bölgeler için bitki gelişme dönemlerinde belirlenmiş bitki su tüketimi katsayıları ve bitki kök derinlikleri kullanılmıştır.

MIKE BASIN Modeli için gerekli olan rezervuarların derinlik-satış-hacim grafikleri, maksimum ve minimum işletim düzeyleri, ölü hacim seviyeleri, taşkın kontrol seviyeleri ve yıl başlangıçlarındaki göl haznelerinin kot değerleri ve işletim kuralları 2005, 2006 ve 2007 yılları için belirlenmiş ve modele girilmiştir.

Yağış açısından normal geçen 2005 ve 2006 ile kurak geçen 2007 yıllarında mevcut bitki deseninin su ihtiyacı yörede yaygın sulama sistemi olan yüzey sulama sistemine

göre belirlenmiş ve sisteme verilen su ile karşılaştırılarak MIKE BASIN Modelinden elde edilen sonuçlar regülatörler bazında grafiksel olarak değerlendirilmiştir.

Ayrıca, Gediz havzasında mevcut su kaynaklarının tarihsel gelişimi dikkate alınarak ve su bütçesi model bileşenlerindeki değişimlere bağlı olarak;

- (a) Yağış açısından normal bir yıl olan 2006 yılının bitki deseni ile sulama birliklerinin net sulama alanının basınçlı sulama ile sulanması;
- (b) 2006 yılının bitki deseni ile sulama birliklerinin net sulama alanlarının yüzey sulama ile sulanması durumunda: su kaynaklarının tam kapasitede kullanılması; mevcut su kaynaklarında %20, %40, %60 ve %80 oranında azalma meydana gelmesi; ve
- (c) 2006 yılının bitki deseni ile sulama birliklerinin net sulama alanlarının basınçlı sulama ile sulanması durumunda: su kaynaklarının tam kapasitede kullanılması; mevcut su kaynaklarında %20, %40, %60 ve %80 oranında azalma meydana gelmesi; senaryolarının ileriye dönük tarımsal su tahsisi üzerine etkileri tartışılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4. 1 Gediz Havzasının Yağış ve Akım Verilerinin Zaman Dizileri Analizi

Bu çalışmada, 1974-2005 yıllarına ait akım değerleri Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü'nden, aynı yıllara ait yağış değerleri ise Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden aylık olarak alınmıştır. Akım değerleri mevsimlik ortalama akım (m^3/s), yağış değerleri de mevsimlik toplam yağış (mm) olarak yeniden düzenlenmiştir. Çalışmada akım ve yağış verileri kullanılan istasyonlar Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Mevsimlik ortalama akım, mevsimlik toplam yağış ve iklim verilerinden hesaplanan mevsimlik evapotranspirasyon dizilerine uygulanan istatistiksel zaman dizisi yöntemlerinden elde edilen sına örneklem değerleri ve anlamlılık düzeyleri toplu olarak Çizelge 4.1'de, mevsimlik akımlar ile 4 yağış istasyonunun yağışları arasındaki olası ilişkileri saptamak için hesaplanan ilişki katsayıları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Akım dizilerinin bir kısmında görülen inhomojenliğin 1980'li yılların ortasında başlayarak 1989 yılında en düşük düzeyine ulaşan ve sonraki yıllarda da devam eden azalmaların neden olduğu düşünülmektedir. Bunda kurak koşulların zorladığı aşırı su kullanımı da etkili olmuştur. Gerçekten de, bu bölgedeki yıllık ve özellikle kış yağışlarında ve yıllık kuraklık indisi dizilerinde, özellikle belirgin bir azalma eğilimi bulunmuştur (Erlat 2002; Türkeş 1996, 1999).

Gidişler ve Wald-Wolfowitz sınamaları sonuçlarına göre, başlangıç hipotezinin reddedilmesi örneklemin rasgele olmadığını gösterir. Bu dizilerde gözlenen azalma eğilimleri ve yukarıda sözü edilen aşırı su kullanımı, gidişlerin sayısını azaltan, başka sözlerle rasgeleliği bozan ana neden olarak düşünülebilir. Özellikle Kumçay istasyonunda gözlenen bu durum, bu istasyonun aşırı su kullanımından ve kurak koşullardan daha fazla etkilendiği yönünde yorumlanabilir.

Çizelge 4.1 Zaman dizisi çözümlemelerinin sonuçları

İstasyon- Mevsim	K-W X_k/χ_{kr}	GİDİŞLER z/α_1	W-W $U(r)/\alpha_1$	M-K $u(t)/\alpha_1$	EKK t/t_α
Akım İstasyonları					
Medar Ç. Kış	7,87/7,81 inhomojen	-1,08/0,1401 rasgeledir	0,98/0,1635 diz. İliş.yok	-,91/0,3628	-0,707/2,042
Medar Ç. İlkbahar	4,23/7,81 homojen	0,36/0,3594 rasgeledir	0,04/0,484 diz. İliş.yok	-,94/0,3472	-1,539/2,042
Medar Ç. Yaz	16,18/7,81 inhomojen	-2,87/0,0021 rasgele değil	3,25/0,0003 diz. İliş.var	-3,73/0,0004*	-4,202/2,042*
Medar Ç. Sonbahar	3,95/7,81 homojen	-1,80/0,0359 rasgele değil	1,94/0,0262 diz. İliş.var	-,95/0,0512	-1,446/2,042
Kumçay Kış	14,02/7,81 inhomojen	-2,51/0,006 rasgele değil	2,64/0,0041 diz. İliş.var	-2,08/0,0376*	-2,311/2,042*
Kumçay İlkbahar	13,77/7,81 inhomojen	-2,51/0,006 rasgele değil	2,12/0,017 diz. İliş.var	-2,89/0,0038*	-3,217/2,042*
Kumçay Yaz	22,88/7,81 inhomojen	-3,95/0,0002 rasgele değil	4,13/0,0001 diz. İliş.var	-4,25/0,0004*	-5,593/2,042*
Kumçay Sonbahar	17,34/7,81 inhomojen	-1,44/0,0749 rasgeledir	4,12/0,0001 diz. İliş.var	-2,95/0,0032*	-5,198/2,042*
Selendi Kış	10,44/7,81 inhomojen	-2,51/0,006 rasgele değil	2,14/0,0162 diz. İliş.var	-2,46/0,0138*	-3,037/2,042*
Selendi İlkbahar	7,15/7,81 homojen	0,00/0,5 rasgeledir	0,48/0,3156 diz. İliş.yok	-1,36/0,1738	-1,960/2,042
Selendi Yaz	7,99/7,81 inhomojen	-2,87/0,0021 rasgele değil	3,12/0,0009 diz. İliş.var	-2,95/0,0032*	-2,671/2,042*
Selendi Sonbahar	17,19/7,81 inhomojen	-1,80/0,0359 rasgele değil	2,05/0,0202 diz. İliş.var	-4,09/0,0004*	-4,247/2,042*
Deliniş D. Kış	7,64/7,81 homojen	-0,36/0,3594 rasgeledir	1,08/1,401 diz. İliş.yok	-1,91/0,0562	-2,193/2,042*
Deliniş D. İlkbahar	2,84/7,81 homojen	0,00/0,5 rasgeledir	0,37/0,3557 diz. İliş.yok	-1,04/0,2984	-0,771/2,042
Deliniş D. Yaz	3,80/7,81 homojen	-1,80/0,0359 rasgele değil	2,13/0,0166 diz. İliş.var	-2,27/0,0232*	-2,799/2,042*
Deliniş D. Sonbahar	10,67/7,81 inhomojen	-2,87/0,0021 rasgele değil	1,94/0,0262 diz. İliş.var	-2,69/0,0072*	-3,222/2,042*
Gediz M Kış	17,27/7,81 inhomojen	-3,23/0,0003 rasgele değil	3,75/0,0002 diz. İliş.var	-3,08/0,002*	-3,459/2,042*
Gediz M İlkbahar	15,01/7,81 inhomojen	-2,51/0,006 rasgele değil	2,57/0,0051 diz. İliş.var	-2,66/0,0078*	-2,832/2,042*
Gediz M Yaz	15,08/7,81 inhomojen	-2,16/0,0154 rasgele değil	3,40/0,0001 diz. İliş.var	-1,20/0,2302	-1,922/2,042

Çizelge 4.1 Zaman dizisi çözümlemelerinin sonuçları (devamı)

Gediz M Sonbahar	24,08/7,81 inhomojen	-4,67/0,0002 rasgele değil	4,56/0,00001 diz. İliş.var	-3,83/0,0004*	-5,339/2,042*
Demirci Kış	9,25/7,81 inhomojen	-1,08/0,1401 rasgeledir	1,69/0,0455 diz. İliş.var	-2,11/0,0348*	-2,348/2,042*
Demirci İlkbahar	3,56/7,81 homojen	0,72/0,2358 rasgeledir	0,24/0,4052 diz. İliş.yok	-1,30/0,1936	-1,005/2,042
Demirci Yaz	5,42/7,81 homojen	-2,87/0,0021 rasgele değil	2,72/0,0033 diz. İliş.var	-2,14/0,0324*	-1,931/2,042
Demirci Sonbahar	10,47/7,81 inhomojen	-1,80/0,0359 rasgele değil	1,91/0,0281 diz. İliş.var	-3,05/0,0022*	-3,310/2,042*
Acısu Kış	7,17/7,81 homojen	-1,80/0,0359 rasgele değil	2,20/0,0139 diz. İliş.var	-1,78/0,075	-2,168/2,042*
Acısu İlkbahar	4,42/7,81 homojen	-1,08/0,1401 rasgeledir	0,97/0,166 diz. İliş.yok	-0,91/0,3628	-1,062/2,042
Acısu Yaz	13,21/7,81 inhomojen	-3,23/0,0003 rasgele değil	3,52/0,001 diz. İliş.var	-3,24/0,0004*	-4,369/2,042*
Acısu Sonbahar	18,07/7,81 inhomojen	-2,51/0,006 rasgele değil	3,31/0,001 diz. İliş.var	-4,38/0,0004*	-5,091/2,042*
Murat Çayı Kış	4,55/7,81 homojen	-1,44/0,0749 rasgeledir	1,92/0,0274 diz. İliş.var	-1,30/0,1936	-1,740/2,042
Murat Çayı İlkbahar	5,88/7,81 homojen	0,00/0,5 rasgeledir	0,64/0,7389 diz. İliş.yok	-0,06/0,9522	0,269/2,042
Murat Çayı Yaz	10,56/7,81 inhomojen	-1,80/0,0359 rasgele değil	2,43/0,0075 diz. İliş.var	-2,46/0,0138*	-1,762/2,042
Murat Çayı Sonbahar	11,65/7,81 inhomojen	-3,23/0,0003 rasgele değil	2,58/0,0049 diz. İliş.var	-2,92/0,0036*	-3,714/2,042*
Yiğitler Kış	9,15/7,81 inhomojen	-1,80/0,0359 rasgele değil	1,70/0,0446 diz. İliş.var	-1,62/0,1052	-1,566/2,042
Yiğitler İlkbahar	3,28/7,81 homojen	-0,36/0,3594 rasgeledir	1,08/1,401 diz. İliş.yok	-1,49/0,1362	-1,072/2,042
Yiğitler Yaz	13,47/7,81 inhomojen	-2,16/0,0154 rasgele değil	3,00/0,0013 diz. İliş.var	-3,41/0,0004*	-4,259/2,042*
Yiğitler Sonbahar	9,72/7,81 inhomojen	-3,95/0,0002 rasgele değil	0,78/0,2177 diz. İliş.yok	-1,43/0,1528	-1,478/2,042
İklim İstasyonları					
Akhisar Kış	6,33/7,81 homojen	0,72/0,2358 rasgeledir	1,13/0,0582 diz. İliş.yok	-0,03/0,976	-0,293/2,042*
Akhisar İlkbahar	1,62/7,81 homojen	2,87/0,0021 rasgele değil	-1,58/0,0571 diz. İliş.yok	0,39/0,6966	0,499/2,042
Akhisar Yaz	2,83/7,81 homojen	-0,72/0,2358 rasgeledir	1,36/0,0375 diz. İliş.yok	-1,10/0,2714	-0,652/2,042

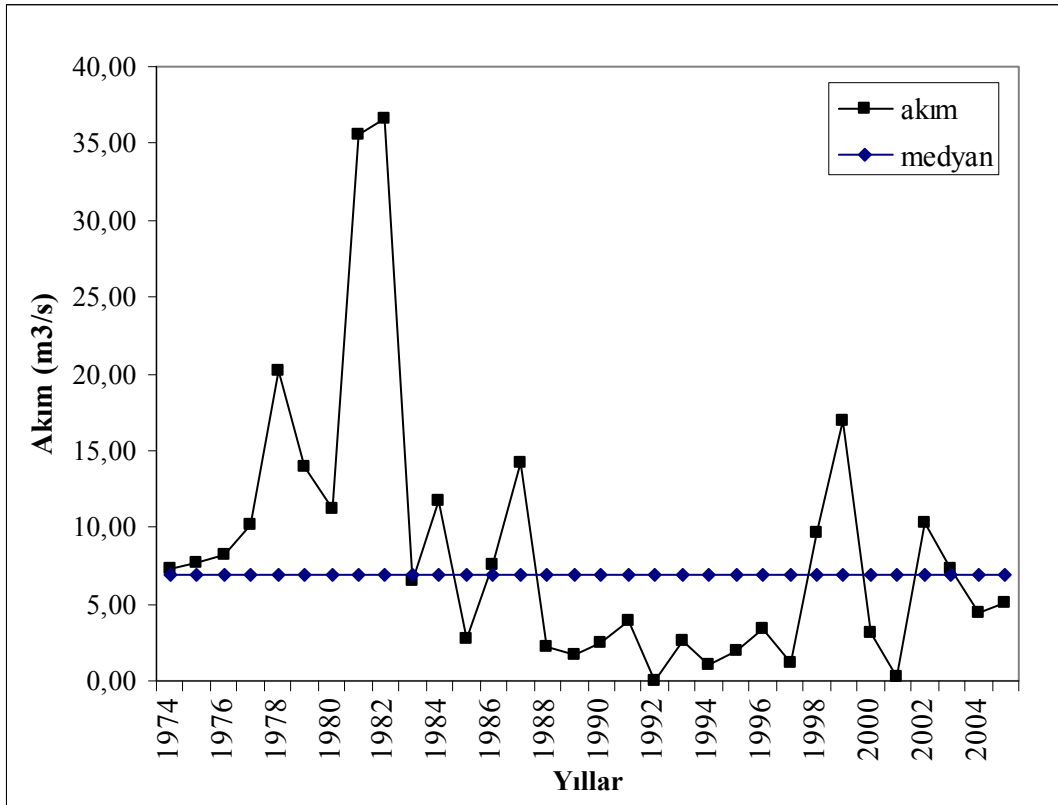
Çizelge 4.1 Zaman dizisi çözümlemelerinin sonuçları (devamı)

Akhisar Sonbahar	2,90/7,81 homojen	-1,44/0,0749 rasgeledir	1,45/0,0735 diz. İliş.yok	-0,03/0,976	0,047/2,042
Manisa Kış	7,80/7,81 homojen	0,00/0,5 rasgeledir	1,00/0,1587 diz. İliş.yok	-0,45/0,6528	-0,400/2,042
Manisa İlkbahar	1,75/7,81 homojen	1,80/0,0359 rasgele değil	-1,68/0,0465 diz. İliş.var	-0,71/0,4778	-0,753/2,042
Manisa Yaz	2,11/7,81 homojen	-0,72/0,2358 rasgeledir	0,74/0,2296 diz. İliş.yok	-1,52/0,1286	-1,167/2,042
Manisa Sonbahar	4,86/7,81 homojen	-0,72/0,2358 rasgeledir	1,08/1,401 diz. İliş.yok	-0,88/0,3788	-0,319/2,042
Menemen Kış	4,65/7,81 homojen	0,36/0,3594 rasgeledir	1,00/0,1587 diz. İliş.yok	-1,07/0,2846	-1,285/2,042
Menemen İlkbahar	0,35/7,81 homojen	1,80/0,0359 rasgele değil	-0,06/0,4761 diz. İliş.yok	-0,65/0,5156	-0,907/2,042
Menemen Yaz	6,60/7,81 homojen	-0,36/0,3594 rasgeledir	-3,39/0,001 diz. İliş.var	-2,24/0,025*	-1,548/2,042
Menemen Sonbahar	4,30/7,81 homojen	-0,72/0,2358 rasgeledir	0,57/0,2843 diz. İliş.yok	0,62/0,5352	1,016/2,042
Salihli Kış	3,94/7,81 homojen	0,36/0,3594 rasgeledir	-0,05/0,4801 diz. İliş.yok	-0,81/0,418	-0,773/2,042
Salihli İlkbahar	1,73/7,81 homojen	1,44/0,0749 rasgeledir	-0,66/0,2549 diz. İliş.yok	0,03/0,976	0,108/2,042
Salihli Yaz	1,02/7,81 homojen	1,44/0,0749 rasgeledir	-0,37/0,3557 diz. İliş.yok	-1,17/0,242	-0,581/2,042
Salihli Sonbahar	0,57/7,81 homojen	-0,36/0,3594 rasgeledir	0,46/0,3228 diz. İliş.yok	0,10/0,9224	-0,137/2,042
Manisa-ET Kış	9,56/7,81 inhomojen	-1,80/0,0359 rasgele değil	2,42/0,0078 diz. İliş.var	-2,76/0,0058*	- 2,402/2,042*
Manisa-ET İlkbahar	1,20/7,81 homojen	1,80/0,0359 rasgele değil	-1,16/0,123 diz. İliş.yok	-2,72/0,0066*	-0,483/2,042
Manisa-ET Yaz	1,64/7,81 homojen	0,36/0,3594 rasgeledir	0,54/0,2946 diz. İliş.yok	-0,62/0,5362	-0,789/2,042
Manisa-ET Sonbahar	6,50/7,81 homojen	-0,72/0,2358 rasgeledir	1,09/0,1379 diz. İliş.yok	-1,88/0,0602	- 2,449/2,042*
Menemen-ET Kış	12,77/7,81 inhomojen	-1,08/0,1401 rasgeledir	2,47/0,0068 diz. İliş.var	2,59/0,0096*	2,138/2,042*
Menemen-ET İlkbahar	3,92/7,81 homojen	0,72/0,2358 rasgeledir	0,28/0,3897 diz. İliş.yok	1,59/0,1118	1,834/2,042
Menemen-ET Yaz	10,35/7,81 inhomojen	-1,44/0,0749 rasgeledir	3,09/0,0017 diz. İliş.var	5,89/0,0038*	1,416/2,042
Menemen-ET Sonbahar	14,26/7,81 inhomojen	2,87/0,0021 rasgele değil	3,23/0,001 diz. İliş.var	1,49/0,1362	1,526/2,042

(*) Anlamlı bir azalma eğilimi var

Wald-Wolfowitz sınamasında başlangıç hipotezinin reddedilmesi, gözlemlerin bir dizisel ilişki gösterdiğini ifade etmektedir. Gözlem dizilerinin genelinde % 5 anlamlılık düzeyine göre dizisel ilişkinin varlığı ve hesaplanan $u(r)$ değerlerinin pozitif oluşu, anlamlı bir dizisel bağımlılığın varlığını da göstermektedir.

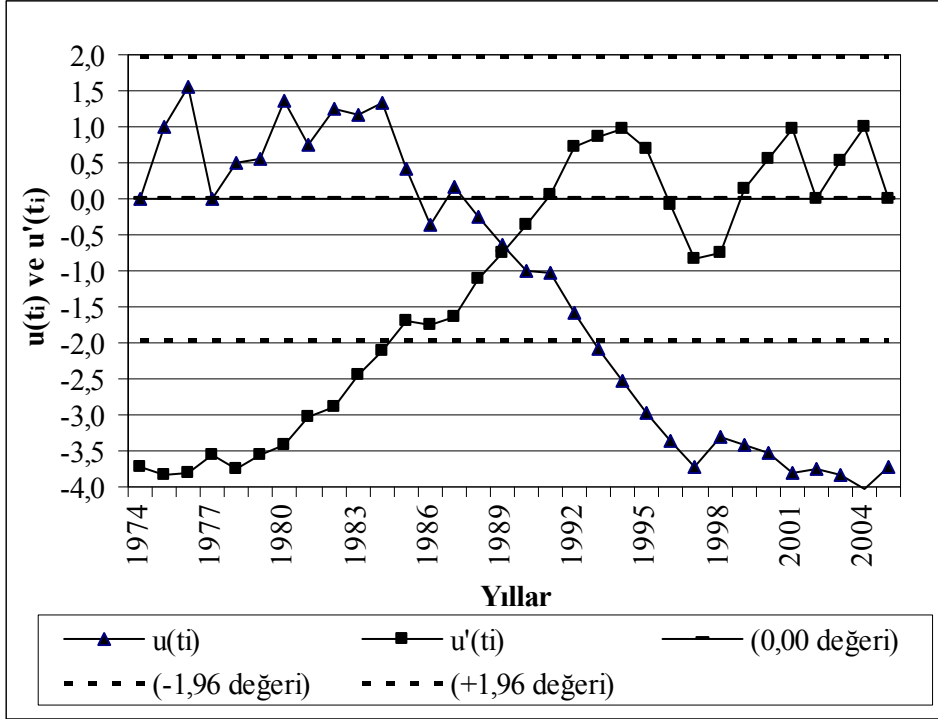
Elektrik İşleri Etüt İdaresine ait Kumçay akım İstasyonunun 1974-2005 yılları arası akımları incelendiğinde, akımların 1974-1987 yılları arasında medyan değerinden yüksek, 1987-1999 yılları arasında medyan değerinden düşük olduğu ve 2005 yılı sonuna kadar bu durumun devam ettiği görülmektedir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Kumçay akım istasyonunda 1974-2005 yılları arasında meydana gelen akımlar

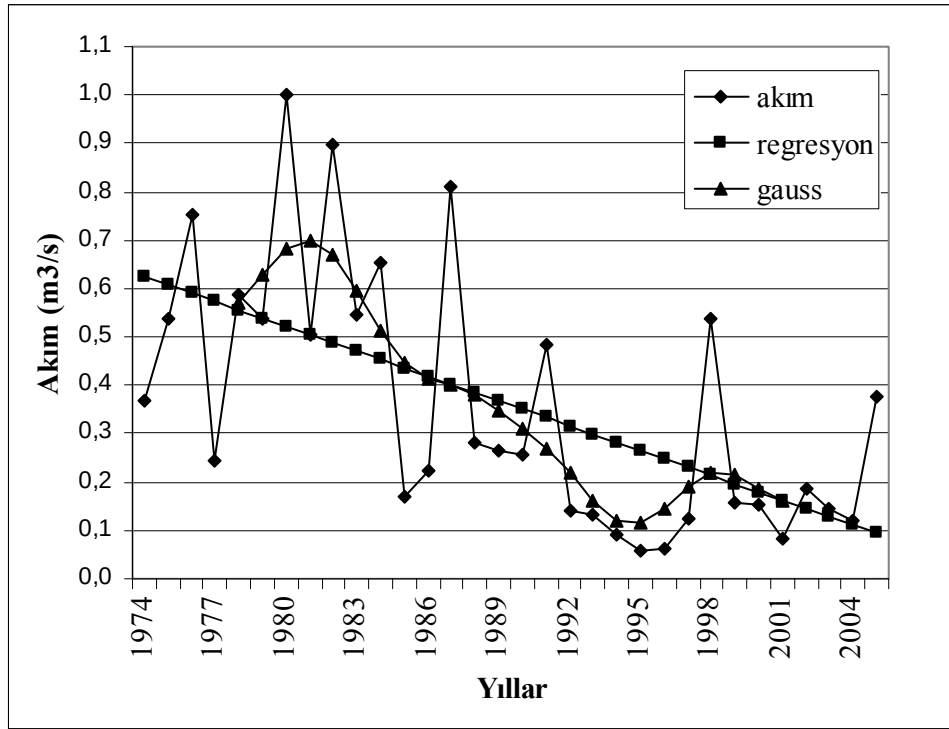
Mevsimlik akım değerleri için $M-K$ sıra ilişki katsayısının ardışık çözümlemesinden elde edilen $u(t)$ ve $u'(t)$ değerlerinin mevsimlik zaman dizisi grafikleri incelendiğinde, 36 yıllık çalışma döneminde akımlarda anlamlı bir sistematik azalma eğiliminin varlığı

gözlenmektedir. Örneğin, Elektrik İşleri Etüt İdaresine ait EİEİ-509 No'lu istasyonun Mann-Kendall Eğilim grafiğine göre, $u(t)$ ve $u'(t)$ eğrilerinin birbirlerini kesip ayrıldıkları nokta olan 1990 yılı akımlarda mevsimlik azalma eğiliminin başladığı yıldır. Grafikte $u(t)$ eğrisi kritik bölgeyi aşarak eksi yönde ilerlemiş ve azalma eğilimine geçmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Medar Çayı Akım istasyonunun $M-K$ ilişki katsayısının ardışık çözümlemesi ile elde edilen $u(t)$ ve $u'(t)$ değerlerinin yaz mevsimi zaman dizisi grafiği

Yine Elektrik İşleri Etüt İdaresine ait Medar Çayı Akım istasyonu yaz mevsimi akım değerlerinin 9 noktalı Gauss süzgeci ile düzgünleştirilmesi ile elde edilen grafik incelendiğinde, 1974 yılından itibaren yaz akımlarında dalgalanmalar meydana gelmiş, ancak uzun vadede, regresyon eğrisinden de görüldüğü gibi, anlamlı bir azalma eğilimi göstermiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Medar Çayı Akım istasyonunun Gauss süzgeci ile düzeltilmiş akım ve regresyon eğrileri

Mevsimlik evapotranspirasyon dizileri Manisa’da belirgin bir azalma, Menemen’de ise belirgin bir artma eğilimi göstermektedir. Mann-Kendall eğilim sınavının sonuçlarına göre, Manisa kış ve ilkbahar evapotranspirasyon değerlerinde gözlenen azalma, Menemen kış ve yaz evapotranspirasyon değerlerinde gözlenen artma eğilimi, istatistiksel olarak %5 anlamlılık düzeyinde anlamlıdır (Çizelge 4.1). *M-K* ve *EKKDR* sonuçlarını incelendiğinde genelde iyi bir uyum olduğu gözlenmektedir. Bunların dışında Manisa evapotranspirasyon değerlerinde, anlamlı olmamasına karşın, belirgin bir azalma, Menemen dizilerinde ise belirgin bir artma eğilimi belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Mevsimlik akım ve yağış gözlem dizileri, çoğunlukla belirgin bir azalma eğilimi göstermektedir. Mann-Kendall eğilim sınavının sonuçlarına göre, Medar Çayı yaz, Kumçay kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar, Selendi kış, yaz ve sonbahar, Deliniş Deresi yaz ve sonbahar, Gediz-Manisa kış ve sonbahar, Demirci kış, yaz ve sonbahar, Gediz-Acısü yaz ve sonbahar, Muratçay yaz ve sonbahar ve Yiğitler yaz akımlarında gözlenen

azalma eğilimleri, istatistiksel olarak %5 anlamlılık düzeyinde anlamlıdır (Çizelge 4.1). *M-K* ve *EKKDR* sonuçlarının işaretleri (eğilimin doğası ya da yönü) ve (Deliniş kış, Demirci yaz, Acısu kış ve Muratçay yaz hariç) büyüklükleri (anlamlılık düzeyleri) arasında çok iyi bir uyum vardır. Yağış dizilerinde ise, Akhisar kış yağışlarında *EKKDR* sonuçlarına göre, Menemen yaz yağışlarında ise *M-K* sonuçlarına göre anlamlı bir azalma eğilimi saptanmıştır. Ayrıca, anlamlı olmamasına karşın Manisa yaz, Menemen kış, yaz ve sonbahar mevsimi yağışlarında belirgin bir azalma eğilimi bulunmuştur. Bunların dışında yağış istasyonlarının hepsinde tüm mevsimlerde zayıf bir azalma eğilimi tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Kış ve İlkbahar mevsimlerinde, 9 akım istasyonundaki akım değişimleri ile 4 meteoroloji istasyonundaki yağış değişimleri arasında hemen tümünde istatistiksel açıdan % 1 düzeyinde anlamlı bir pozitif doğrusal ilişki vardır (Çizelge 4.2). Bulunan bu kuvvetli akım-yağış ilişkileri, doğal akım ve yağış koşulları altında Akdeniz yağış rejimi bölgesi için beklenen bir sonuçtur.

Akhisar yağışları ile Demirci dışında Yaz ve Sonbahar mevsimlerinde meydana gelen akımlar, Manisa yağışları ile Selendi, Deliniş ve Demirci dışında Yaz ve Sonbahar akımları arasında istatistiksel açıdan anlamlı herhangi bir ilişki yoktur. Ayrıca, Menemen ve Salihli yağışları ile Medar ve Yiğitler dışında Sonbahar ve yaz mevsimlerinde meydana gelen akımlar arasında istatistiksel açıdan anlamlı herhangi bir ilişki yoktur (Çizelge 4.2). Bu sonuçta, sonbahar ve özellikle yaz mevsiminde akarsuların toplama havzalarında yağışın ve dolayısıyla toprakta nem birikiminin düşük ve sulama gibi tarımsal amaçlı insan müdahalesinin fazla olmasının ve buna bağlı olarak da akımlardaki yıllar arası değişimlerin doğal olmamasının etkili olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.2 Akım ve yağış dizileri arasındaki ilişki katsayıları

	r / t ($t_{0,05} = 2,042$)				
	İstasyonlar	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Akhisar	Medar Çayı	0,6966/5,3181**	0,5360/3,4776**	0,1655/0,9191	0,2637/1,4971
	Kumçay	0,6782/5,0573**	0,3265/1,8925	-0,0194/-0,1065	0,1698/0,9440
	Selendi Çayı	0,5871/3,9746**	0,4617/2,8511**	0,1624/0,9014	0,0671/0,3685
	Deliniş Deresi	0,6452/4,6214**	0,5905/4,0081**	0,0796/0,4372	0,0541/0,2966
	Gediz-Manisa	0,5867/3,9603**	0,2255/1,2678	0,0390/0,2136	0,1111/0,6122
	Demirci	0,6239/4,3595**	0,5092/3,2407**	0,3766/2,2266**	0,0154/0,0844
	Gediz-Acısü	0,4946/3,1132**	0,4403/2,6865**	0,1057/0,5824	0,0428/0,2345
	Murat Çayı	0,4251/2,5735**	0,2874/1,6438	-0,0856/-0,4705	0,0881/0,4847
	Yiğitler	0,6253/4,3902**	0,4402/2,6857**	0,0624/0,3426	0,0801/0,4400
	Medar Çayı	0,6740/4,9970**	0,6129/4,2486**	0,2517/1,4245	0,1611/0,8940
Manisa	Kumçay	0,6710/4,9565**	0,4791/2,9897**	0,1019/0,5610	0,1772/0,9862
	Selendi Çayı	0,6032/4,1427**	0,5450/3,5600**	0,4690/2,9086**	0,1310/0,7239
	Deliniş Deresi	0,6506/4,6926**	0,6128/4,2469**	0,3821/2,2644**	0,2033/1,1371
	Gediz-Manisa	0,6305/4,4497**	0,3525/2,0629**	0,0210/0,1151	0,1680/0,9332
	Demirci	0,6535/4,7286**	0,6092/4,2076**	0,5478/3,5863**	0,0825/0,4537
	Gediz-Acısü	0,5504/3,6106**	0,5160/3,2991**	0,3235/1,8725	0,0211/0,1154
	Murat Çayı	0,3450/2,0129	0,2870/1,6409	-0,0824/-0,4527	-0,0647/-0,3549
	Yiğitler	0,6387/4,5471**	0,5899/4,0011**	0,0962/0,5291	0,0007/0,0039
	Medar Çayı	0,4782/2,9824**	0,3830/2,2709**	0,1094/0,6028	0,4642/2,8709**
	Kumçay	0,4671/2,8932**	0,1872/1,0438	0,0665/0,3649	0,0986/0,5425
Menemen	Selendi Çayı	0,5367/3,4839**	0,4586/2,8267**	0,2821/1,6108	0,2998/1,7214
	Deliniş Deresi	0,4838/3,0278**	0,5041/3,1968**	0,2076/1,1625	0,2458/1,3889
	Gediz-Manisa	0,5644/3,7452**	0,1090/0,6008	-0,1001/-0,5509	-0,1012/-0,5570
	Demirci	0,5927/4,0308**	0,4404/2,6870**	0,1049/0,5776	0,3132/1,8064
	Gediz-Acısü	0,5676/3,7760**	0,4488/2,7506**	0,1654/0,9188	0,1802/1,0033
	Murat Çayı	0,2981/1,7107	0,1691/0,9398	-0,1454/-0,8048	0,3023/1,7369
	Yiğitler	0,4591/2,8307**	0,3207/1,8543	0,1412/0,7812	0,4157/2,5036**
	Medar Çayı	0,4504/2,7634**	0,5467/3,5765**	0,0562/0,3085	0,3639/2,1396**
	Kumçay	0,5530/3,6351**	0,4553/2,8011**	0,0858/0,4717	0,1374/0,7599
	Selendi Çayı	0,5142/3,2838**	0,5363/3,4807**	0,1623/0,9008	0,0716/0,3931
Salihli	Deliniş Deresi	0,4837/3,0273**	0,4981/3,1466**	0,2014/1,1263	0,1021/0,5620
	Gediz-Manisa	0,6257/4,3937**	0,4052/2,4276**	0,0137/0,0751	-0,0704/-0,3867
	Demirci	0,6004/4,1126**	0,5116/3,2610**	0,1060/0,5840	0,1793/0,9980
	Gediz-Acısü	0,5457/3,5672*	0,5128/3,2717**	0,1781/0,9911	0,0641/0,3521
	Murat Çayı	0,3484/2,0360	0,3958/2,3604**	0,0910/0,5007	0,0291/0,1597
	Yiğitler	0,5220/3,3516**	0,4725/2,9365**	0,0850/0,4670	0,3739/2,2083**

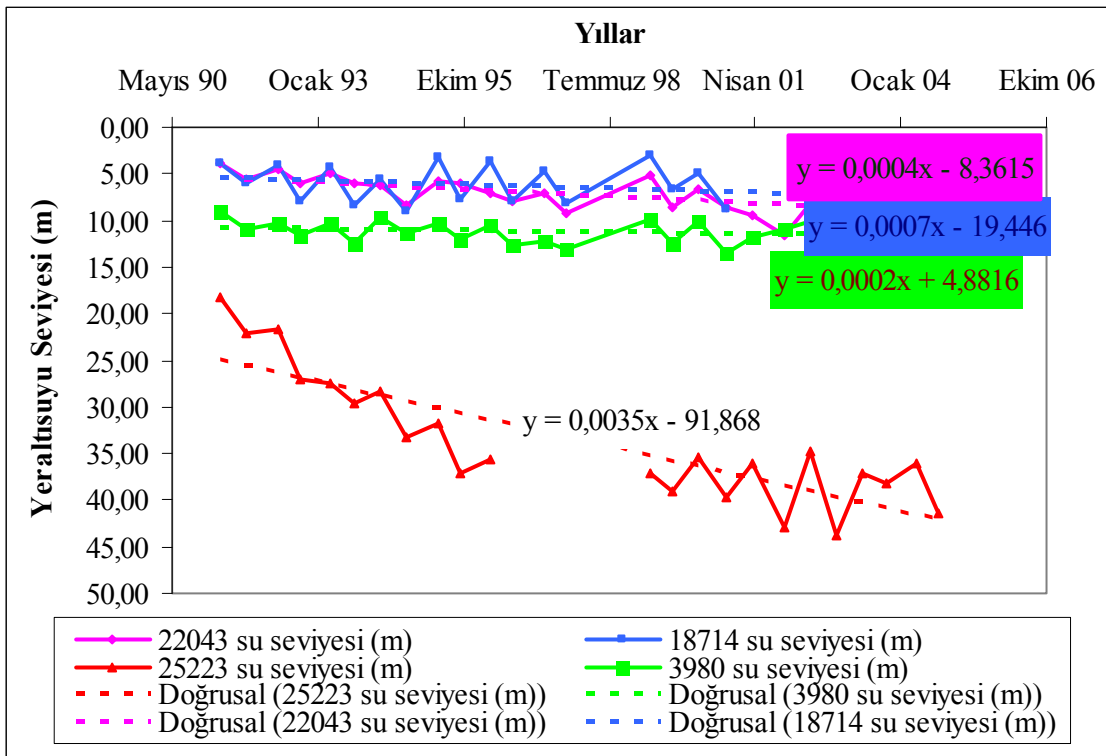
(*) Student'ın t dağılımının iki yanlı biçimine göre, % 5 düzeyinde anlamlı

(**) Student'ın t dağılımının iki yanlı biçimine göre, % 1 düzeyinde anlamlı

Gerçekte, sonbaharda akım-yağış ilişkilerinin daha yüksek çıkması beklenebilir. Ancak, bu bölgedeki sulama ve başka amaçlı su gereksinimi, özellikle geciken yağış koşullarında artarak devam etmesi kuvvetli ilişkilerin oluşmasına engel teşkil etmiş olabilir.

4.2 Gediz Havzası Yeraltı Suyu Seviyelerinin Analizi

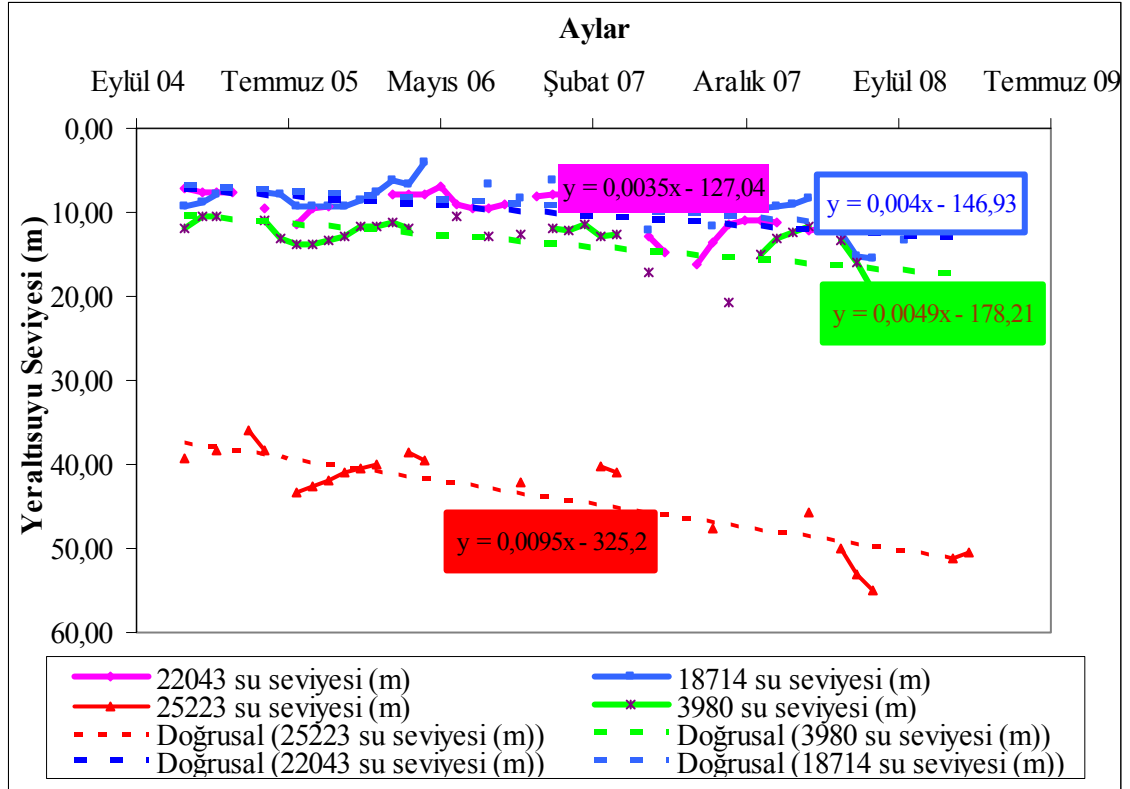
Yeraltı suyu seviyelerinin değerlendirilmesinde Gediz havzası sınırları içerisinde Manisa ve İzmir ilinde bulunan 22043-Alaşehir, 3980-Armutlu, 18714A-Kabazlı ve 25223/R2-Sarıkız rasat kuyularının 1991-2004 yıllarına ait aylık yeraltı suyu seviyeleri Şekil 4.4’de, 2004-2008 yıllarına ait aylık yeraltı suyu seviyeleri ise Şekil 4.5’de verilmiştir.



Şekil 4.4 Yeraltısuyu rasat kuyularının 1991-2004 yıllarına ait aylık yeraltı suyu seviyeleri

Şekil 4.4’de verilen grafik incelendiğinde, özellikle Manisa Saruhanlı Sarıkız 25223 rasat kuyusunun su seviyesi doğrusal bir azalma eğilimi göstererek 1991 yılında 18 metre düzeyinden başlayarak 2004 yılında 40 metreye kadar inmiştir. Uzun dönemde meydana gelen bu azalma, 1989 yılından itibaren başlayan ve günümüzde daha hissedilir hale gelen kuraklık ile açıklanabilir. Yeraltısuyu seviyelerinde yıl içerisinde meydana gelen azalma, sulama sezonu olan Haziran-Eylül ayları arasında meydana

gelmektedir. Havzada bulunan rezervuarların sulama için yeterli olmadığı bu dönemlerde yeraltısuyu kuyularından yararlanılmaktadır. Diğer rasat kuyularının yeraltısuyu seviyelerinde de az da olsa azalma meydana gelmiştir.



Şekil 4.5 Yeraltısuyu rasat kuyularının 2004-2008 yıllarına ait aylık yeraltı suyu seviyeleri

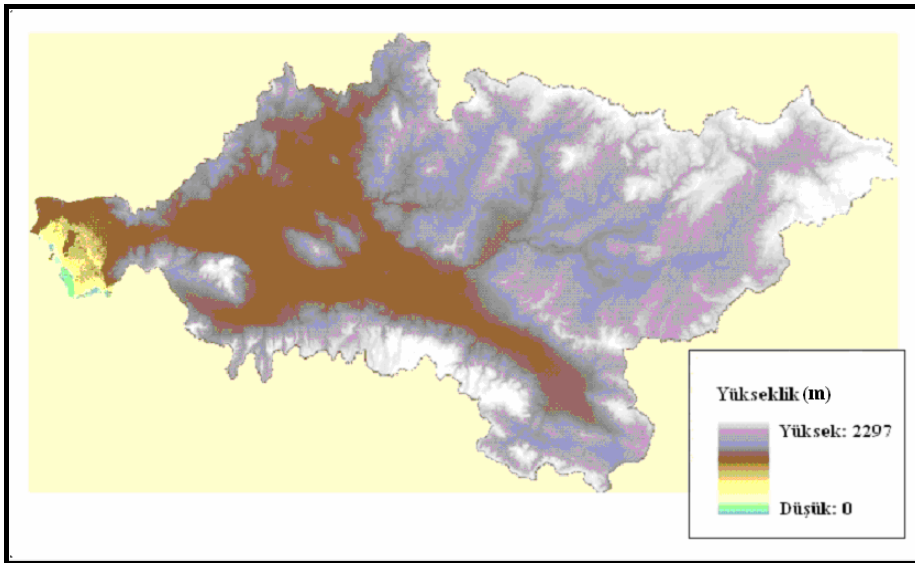
Yeraltısuyu rasat kuyularının daraltılmış bir zaman dilimi olan 2004-2008 yılları arasındaki seviye değişimleri incelendiğinde (Şekil 4.5), Manisa Saruhanlı Sarıkız 25223 rasat kuyusunun su seviyesi yine doğrusal bir azalma eğilimi göstererek 2005 yılının Ocak ayında 37 metre düzeyinden 2009 yılının Ocak ayında 50 metreye kadar düşmüştür. Diğer rasat kuyularının 2004-2008 yılları arasında yeraltısuyu seviyelerindeki azalma daha belirgindir. Tüm kuyularda yeraltısuyu seviyeleri özellikle sulama sezonunda azalmakta, sulamalar tamamlandığında mevsim yağışları etkisiyle tekrar yükselmeye başlamaktadır.

4.3 Havza ve Alt Havzaların Belirlenmesi

Gediz havzası Sayısal Arazi Modeli:

Gediz havzasının ve alt havzalarının sınırlarının belirlenmesinde, uygulamada yaygın olarak kullanılan D8 yöntemi kullanılmıştır. D8 yönteminin uygulaması ile havza sınırlarının belirlenmesi bir seri aşama ile gerçekleştirilmektedir. Öncelikle Gediz Havzasına ait sayısal 1/25000 ölçekli topoğrafik haritaların tümü Harita Genel Komutanlığından temin edilmiştir. Bu haritalardan yararlanılarak ve ArcMap programı kullanılarak havzanın Sayısal Arazi Modeli oluşturulmuştur (Şekil 4.6).

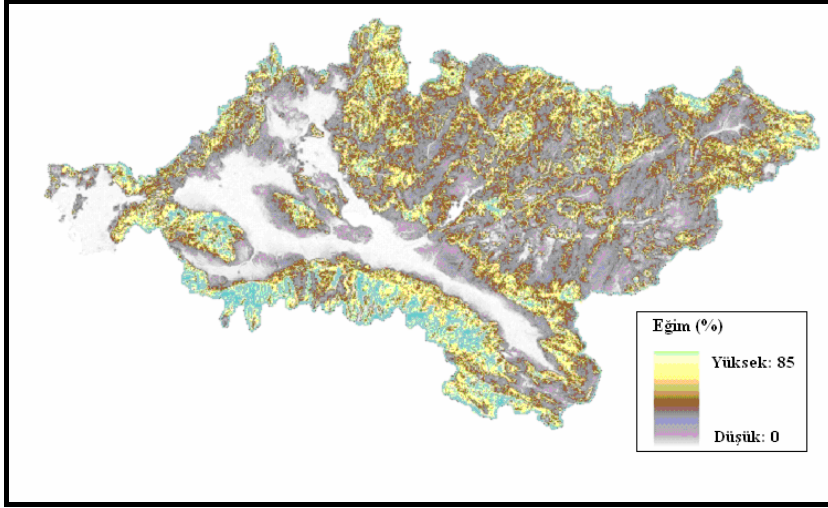
Gediz Havzasının Sayısal Arazi Modelinin (SAM) oluşturulmasında Yüzey Modelleme Yönteminden yararlanılmış ve raster görüntünün piksel değeri olarak 25 x 25 m boyutu seçilmiştir. Havzanın SAM görüntüsü oluşturulurken çok yönlü lineer enterpolasyon işlemi kullanılmış ve birbirine zıt sekiz yönde enterpolasyon yapılarak en uygun arazi modeli oluşturulmuştur. Gediz havzasının deniz seviyesinden yüksekliği en düşük 0 metre ile en yüksek 2297 metre arasında değişmektedir.



Şekil 4.6 Gediz havzası sayısal arazi modeli (SAM)

Gediz Havzası Eğim ve Bakı Haritası:

Gediz Havzasına ait Sayısal Arazi Modelinden (Şekil 4.6) yararlanılarak havzanın eğim ve Bakı haritaları çıkarılmıştır. Eğim (Şekil 4.7) ve Bakı (Şekil 4.8) haritası her bir piksel için hesaplanmış ve komşu sekiz pikselin yatay mesafeleri ve yükseklik değerleri kullanılarak oluşturulmuştur. Havzanın Sayısal Arazi Modeli, Eğim ve Bakı haritalarından yararlanılarak havzanın topoğrafik özellikleri belirlenebilmekte, havza alt havzalara bölünebilmekte ve havzanın akım ağı oluşturulabilmektedir.



Şekil 4.7 Gediz havzası eğim haritası

Gediz havzasının eğimi Şekil 4.7'de de görüldüğü gibi %0 ile % 85 arasında değişim göstermektedir. Havzaya ait Sayısal Arazi Modeli ve Eğim Haritaları incelendiğinde havzanın üç temel fizyografyadan oluştuğu gözlenmektedir. Bunlar dağlık ve sarp fizyografya, tepelik ve dalgalı fizyografya ve taban ve düzlük fizyografyadır. Dağlık ve sarp fizyografya kuzey ve güneyde uzanan dağları, tepelik ve dağlık fizyografya ovaları çevreleyen tepelikleri, taban ve düzlük fizyografya ise ovaları kapsamaktadır.

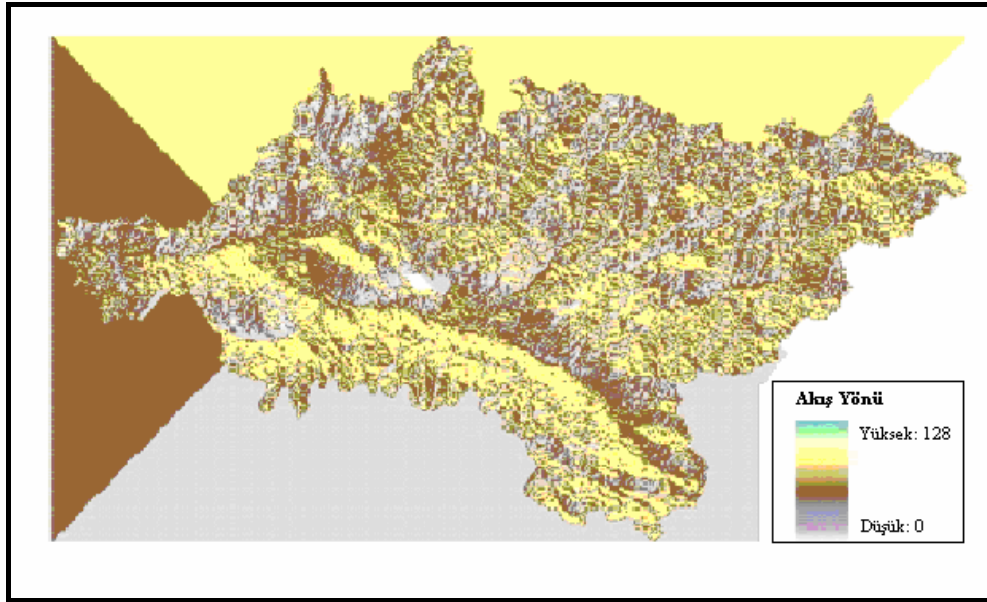
Bakı, arazi yüzeyinin yönünü gösterir ve herhangi bir noktadaki teğet düzlemin baktığı yön ile ifade edilir. Bakı, kuzeye doğru saat yönünde gidilerek ölçülür ve 0 ile 360

derece arasında pozitif değerler alır. 0-360 derece arasında 0 kuzey, 90 doğu, 180 güney, 270 batı olarak bilinir. Bakı değerinin -1 olması, bu noktanın düz olduğu anlamı vermektedir. Bir noktadaki bakı genellikle bu noktanın ne kadarlık bir güneş ışığı alacağını belirlemek amacıyla kullanılır. Ayrıca tarımsal ürünlerin en iyi hangi arazi yüzeyinde yetiştirilebileceğini bulmak amacıyla da bakı değerleri kullanılabilir. Gediz havzasına ait bakı haritası incelendiğinde, havzanın büyük bir kısmının kuzey ile batı, sulama birliklerinin bulunduğu alanların ise güneybatı ile kuzeybatı arasındaki yönlere baktığı gözlenmektedir.

Şekil 4.8 Gediz havzası bakı haritası

Şekil 4.6’da verilen Gediz havzasının Sayısal Yükseklik Modeli üzerinde her bir hücrenin sahip olduğu bir yükseklik değeri bulunmaktadır. Her bir hücreden akış, yükseklik değeri kendi değerinden düşük olan komşu hücrelerden sadece birine doğru olabilmektedir. Her bir hücre için 8 olası yön vardır ve bu yönler aşağı, yukarı, sağa, sola, yukarı sağ, yukarı sol, aşağı sağ ve aşağı sol olmak üzere belirlenmiştir. Gediz Havzası Sayısal yükseklik modeli üzerindeki her bir hücreye ilişkin olası su akış yönleri hesaplanarak, su akış yönleri haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.9). Harita incelendiğinde

su akış yönlerinin, havzanın kuzeyinde güneye doğru, kuzeyinde güneye doğru ve doğusunda batıya doğru aktığı gözlenmektedir.



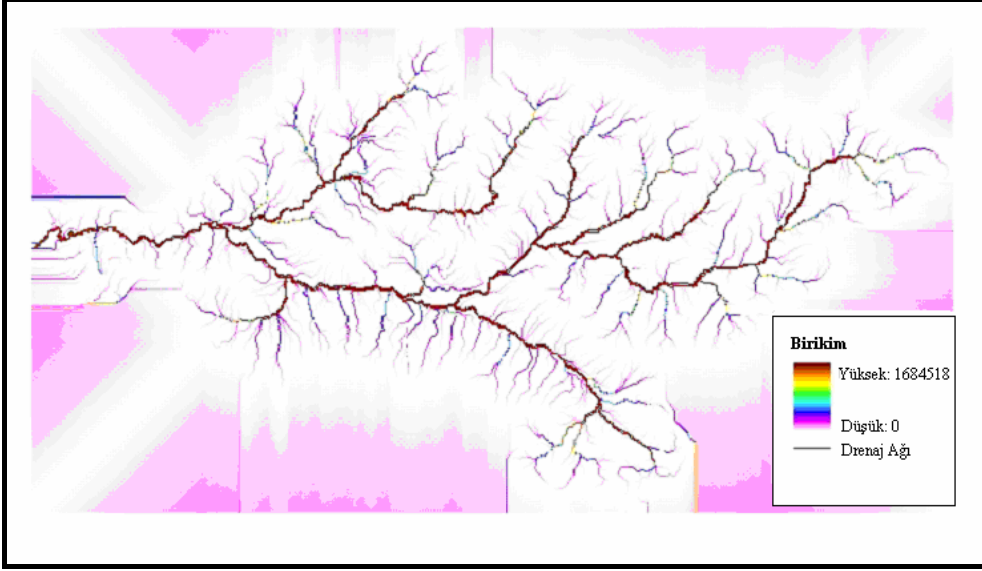
Şekil 4.9 Gediz havzası su akış yönleri

4.3.2 gediz havzası akış toplanma gridleri

Gediz Havzasının Akış yönleri modeli (Şekil 4.9) kullanılarak akış toplanma modeli oluşturulmuştur. Akış yönleri modeli üzerinde, hücrelerin akış yönüne göre, her bir hücreyi besleyen hücre sayısı, birikimli olarak toplanmış ve akış toplanma gridleri elde edilmiştir (Jenson and Domingue 1988). Havzanın su akış yönleri modelinde yüksekliği en büyük olan hücrelerden başlanarak, hücre hücre akış toplanma değerleri hesaplanmıştır. Bir hücreye, herhangi bir hücreden akış olmuyorsa o hücreye akış toplanma değeri olarak program tarafından sıfır verilmiştir. Akış toplanma gridleri havzaya düşen yağmurun akacağı hücreleri göstermektedir. Sıfır değerine sahip hücreler havza sınırını teşkil etmede kullanılmaktadır.

Gediz havzasına ait akış toplanma gridleri haritası incelendiğinde, sıfır değerine sahip piksellerin havza sınırında olduğu, en yüksek piksel değeri olan 1684518 değerinin

Gediz nehrinin havza çıkışında bulunduğu tespit edilmektedir. Bundan, Gediz nehrinin denize döküldüğü noktanın toplam 1684518 piksel tarafından beslendiği anlamı çıkmaktadır (Şekil 4.10).



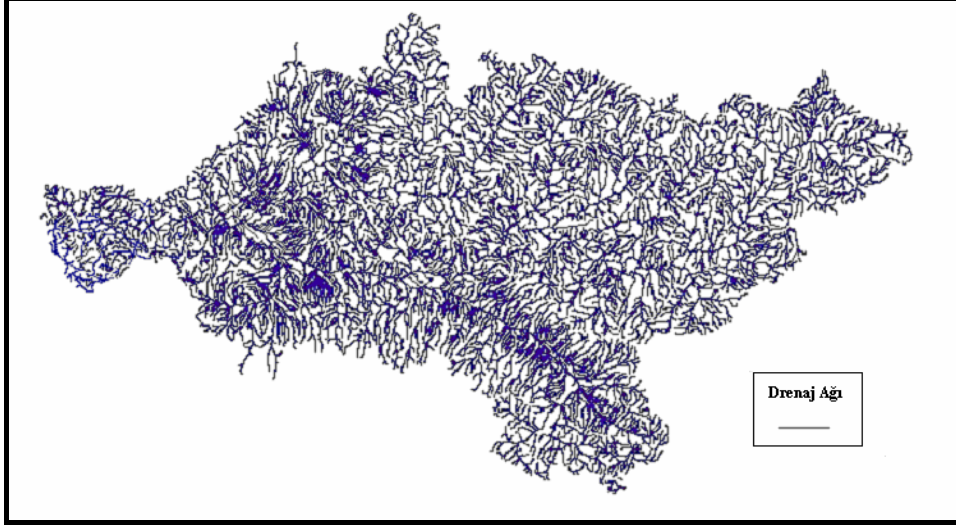
Şekil 4.10 Gediz havzası akış toplanma gridleri

4.3.3 Gediz havzası drenaj ağları

Gediz havzası drenaj ağı Şekil 4.10’da verilen akış toplanma modeli üzerinden oluşturulmuştur (Şekil 4.11). Bu model üzerinde yapılan çalışmanın hassaslığı ve büyüklüğü göz önüne alınarak ve akış toplanma modelinde elde edilen en büyük hücre değerine göre, kullanılan program tarafından bir alt sınır değeri belirlenmiştir. Bu sınır değeri üzerindeki tüm hücreler drenaj ağının bir parçası olarak tanımlanmıştır. Oluşturulan drenaj ağı, vektör özelliklidir. Drenaj ağında, su akış yönleri ve akış toplanma modeli göz önüne alınarak ana su yolu ve yan kolları oluşturulmaktadır.

Gediz havzası drenaj ağında bulunan su akım çizgileri, yağmurun toprak yüzeyine düşüp yüzey akışa geçtiği anda takip edeceği yolu göstermektedir. Gerçekte drenaj ağında bulunan her doğal su kanalcığında yıl boyunca sürekli su akmamaktadır. Yıl boyunca sürekli akım ana nehir ve yan kollarında meydana gelmektedir. Ancak, havza

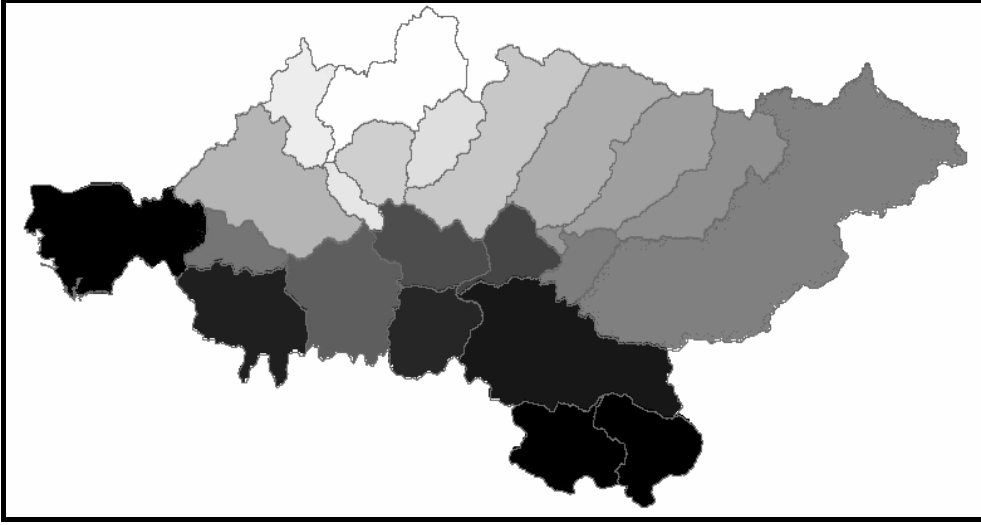
sınırlarının oluşturulmasında, su akım çizgilerini besleyen alanlar temel alındığından en küçük kanalcıkların belirlenmesi oldukça önemli olmaktadır.



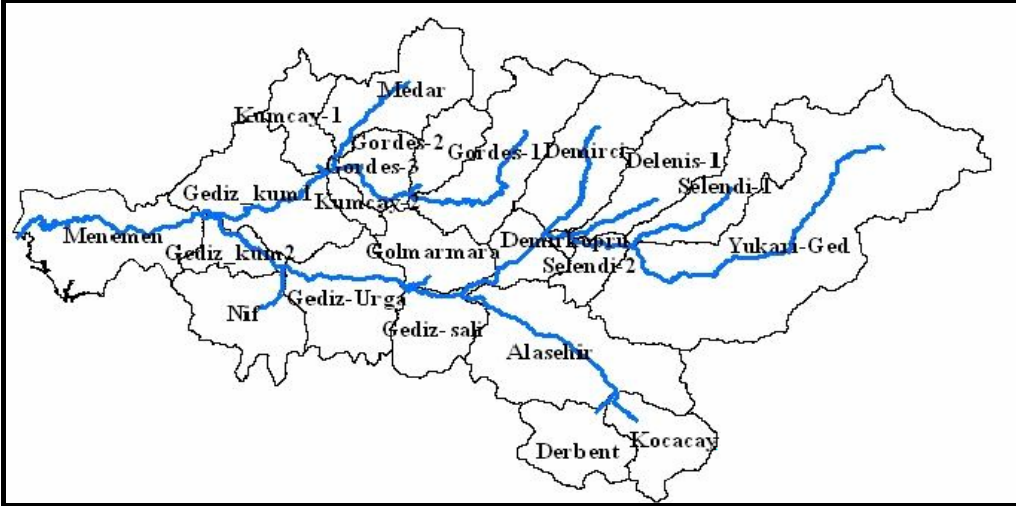
Şekil 4.11 Gediz havzası drenaj ağı

4.3.4 Gediz havzası alt havza sınırları

Alt havzalar belirlenirken, havza sınırlarından farklı olarak akış yönleri modelinin yanında, modellenen drenaj ağı da kullanılır. Drenaj ağını oluşturan her bir kol kesişim noktalarından ayrılmakta ve her bir kolun akış alanları bulunmaktadır. Bu alanların her biri, alt havzaları oluşturmaktadır. Gediz Havzası alt havza sınırlarının belirlenmesinde havzanın su akış yönleri modeli (Şekil 4.9), akış toplanma modeli (Şekil 4.10) ve drenaj ağı (Şekil 4.11) kullanılmış ve Gediz havzası toplam 23 alt havzaya bölünmüştür (Şekil 4.12). Belirlenen alt havzaların, isimleri ve drenaj ağı Şekil 4.13’de verilmiştir.



Şekil 4.12 Gediz havzası ve alt havzaları



Şekil 4.13 Gediz alt havzaları ve drenaj ağı

Gediz havzasına ait alt havzalar ve bu havzaların kapladığı alanlar ile kaplama oranları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Havzada en geniş alana sahip alt havza 3474 km² ile Yukarı Gediz, en küçük alana sahip havza ise 40.4 km² ile Delenış-2 havzasıdır.

Çizelge 4.3 Gediz havzası alt havzalarının kapladığı alan ve kaplama oranları

Alt Havza Adı	Alanı (km²)	Kaplama Oranı (%)
Yukarı Gediz	3474	20,17
Selendi-1	721	4,19
Selendi-2	234	1,36
Deleniş-1	776	4,51
Deleniş-2	40,4	0,23
Demirci	965	5,60
Demirköprü	327,4	1,90
Gölmarmara	508,3	2,95
Derbent	559,9	3,25
Kocaçay	508,3	2,95
Gördes-1	1076,6	6,25
Gördes-2	353	2,05
Gördes-3	365	2,10
Medar	831,6	4,77
Kumçay-1	401,6	2,27
Kumçay-2	133,6	0,70
Gediz Kum-1	1074,3	6,18
Gediz Kum-2	280,4	1,57
Menemen	1052	6,09
Nif	726,3	4,80
Gediz-Urganlı	829,4	4,82
Gediz-Salihli	492,3	2,92
Alaşehir	1446	8,34
Toplam	17176,4	100,00

4.4 Gediz Havzası Arazi Kullanımı

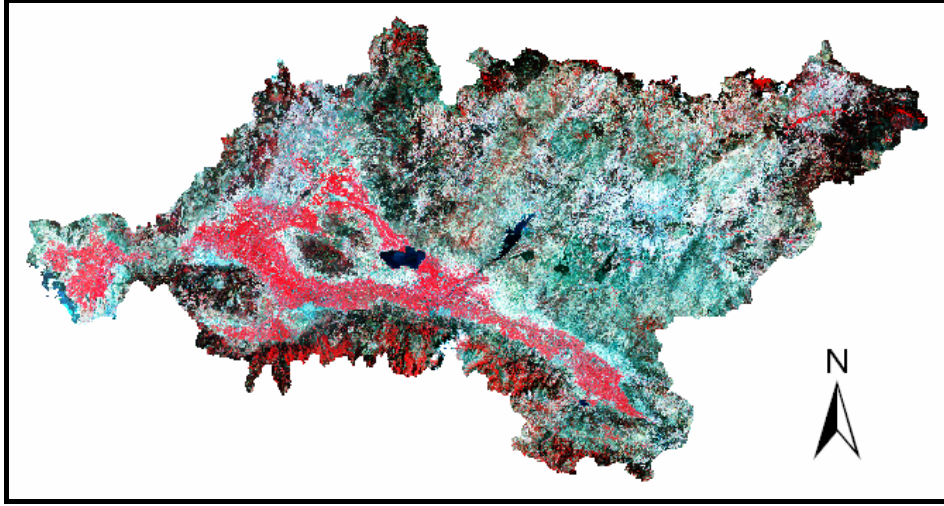
Gediz havzasına ait 2006 Landsat uydu görüntüsünün arazi kullanım sınıflandırması yapılırken, piksel çözünürlüğü daha iyi olan yine 2006 yılı Ağustos ayına ait Manisa ilinin IKONOS görüntüsünden, Çevre ve Orman Bakanlığının çıkardığı mescere haritasından, Mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğünün ürettiği 1/25000 ölçekli sayısal toprak haritasından ve yine 1/25000 ölçekli sayısal topoğrafik haritalardan yararlanılmıştır.

Havzaya ait 2006 yılı Landsat TM uydu görüntüsünün önce radyometrik ve geometrik düzeltmesi yapılmış ve bunları takiben 1/25000 ölçekli sayısal topoğrafik haritalardan

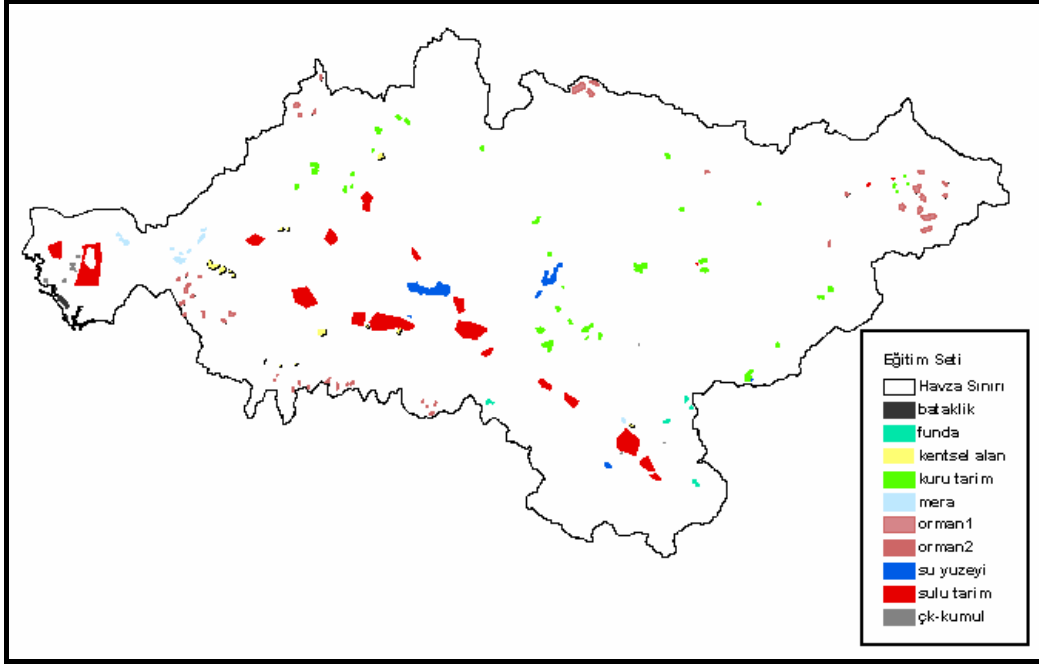
yararlanılarak haritadan görüntüye jeoreferanslama tekniği ile görüntünün bantları gerçek dünya koordinatlarına bağlanmıştır.

Havzaya ait 179-033, 180-033 ve 181-033 çerçeve No'lu Landsat Uydu Görüntüleri radyometrik ve geometrik düzeltmeden sonra mozaiklenmiş ve havza sınırı ile kesildikten sonra oluşturulan RGB kompozit (RGB = 4 3 2 bantları) görüntü (Şekil 4.14) üzerinde eğitim setleri (training-set) (Şekil 4.15) oluşturulmuştur. Bu setler kullanılarak söz konusu yıla ait arazi kullanım türleri belirlenmiştir. Arazi kullanım sınıflamasında Maximum Likelihood Yöntemi (Maksimum Benzerlik Yöntemi) kullanılmıştır. Sınıflandırmada kullandığımız Landsat TM görüntüsü farklı dalga boylarında 7 banda sahiptir ve sınıflandırma için 1, 2., 3 ve 4. bantlar seçilmiştir. Bu bantların kullanılmalarının nedeni 1. bantın toprağın bitkilerden ayırt edilmesinde, 2. bantın genel vejetasyonu ayırmada, 3. bantın bitki ve toprağı birbirinden ayırmada ve 4. bantın vejetasyon çeşitlerini, su yüzeyini, kuru ve nemli toprakları ayırmada etkili olmalarıdır. Şekil 4.14'de verilen Gediz havzasına ait Ağustos 2006 RGB (False) kompozit görüntüsü (Kırmızı = 4. bant, Yeşil = 3. bant, Mavi = 2. bant) üzerinde kırmızı ile görünen alanlar bitkisel faaliyetlerin (fotosentez) olduğu alanlardır. Görüntünün Ağustos ayına ait olması nedeniyle bitkisel faaliyetlerin olduğu alanlar sulamanın yapıldığı alanlardır.

Ayrıca Normalize Edilmiş Bitki Değişim İndisi (NDVI) haritası (Şekil 4.16) sulu tarım alanlarının ayırt edilmesinde kullanılmıştır. Eğitimli sınıflandırma için önce arazi çalışması yapılmış ve sınıflandırma için 9 tematik sınıf belirlenmiştir. Seçilen tematik sınıflar sulu tarım, mera, orman, funda, çıplak kaya ve kumullar, su yüzeyleri, kuru tarım, bataklık ve kentsel alanlardan oluşmaktadır. Sınıflandırma sonucu elde edilen arazi kullanım türleri Şekil 4.17'de verilmiştir.



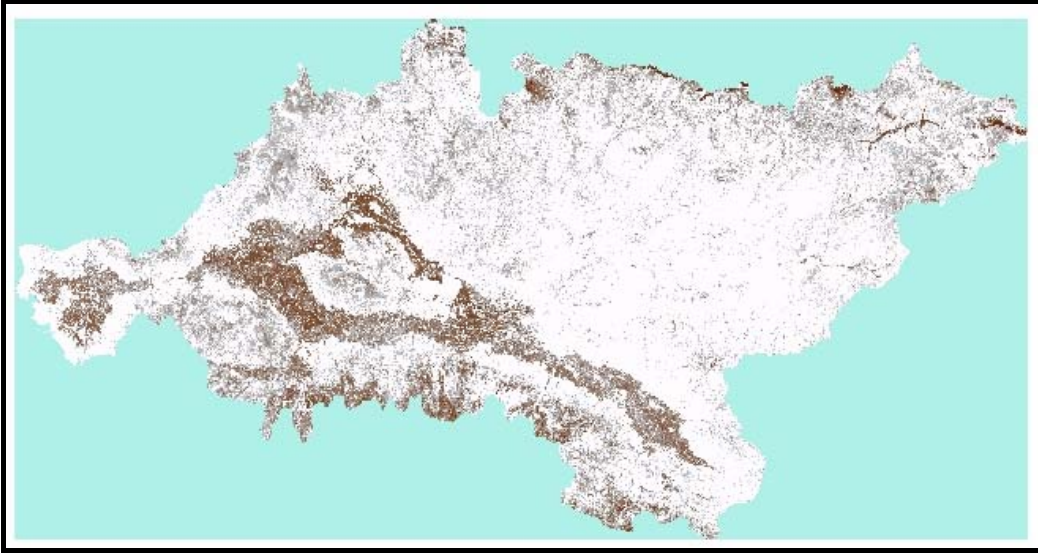
Şekil 4.14 Gediz havzasına ait Ağustos 2006 RGB (False) kompozit görüntü



Şekil 4.15 Gediz havzası arazi kullanım sınıflamasında kullanılan eğitim seti

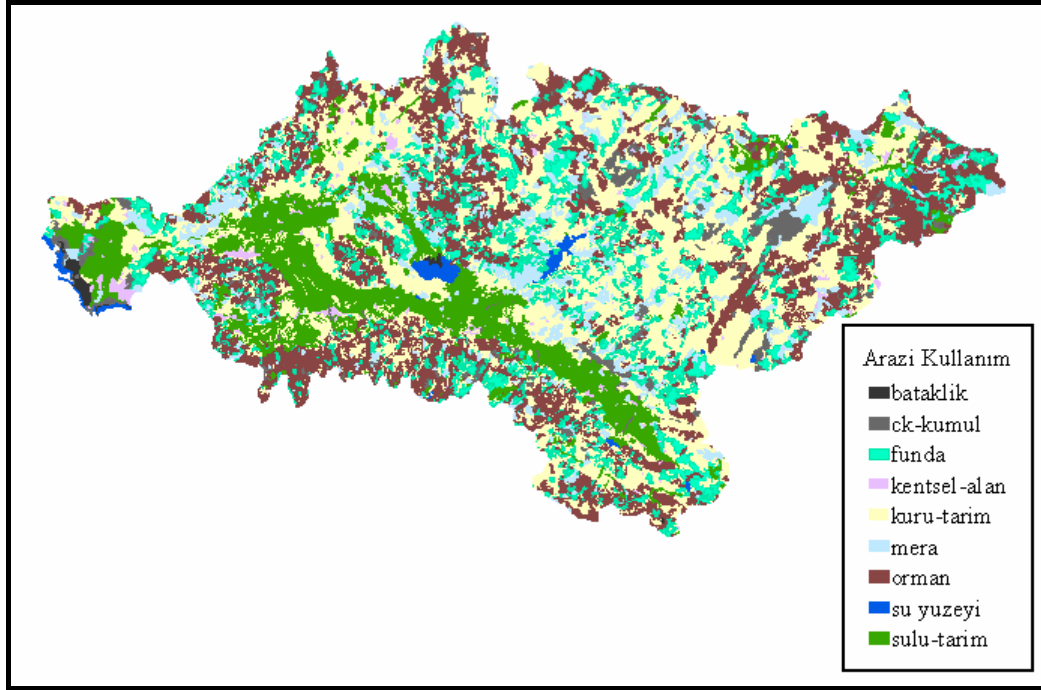
Görüntü üzerinde sulu tarım alanlarının belirlenmesi için Normalize Edilmiş Bitki Değişim İndisi (NDVI) kullanılmıştır. Normalize Edilmiş Bitki Değişim İndisi kızılötesi dalga boyu ile görünür kırmızı dalga boyu arasındaki farkın ikisinin toplamına bölünmesinden elde edilmektedir. NDVI değeri bitki örtüsünün bulunduğu alanın durumuna göre -1 ve +1 değerleri arasında değişim gösterir. Örneğin, eğer elde edilen değer 0,1 veya daha düşükse kayalık alana; 0,2 ile 0,3 arasında ise çayır veya çimene;

0,6 ile 0,8 arasında ise tropikal yağmur ormanlarına karşılık gelmektedir. Gediz havzası için elde edilen NDVI haritası (Şekil 4.16) değerlendirildiğinde, 2006 görüntüsünün Ağustos ayına ait olması nedeniyle, harita üzerindeki koyu renklere sahip alanlar bitki örtüsü ve ormanlık alanların yoğun olduğu alanları göstermektedir. Harita üzerinde maskeleme tekniği yardımı ile ormanlık alanlar maskelenmiş ve sulu tarım alanları belirlenmiştir.



Şekil 4.16 Gediz havzasına ait Ağustos 2006 NDVI görüntüsü

Gediz havzası için belirlenen arazi kullanım sınıfları içerisinde sulu tarım alanları havzada bulunan sulama birliklerinin faaliyet gösterdiği alanlar ile herhangi bir organizasyona bağlı olmayan, halk sulamaları olarak tabir ettiğimiz bireysel sulama alanlarıdır (Şekil 4.17). Havzanın düzlük alanları ile ovalarında sulu tarım hakimdir. Düzlük alanlardan yukarıya doğru çıkıldıkça kuru tarım alanları belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Havzanın yüksek bölümlerinde ise orman, funda, çıplak kaya alanları ovalara yaklaştıkça meralar yer almaktadır. Ayrıca havzanın yukarı bölümlerinde ormandan açılmış tarım arazileri mevcuttur. Bataklık ve sulak alanlar Gediz deltasında ve Gölarmara kıyısında yer almaktadır.



Şekil 4.17 Gediz havzası arazi kullanım türleri

Yapılan sınıflandırmanın doğruluğu, sınıfları bilinen eğitim setindeki alanlar ile denenmiştir. Bunun için standart bir yöntem olan “Karışım (contingency) Çizelgesi” denilen hata matrisi (Çizelge 4.4) oluşturulmuş ve hangi sınıfların ne oranda diğer sınıflarla karıştığı ortaya konmuştur. Yapılan sınıflandırmanın toplam doğruluk oranı %93,99 olup en yüksek doğruluk oranı su yüzeyi (%99.99) ve bataklık (%99.68) sınıfında, en düşük doğruluk oranı ise mera (%83.33) ve çıplak kaya ve kumul (%83.94) alanlarında gerçekleşmiştir. Sınıflandırmada yapılan ve hata matrisine taşınan hatalar genellikle, belirlenen tematik sınıfların spektral bantlarda yansıma özelliklerinin birbirlerinden tam olarak ayırt edilememesinden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.4 Gediz havzası arazi kullanım sınıflaması hata matrisi

Arazi Kullanım Sınıfları	Sulu tarım	Kent alanı	Su Yüzeyi	Orman1	Funda	Orman2	Mera	Çk-kumul	Bataklık	Kuru tarım	Toplam	Tüketici Doğruluğu
Sulu tarım	244975	111	0	13	5	459	0	4	0	555	246122	99,53
Kentsel A.	1589	15580	0	4	182	0	867	476	9	1012	19719	79,01
Su yüzeyi	466	5	39293	896	18	0	0	0	0	150	40828	96,24
Orman1	454	0	0	43462	51	24	0	0	0	17	44008	98,76
Funda	765	113	0	369	4103	33	115	7	0	332	5837	70,29
Orman2	287	0	0	107	0	4565	0	0	0	0	4959	92,05
Mera	1486	168	0	8	94	0	7096	24	5	2896	11777	60,25
Çk-kumul	1296	132	0	0	110	0	124	3001	0	274	4937	60,79
Bataklık	741	545	3	993	11	3	61	1	4323	650	7331	58,97
Kuru tarım	5264	96	0	2	161	0	253	56	0	39698	45530	87,19
Toplam	258323	16740	39296	45854	4765	5084	8516	3575	4337	45584	432074	
Üretici Doğruluğu	94,83	93,07	99,99	94,78	86,11	89,79	83,33	83,94	99,68	87,09		
Toplam Doğruluk	93,99											

Tüketici Doğruluğu: Gerçekte bir sınıfta olmayanların o sınıfa aitmiş gibi hesaplanmasından doğan hataların ölçüsüdür.

Üretici Doğruluğu: Bir sınıfa ait olanların kendi sınıfından ayrılmalarından doğan hataların ölçüsüdür.

Toplam Doğruluk: Sınıflama ile yer gerçeği çalışması sonucunda kesinlikle bilinen sınıflar arasındaki uyum oranına işaret etmektedir.

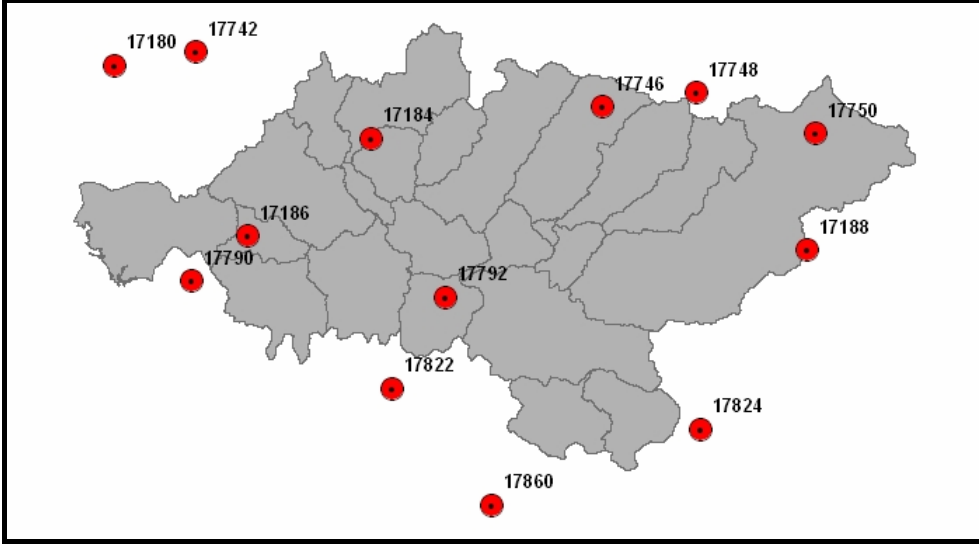
Uydu görüntülerinin işlenerek Gediz havzası için yapılan arazi kullanım sınıflamasından elde edilen arazi kullanım türleri, havza içerisinde kapladıkları alan ve yüzdeleri Çizelge 4.5’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 730032 ha. kaplama alanı ve %42.40 kaplama oranı ile kuru tarım alanları havzada en büyük paya sahiptir. Kuru tarım alanlarını sırasıyla orman (336653 ha, %19.55), funda (227263 ha, %13.20), sulu tarım (216565 ha, %12.58), mera (111717 ha, %6,49), çıplak kaya ve kumullar (54186 ha, %3.15), kentsel alanlar (27066 ha, %1.57) izlemektedir. Su yüzeyi ve bataklık alanların havzada kapladığı toplam alan ise 18350 ha olup havzanın %1.07’sine tekabül etmektedir.

Çizelge 4.5 2006 yılı gediz havzası arazi kullanım sınıfları ve havzadaki dağılımı

Arazi Kullanım Sınıfları	Alan	
	Ha	%
Sulu Tarım	216565	12,58
Kentsel Alan	27066	1,57
Su Yüzeyi	13406	0,78
Orman	336653	19,55
Funda	227263	13,20
Mera	111717	6,49
Çıplak Kaya ve Kumul	54186	3,15
Bataklık	4944	0,29
Kuru Tarım	730032	42,40
Toplam	1721832	100,00

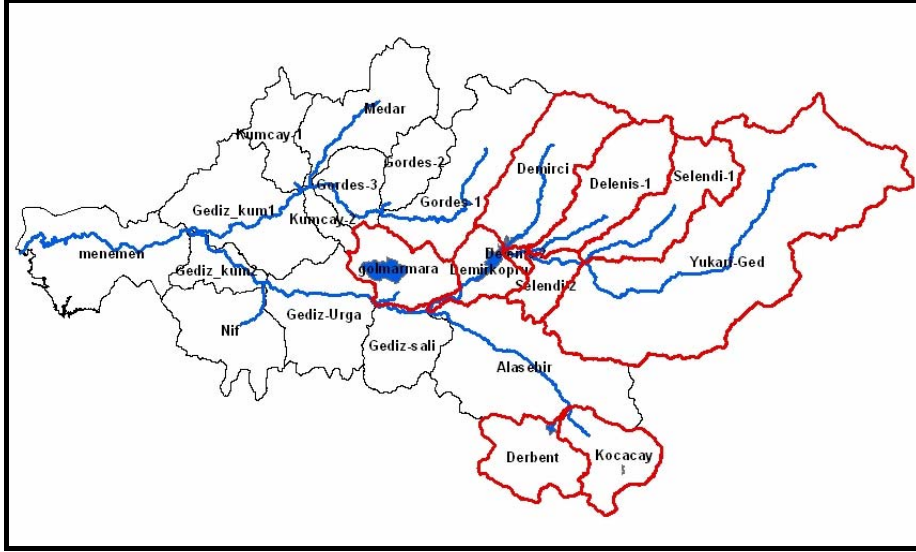
4.5 Gediz Havzası Su Bütçesi Modelinin Oluşturulması

Gediz Havzasında sulama birliklerine sulama suyu sağlayan Demirköprü Barajı, Göl Marmara, Avşar ve Buldan Barajları su toplama havzaları için, akış şeması Şekil 3.12’de verilen su bütçesi modeli 1995-2007 yılları için oluşturulmuştur. Su bütçesinin temel girdisi olan günlük yağış ve sıcaklık verileri, havzada ve bir kısmı da havza dışında olan Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğüne (DMI) ait (Çizelge 3.8) toplam 13 iklim istasyonundan temin edilmiştir. Havza ve havza dışında bulunan DMI’ye ait iklim istasyonlarının havzadaki konumları Şekil 4.18’de verilmiştir.



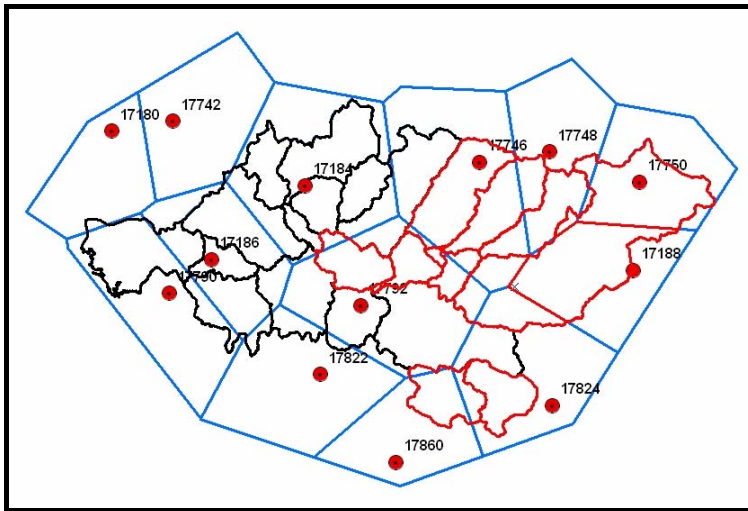
Şekil 4.18 DMİ’ye ait iklim istasyonlarının havzadaki konumları

Öncelikle, Gediz havzasında temel su kaynağı olan Demirköprü, Avşar ve Buldan Barajları ile Gölarmara’yı besleyen alt havzalar, belirlenen drenaj ağı yardımıyla tespit edilmiştir (Şekil 4.19). Daha sonra, verileri temin edilen iklim istasyonlarına ait 1995-2007 yıllarını kapsayan günlük noktasal iklim verileri ile Thiessen Poligonları yöntemi kullanılarak, su yapılarını besleyen alt havzaların her biri için günlük yağış ve Penmann-Monteith (1965)’e göre hesaplanan günlük evapotranspirasyon miktarlarının alansal ortalamaları belirlenmiştir. Günlük yağış ve evapotranspirasyon miktarlarının alansal ortalamalarından gidilerek her yıl için aylık toplam yağış ve evapotranspirasyon miktarları belirlenmiştir. Gediz Havzasında bulunan diğer alt havzalar bu çalışmada değerlendirmeye alınmamıştır.



Şekil 4.19 Gediz havzasında su depolama yapılarını besleyen alt havzalar

Şekil 4.19'dan da görüleceği üzere Demirköprü barajını; Yukarı Gediz, Selendi-1 ve Selendi-2, Deleniz-1 ve Deleniz-2, Demirci ve Demirköprü havzaları, Gölarmara'yı Gölarmara havzası; Avşar barajını Derbent havzası ve Buldan barajını Kocacay havzası beslemektedir. Adı geçen havzalar için alansal yağış ortalamalarının hesaplanmasında kullanılan Gediz havzasına ait Thiessen Poligonları Modeli Şekil 4.20'de verilmiştir.



Şekil 4.20 Gediz havzası thiessen poligonları modeli

Daha sonra SCS-CN ve Özer (1990)'de verilen metotlar esas alınarak havzanın toprak haritasından yararlanılarak her bir havzanın her bir toprak poligonu için Hidrolojik Toprak Grupları (HTG) AMC I ve II koşullarına göre belirlenmiştir. Belirlenen HTG değerleri ile arazi kullanımları dikkate alınarak her bir her bir arazi kullanımı için Yüzey Akış Eğri Numarası (CN) atanmıştır. Tüm havza için CN değeri, her poligona ait CN değerlerinin alansal ortalaması ile belirlenmiştir.

Elde edilen CN değeri yardımıyla Havza potansiyel su depolama miktarı (S) ve yüzey akışa geçmeden tutulan su miktarları (I_a) mm cinsinden her havza için belirlenmiştir.

Gediz havzasında temel su kaynağı olan Demirköprü, Avşar ve Buldan Barajları ile Gölarmara'yı besleyen alt havzalar için belirlenen CN, S ve I_a değerleri Çizelge 4.6'da özetlenmiştir.

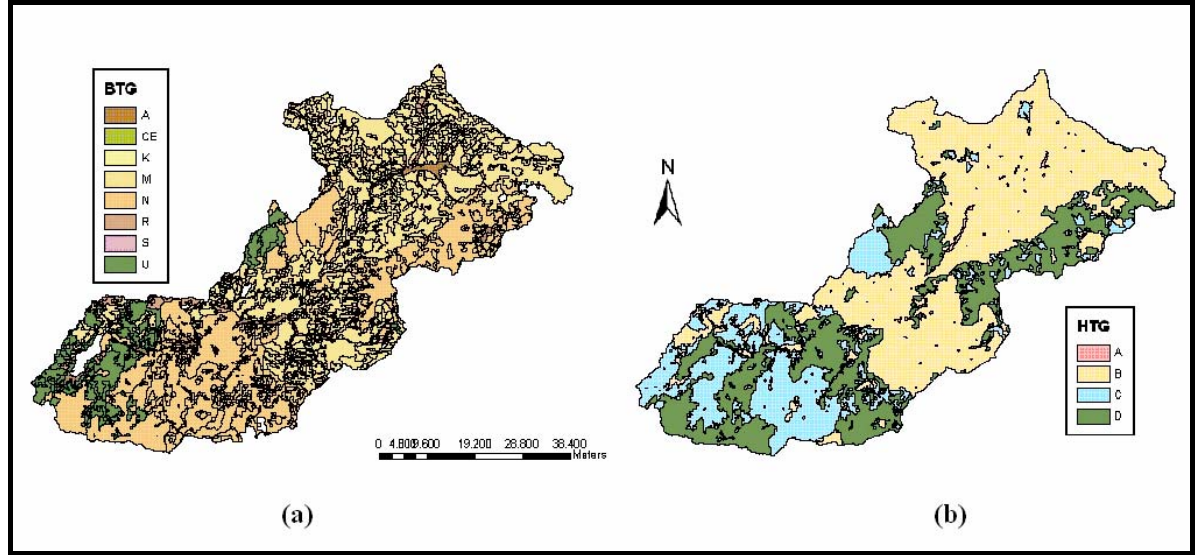
Çizelge 4.6 Gediz havzası alt havzalarına ait CN, S ve I_a değerleri

Alt Havzalar	CN	S (mm)	I_a (mm)
Yukarı Gediz	81,2	58,8	11,8
Selendi-1	80,3	62,3	12,7
Selendi-2	79,6	65,1	13,0
Deleniş-1	77,4	74,2	14,8
Deleniş-2	74,8	85,6	17,1
Demirci	81,2	58,8	11,8
Demirköprü	76,9	76,3	15,3
Gölarmara	74,9	85,1	17,0
Derbent	83,1	51,7	10,3
Kocaçay	79,8	64,3	12,9

4.5.1 Yukarı gediz havzası su bütçesi modeli

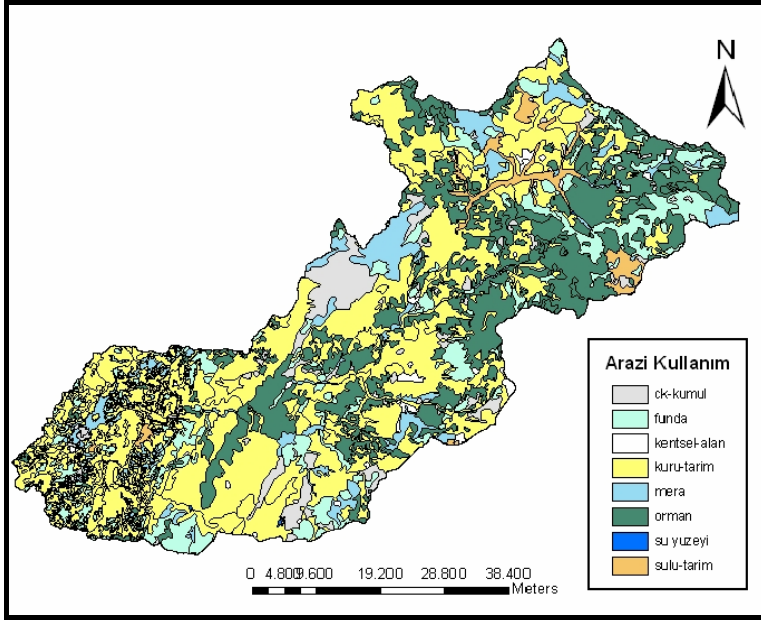
Yukarı Gediz havzası 3474 km²'lik bir drenaj alanına sahip olup, Gediz havzasını oluşturan alt havzaların en büyüğüdür (Çizelge 4.3). Su bütçesi modelinde öncelikle havzanın alansal yağış ve evapotranspirasyon miktarları yakınında bulunan Gediz (17750), Salihli (17792), Güney (17824), Uşak (17188), Simav (17748) ve Demirci (17792) iklim istasyonlarının noktasal değerlerinden hesaplanmıştır. Yukarı Gediz

havzasına ait Büyük Toprak Grupları ve Hidrolojik Toprak Grupları Şekil 4.21’de, Arazi Kullanım Haritası ise Şekil 4.22’de verilmiştir.



Şekil 4.21. a. Yukarı Gediz havzası büyük toprak grupları haritası, b. hidrolojik toprak grupları haritası

Yukarı Gediz havzasına ait Hidrolojik Toprak Gruplarının belirlenmesinde kullanılan toprak haritası veritabanı incelendiğinde, Kahverengi Orman Topraklarının 1580 km² (%45.5), Kireçsiz Kahverengi Orman Topraklarının 1341 km² (%38.6) kaplama alanları ile havzada hakim durumda olduğu tespit edilmiştir. Kireçsiz Kahverengi topraklar ise havzada yaklaşık 288 km² (%8.3) kaplama alanına sahiptir. Diğer Büyük Toprak Grupları (Aluvyal, Kestanerengi, Koluvyal, Rendzina ve Aluvyal Sahil Toprakları) ise %3,5’lik bir kaplama oranına sahiptir. Büyük Toprak Gruplarından belirlenen Hidrolojik Toprak Gruplarının alansal olarak havzada dağılımı ise büyükten küçüğe sırasıyla B (1751 km², %51), D (929 km², %27), C (742 km², %21,6) ve A (13 km², %0,4) şeklindedir. Yukarı Gediz Havzasının sayısal arazi kullanım haritasından yararlanılarak, kuru tarım alanlarının 1580.2 km² (%45.5) kaplama alanı ile birinci sırada yer aldığı, bunu sırasıyla orman (890.0 km², %25.6), funda (427,6 km², %12.3), mera (238,8 km², %6.8), çıplak kaya (198.7 km², %5.7), sulu tarım (82,7 km², %2.4), kentsel alan (34.8 km², %1.0) ve su yüzeylerinin (1,5 km², %0.4) izlediği tespit edilmiştir.



Şekil 4.22 Yukarı Gediz havzası arazi kullanım haritası

Yukarı Gediz havzasına ait toprak ve arazi kullanım verileri kullanılarak, havza için Yüzey Akış Eğri Numarası (SCS-CN) 81,2, havza potansiyel su depolama miktarı $S=58.8$ mm ve yağış yüzey akışa geçmeden önce bitki kanopisi tarafından tutulan ve arazi yüzeyinde çukurluklarda biriken su miktarını simgeleyen I_a değeri ise 11.8 mm olarak belirlenmiştir. Havza için belirlenen CN, S ve I_a değerlerinden yararlanılarak havzada meydana gelen yüzey akış miktarı (Q, mm) ile toprağa sızan birikimli infiltrasyon değerleri (F, mm) önce günlük olarak belirlenmiş, daha sonra aylığa dönüştürülmüştür. Havza için 1995-2005 yıllarını kapsayan ve aylık olarak hesaplanan su bütçesi modeli sonuçları Çizelge 4.7’de özetlenmiştir.

Yukarı Gediz havzası için Yüzey Akış Eğri Numarası (SCS-CN) metodu ile 1995-2007 yılları arasında maksimum aylık yüzey akış 26.8 mm ile 2001 yılının Aralık ayında belirlenmiştir. En yüksek yıllık toplam yüzey akış yine 2001 yılında 43.4 mm olarak hesaplanmıştır. En düşük yıllık toplam yüzey akış ise 4.9 mm ile kuraklığın yaşandığı 2007 yılında olmuştur (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 Yukarı Gediz havzası su bütçesi elemanları (mm)

1995													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	86,6	17,1	109,5	66,5	22,0	6,8	32,2	7,8	25,8	56,9	83,3	59,6	574,1
ET ₀	37,3	50,3	62,8	91,5	141,6	161,1	182,7	171,9	121,1	86,5	37,3	36,2	1180,3
Y.Akış	0,4	0,0	3,6	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	1,5	3,7	13,5
F	4,6	0,0	16,6	17,6	0,5	0,0	0,0	0,0	2,5	7,5	9,8	18,9	78,1
1996													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	18,0	104,9	57,1	53,6	43,6	10,3	9,8	4,5	59,9	17,6	34,7	111,4	525,3
ET ₀	32,4	41,0	55,3	86,4	134,1	170,8	194,7	174,1	105,5	73,5	53,4	34,3	1370,5
Y.Akış	0,0	7,4	0,4	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,6	1,9	12,0
F	0,0	33,7	4,7	7,8	0,5	0,0	0,0	0,0	5,3	0,0	5,4	13,6	71,1
1997													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	46,1	22,0	30,5	124,8	26,0	34,3	2,1	33,3	16,9	90,3	45,3	131,0	602,7
ET ₀	40,3	44,9	72,8	77,2	146,6	155,4	177,9	149,8	130,7	75,8	44,5	31,9	1147,8
Y.Akış	5,9	0,0	0,2	4,9	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	3,0	0,5	2,2	17,3
F	16,0	0,0	3,0	21,6	0,0	5,6	0,0	0,9	0,1	13,7	5,2	13,0	79,1
1998													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	59,3	70,6	102,3	45,2	108,5	9,0	7,0	0,0	20,7	51,4	83,5	115,4	672,9
ET ₀	33,2	50,7	57,9	103,2	103,4	157,6	207,0	199,5	121,5	87,0	45,2	32,2	1198,3
Y.Akış	5,2	7,4	10,1	0,4	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	1,5	0,2	35,5
F	15,1	18,4	19,8	4,9	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,2	11,1	5,3	109,8
1999													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	98,0	151,0	70,9	28,2	20,6	34,7	24,6	13,5	18,2	25,1	48,9	36,6	570,3
ET ₀	37,8	37,5	67,9	103,2	150,7	157,2	190,8	176,7	122,0	86,7	55,8	37,1	1223,2
Y.Akış	10,9	1,6	0,8	0,0	0,2	0,8	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	14,5
F	29,6	16,4	6,4	0,0	3,2	6,5	0,0	0,0	0,0	3,1	1,7	0,0	67,0
2000													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	59,5	89,8	111,4	127,3	25,2	9,3	5,8	9,3	7,1	24,8	24,1	44,5	538,1
ET ₀	32,1	42,8	66,6	92,8	128,6	169,8	202,5	182,9	131,4	81,7	54,5	37,1	1222,8
Y.Akış	0,4	6,9	16,4	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	28,0
F	6,5	30,3	30,6	20,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,1	97,1
2001													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	8,6	43,2	36,5	87,3	55,0	2,9	18,4	38,3	6,0	23,6	155,6	193,0	668,5
ET ₀	41,7	47,0	88,0	96,9	126,3	177,4	199,9	183,0	126,6	101,2	43,4	31,9	1263,3
Y.Akış	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	14,9	26,8	43,4
F	0,0	0,0	0,0	4,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	46,9	48,4	109,0

ET₀ = Evapotranspirasyon, F = İnfiltrasyon ile toprağa giren ve toprakta tutulan su miktarı

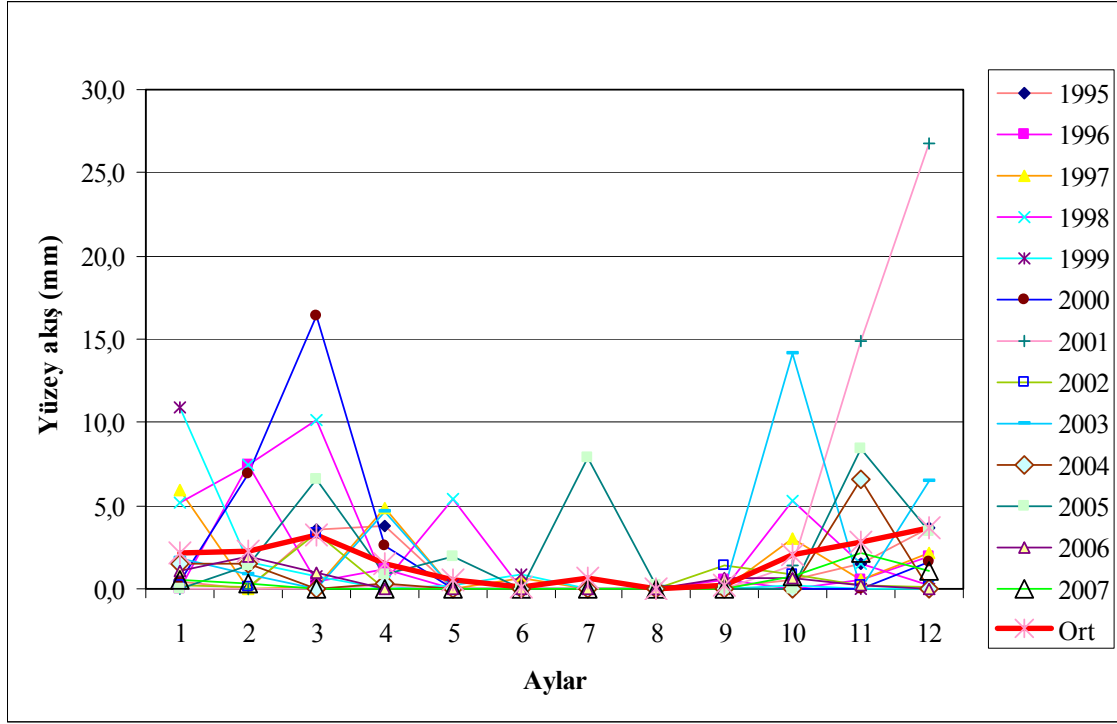
Çizelge 4.7 Yukarı Gediz havzası su bütçesi elemanları (devamı) (mm)

2002													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	50,6	26,7	66,5	87,7	20,0	5,4	33,9	18,9	74,5	48,3	62,6	62,4	557,2
ET ₀	36,0	53,0	71,0	83,9	139,5	167,5	174,6	157,3	101,0	74,5	44,1	32,9	1135,3
Y.Akış	0,2	0,1	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,8	0,2	0,1	6,2
F	4,1	2,4	12,5	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	13,8	6,6	3,6	2,3	46,5
2003													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	73,6	111,1	24,7	106,6	45,2	20,3	0,0	8,6	6,0	84,9	21,5	89,7	592,2
ET ₀	40,2	37,1	71,4	85,8	142,1	176,4	196,5	192,1	122,9	88,8	47,9	33,2	1234,4
Y.Akış	1,8	0,9	0,0	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,2	0,0	6,5	28,0
F	13,6	14,6	0,0	21,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,4	0,0	24,3	101,9
2004													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	126,6	46,3	17,1	60,5	33,4	10,6	3,2	11,9	1,1	9,1	76,6	28,7	425,1
ET ₀	31,3	43,8	81,6	96,7	126,8	150,7	195,2	160,2	136,2	87,5	49,1	32,6	1191,7
Y.Akış	1,5	1,5	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	0,0	9,8
F	17,6	8,7	0,0	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,9	0,4	52,7
2005													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	46,8	84,9	102,6	44,8	73,9	22,7	61,8	15,7	5,7	19,3	112,6	59,4	650,2
ET ₀	40,2	42,3	68,9	98,0	118,7	155,0	174,9	167,5	118,6	80,4	42,4	36,4	1143,4
Y.Akış	0,0	1,4	6,6	0,9	2,0	0,0	7,9	0,2	0,0	0,0	8,4	3,4	30,8
F	0,0	8,5	25,5	6,8	13,7	0,0	18,9	3,6	0,0	0,0	27,0	12,6	116,7
2006													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	64,6	91,0	72,3	28,1	39,8	21,8	23,9	0,7	31,8	60,8	43,0	8,9	486,6
ET ₀	39,8	45,3	71,9	97,6	111,3	162,5	178,6	169,8	114,5	79,6	46,3	33,9	1151,1
Y.Akış	1,1	1,9	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,7	0,2	0,0	5,5
F	5,6	11,9	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	7,8	2,5	0,0	37,9
2007													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	58,9	49,9	35,6	28,6	31,8	24,9	1,1	7,1	4,7	66,4	115,2	87,1	511,3
ET ₀	48,6	45,1	88,9	100,9	162,8	179,2	197,6	188,9	128,7	83,7	51,3	47,6	1323,3
Y.Akış	0,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	2,2	1,1	4,9
F	5,8	9,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,2	27,3	23,6	74,1
Ort.	2,1	2,3	3,3	1,5	0,6	0,1	0,6	0,0	0,2	2,1	2,8	3,7	

ET₀ = Evapotranspirasyon, F = İnfiltrasyon ile toprağa giren ve toprakta tutulan su miktarı

Yukarı Gediz havzası için 1995-2007 yılları arasında aylık olarak hesaplanan yüzey akış değerleri ile aylık yüzey akış değerlerinin 1995-2007 yılları ortalaması Şekil 4.23’de grafiksel olarak verilmiştir. Ortalama yüzey akış değerlerine bakıldığında, Ocak ayından Mart ayına kadar yüzey akış yükselmiş, Mart ayında 3.3 mm’ye ulaşmış ve Nisan

ayından itibaren düşmeye başlamıştır. Eylül ayına kadar sıfır değerine yakın düzeyde seyreden yüzey akış tekrar artmaya başlayarak Aralık ayında 3.7 mm'ye kadar yükselmiştir.

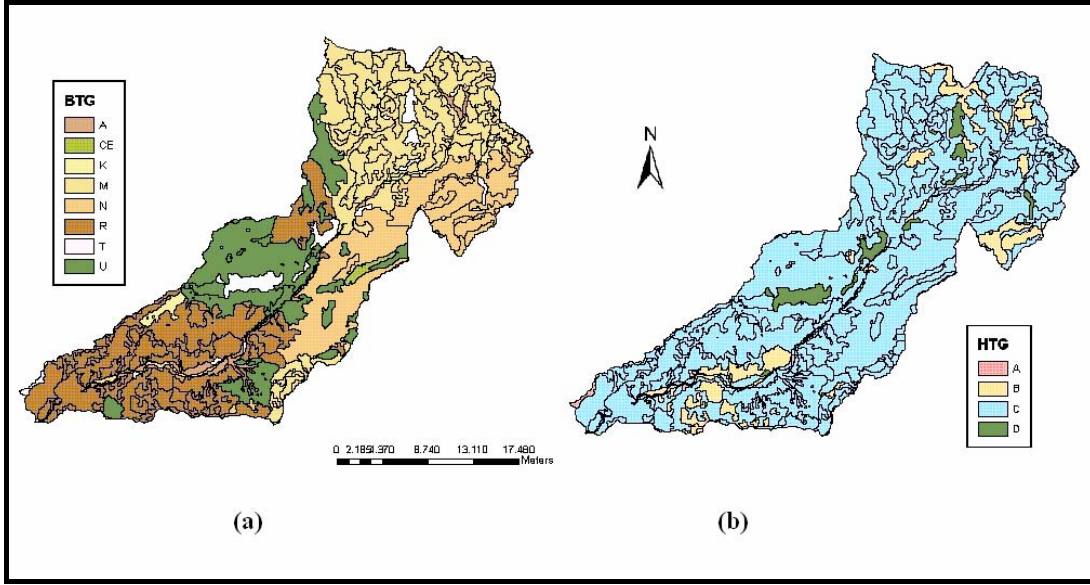


Şekil 4.23 Yukarı Gediz havzası için SCS-CN metodu ile belirlenen 1995-2007 yılları aylık ve ortalama aylık yüzey akış değerleri (mm)

4.5.2 Selendi-1 havzası su bütçesi modeli

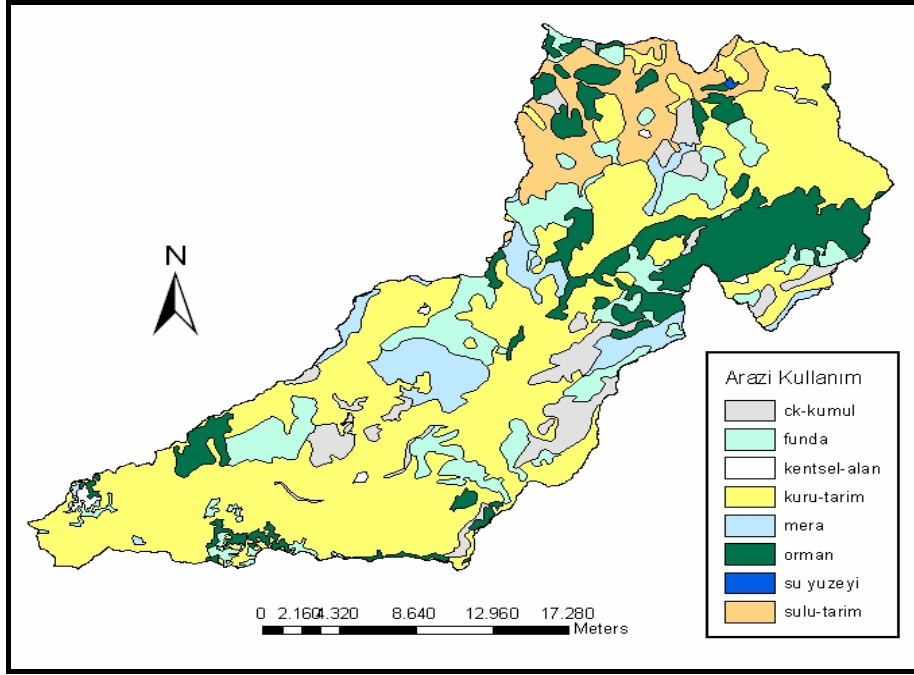
Selendi-1 Havzası, Yukarı Gediz havzasının hemen yanında yer alan ve Selendi çayını besleyen 721 km²'lik bir drenaj alanına sahiptir (Çizelge 4.3). Havza alansal yağış ve evapotranspirasyon miktarlarının hesaplanmasında havzanın yakınında bulunan Gediz (17750), Uşak (17188), Simav (17748) ve Demirci (17792) iklim istasyonlarının noktasal değerlerinden yararlanılmıştır.

Selendi-1 havzasına ait Büyük Toprak Grupları ve Hidrolojik Toprak Grupları Şekil 4.24'de, Arazi Kullanım Haritası ise Şekil 4.25'de verilmiştir.



Şekil 4.24.a. Selendi-1 havzası büyük toprak grupları haritası, b. hidrolojik toprak grupları haritası

Yukarı Gediz havzasının hemen solunda yer alan Selendi-1 Havzası'nda Kahverengi Orman Toprakları 209,14 km²'lik kaplama alanı ve %29.01 kaplama oranı ile en yaygın bulunan toprak grubudur. Rendzinalar ise 195.69 km² (%27.14) alan ile Kahverengi Orman Toprakları'nı izlemektedir. Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları'nın havzada kapladığı alan 136,39 km² (%18.92) olup, havzanın kaplama yüzdesi bakımından üçüncü sırayı almaktadır. Havzada yer alan diğer toprak grupları kaplama alanları bakımından sırasıyla Kireçsiz Kahverengi Topraklar (120.22 km², %16.17), Koluvyal Topraklar (14.11 km², %1.95), Aluvyal Topraklar (14.08 km², %1.95), Kestanerengi Topraklar (3.45 km², %0.47) ve Kırmızı Akdeniz Toprakları (1.43 km², %0.20) şeklinde sıralanmaktadır. Havza topraklarının yer aldığı Hidrolojik Grupların tayininde Kahverengi Orman Toprakları, Rendzinalar, Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları ve Kahverengi Topraklar ve bu toprak gruplarının sahip olduğu toprak özellikleri kombinasyonu, eğim-derinlik kombinasyonu ve diğer toprak özellikleri etkili olmuştur. Havzada Büyük Toprak Gruplarından yaralanılarak belirlenen Hidrolojik Toprak Gruplarının alansal olarak dağılımında birinci sırayı 630 km² (%87.5) C grubu almaktadır. Bunu sırasıyla B Grubu (63 km², %8.8), D Grubu (24 km², %3.3) ve A Grubu (3 km², %0.4) izlemektedir.



Şekil 4.25 Selendi-1 havzası arazi kullanım haritası

Selendi-1 Havzası'nda Şekil 4.25'de de görüldüğü gibi hakim olan arazi kullanım türü 376.8 km²'lik kaplama alanı (%52,3) ile kuru tarımdır. Havzada orman alanları kaplama oranı bakımından kuru tarım alanlarından sonra %13.96 pay (100.65 km²) ile ikinci sırayı almaktadır. Orman alanlarını sırasıyla funda (92.95 km², %12.89), suluk tarım (54.49 km², %7.6), çiplak kaya (46.40 km², %6.4) ve mera (43,99 km², %6.1) izlemektedir. Kentsel alanların ve su yüzeylerinin havza alanı içerisinde kapladığı alan ise toplam 3,34 km² olup kaplama oranı %0.46'dır. Selendi-1 havzası için Yüzey Akış Eğri Numarası (SCS-CN) 80,3, havza potansiyel su depolama miktarı S= 62,3 mm ve yağış yüzey akışa geçmeden önce bitki kanopisi tarafından tutulan ve arazi yüzeyinde çukurluklarda biriken su miktarını simgeleyen I_a değeri ise 12.7 mm olarak belirlenmiştir. Havza için hesaplanan ve 1995-2007 yıllarını kapsayan su bütçesinin elemanları aylık olarak Çizelge 4.8'de verilmiştir. Selendi-1 havzası için Yüzey Akış Eğri Numarası (SCS-CN) metodu ile 1995-2007 yılları arasında maksimum aylık yüzey akış 80.2 mm ile 2001 yılının Aralık ayında belirlenmiştir. En yüksek yıllık toplam yüzey akış yine 2001 yılında 127.7 mm olarak hesaplanmıştır. En düşük yıllık toplam yüzey akış ise 19.1 mm ile kuraklığın yaşandığı 2007 yılında olmuştur (Çizelge 4.8) .

Çizelge 4.8 Selendi-1 havzası su bütçesi elemanları (mm)

1995													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	171,9	14,8	142,0	100,0	31,1	7,2	7,0	17,5	44,8	37,2	96,9	134,2	804,6
ET ₀	40,3	54,7	64,3	96,5	148,4	171,7	188,8	174,6	123,9	94,3	39,2	40,1	1236,8
Y.Akış	6,8	0,0	6,5	9,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,1	0,8	34,3	59,2
F	41,0	0,9	24,5	27,7	1,3	0,0	0,0	0,0	11,4	2,1	10,3	49,1	168,3
1996													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	27,4	160,9	75,7	60,1	25,0	15,0	2,6	2,8	100,8	22,1	80,3	138,4	710,9
ET ₀	35,7	39,5	54,5	92,5	144,7	184,4	201,9	176,5	109,3	79,2	61,7	38,7	1218,7
Y.Akış	0,0	27,1	3,3	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	0,0	11,5	2,5	53,6
F	0,0	59,2	13,2	13,8	0,0	0,0	0,0	0,0	28,3	0,0	31,0	22,9	168,4
1997													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	60,5	30,3	44,5	153,6	35,1	35,3	5,3	42,1	3,1	142,2	51,7	190,5	794,1
ET ₀	44,9	44,8	72,7	75,3	151,9	157,3	184,2	145,4	126,9	75,5	51,6	35,6	1166,1
Y.Akış	7,6	0,1	0,6	13,1	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	16,9	3,0	11,5	53,3
F	18,4	2,4	6,5	42,6	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0	44,1	12,4	47,1	178,4
1998													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	76,2	84,0	136,4	38,9	134,2	17,7	5,1	0,0	37,7	77,9	103,2	130,9	842,2
ET ₀	35,1	53,2	61,9	112,2	105,7	161,7	206,3	206,4	122,8	91,2	48,9	33,4	1238,9
Y.Akış	8,9	7,3	18,2	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	15,5	1,7	0,9	55,0
F	19,7	25,0	39,6	0,0	19,0	0,0	0,0	0,0	0,7	24,4	15,7	13,0	157,0
1999													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	113,6	222,5	78,7	34,3	3,5	20,8	6,8	3,1	23,0	23,9	70,3	63,3	663,8
ET ₀	39,2	35,5	72,4	109,1	157,1	161,0	198,5	185,6	124,9	90,2	58,6	44,4	1276,6
Y.Akış	19,7	14,5	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,0	0,3	37,5
F	40,9	55,0	8,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	16,5	4,5	128,5
2000													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	91,7	112,5	95,3	105,5	25,8	8,5	24,8	13,7	1,6	49,0	22,2	39,2	589,8
ET ₀	33,9	45,3	70,8	97,3	134,2	180,7	218,5	193,9	141,4	87,5	66,5	44,6	1314,5
Y.Akış	2,6	15,2	3,0	2,3	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	25,2
F	15,2	42,6	19,5	16,0	0,0	0,0	10,4	0,0	0,0	0,6	0,0	3,2	107,5
2001													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	9,2	45,9	45,9	92,2	82,4	5,1	16,3	76,0	9,9	4,7	200,7	327,3	915,7
ET ₀	48,6	49,7	94,5	98,1	129,0	190,5	212,9	188,6	130,1	105,1	45,3	30,3	1322,7
Y.Akış	0,0	0,0	0,7	0,9	2,5	0,0	0,0	16,6	0,0	0,0	26,9	80,2	127,7
F	0,0	0,0	7,1	7,2	21,0	0,0	0,0	27,8	0,0	0,0	70,1	103,7	236,8

ET₀ = Evapotranspirasyon, F = İnfiltrasyon ile toprağa giren ve toprakta tutulan su miktarı

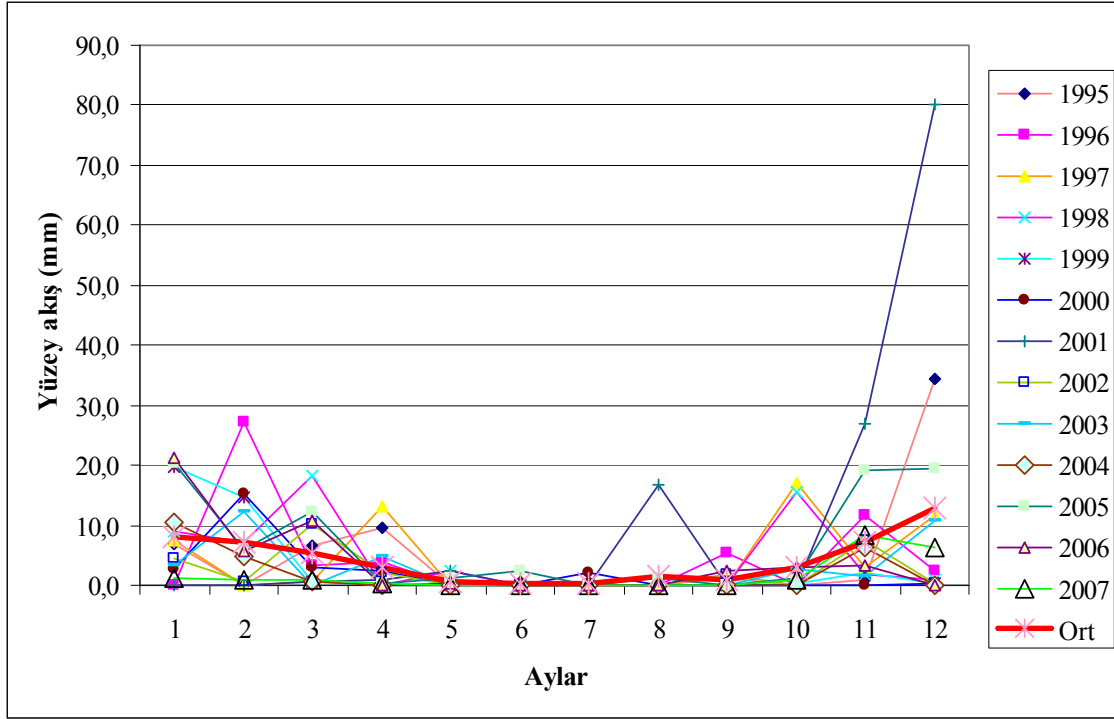
Çizelge 4.8 Selendi-1 havzası su bütçesi elemanları (devamı) (mm)

2002													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	57,9	32,6	97,2	85,7	28,2	2,7	11,2	6,4	61,8	53,4	87,8	71,5	596,3
ET ₀	37,4	58,3	73,9	80,8	143,8	179,9	186,8	169,8	104,8	83,1	57,5	36,2	1212,5
Y.Akış	4,3	0,7	10,2	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	7,4	0,3	26,9
F	15,5	6,4	27,3	17,3	0,0	0,0	0,0	0,0	9,7	2,6	22,7	5,0	106,4
2003													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	91,3	165,4	29,4	132,2	35,1	7,3	0,0	4,6	12,6	80,6	27,2	112,5	698,2
ET ₀	43,9	36,7	70,7	88,7	161,1	193,1	202,4	204,5	124,8	96,3	54,0	38,6	1314,7
Y.Akış	3,2	12,4	0,0	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	1,4	10,9	35,4
F	14,9	44,9	0,5	26,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,7	8,9	39,5	152,5
2004													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	183,1	60,1	29,2	55,8	46,7	17,2	0,3	3,3	3,2	5,5	89,2	37,7	531,4
ET ₀	33,7	45,5	89,2	103,0	134,4	161,5	211,3	168,3	142,9	95,9	58,7	37,8	1282,2
Y.Akış	10,3	4,8	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	0,0	22,2
F	50,7	15,3	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,9	0,0	96,5
2005													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	118,6	137,3	138,1	57,2	60,2	42,9	30,1	21,2	8,0	40,7	143,0	130,6	928,0
ET ₀	42,8	39,8	72,5	105,5	127,0	165,0	184,7	176,1	123,9	80,6	46,2	40,3	1204,3
Y.Akış	20,3	6,1	12,4	0,4	1,1	2,3	0,0	1,1	0,0	1,1	19,2	19,3	83,3
F	27,0	32,5	43,2	7,4	11,1	11,1	0,0	7,8	0,0	7,9	51,5	37,0	236,5
2006													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	128,1	133,2	128,0	21,4	49,3	1,8	4,6	0,1	64,5	73,1	54,1	11,6	669,9
ET ₀	41,6	47,2	78,9	111,5	143,5	168,3	189,6	171,8	124,6	68,9	47,1	38,9	1231,9
Y.Akış	21,2	5,7	10,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	2,3	3,1	3,3	0,0	46,6
F	28,1	31,1	39,7	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	9,8	16,7	13,1	0,0	139,8
2007													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	52,8	37,0	33,0	45,3	20,7	22,2	0,0	2,1	4,3	72,6	161,2	131,2	582,3
ET ₀	45,8	51,3	93,6	108,6	151,7	171,2	218,6	209,8	145,3	97,3	49,8	32,9	1375,9
Y.Akış	1,2	0,9	0,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	8,5	6,4	19,1
F	14,1	6,9	6,8	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,5	57,5	37,2	144,3
Ort.	8,2	7,3	5,2	2,9	0,5	0,2	0,2	1,4	0,8	3,1	7,1	12,8	

ET₀ = Evapotranspirasyon, F = İnfiltrasyon ile toprağa giren ve toprakta tutulan su miktarı

Selendi-1 havzası için 1995-2007 yılları arasında aylık olarak hesaplanan yüzey akış değerleri ile aylık yüzey akış değerlerinin 1995-2007 yılları ortalaması Şekil 4.26’da grafiksel olarak verilmiştir. Ortalama yüzey akış değerlerine bakıldığında, Ocak ayında 8.2 mm değerinden başlayarak yüzey akış azalmaya başlamış, Mart ayında 3.3 mm’ye ulaşmış ve Mayıs ayından Ağustos ayına kadar sıfır değerine yakın düzeyde

seyretmiştir. Ağustos ayında 1.4 mm olan yüzey akış Ekim ayından itibaren tekrar yükselmeye başlamış Aralık ayında 12.8 mm değerine ulaşmıştır.

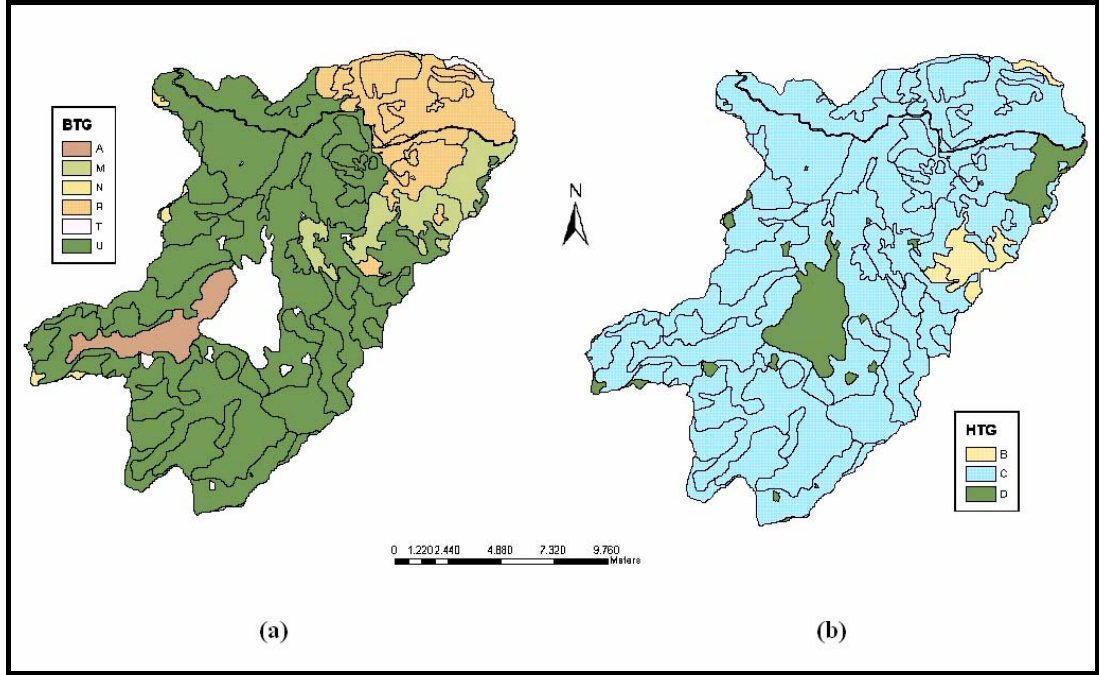


Şekil 4.26 Selendi-1 havzası için SCS-CN metodu ile belirlenen 1995-2007 yılları aylık ve ortalama aylık yüzey akış değerleri (mm)

4.5.3 Selendi-2 havzası su bütçesi modeli

Selendi-2 havzası, Selendi-1 havzasının hemen altında yer alan ve selendi çayını mansapta besleyen yaklaşık 234 km²'lik bir drenaj alanına sahiptir (Çizelge 4.3). Su bütçesi modelinin temel girdileri olan alansal yağış ve evapotranspirasyon miktarlarının hesaplanmasında havzanın yakınında bulunan Salihli (17792) ve Demirci (17792) iklim istasyonlarının noktasal değerlerinden yararlanılmıştır.

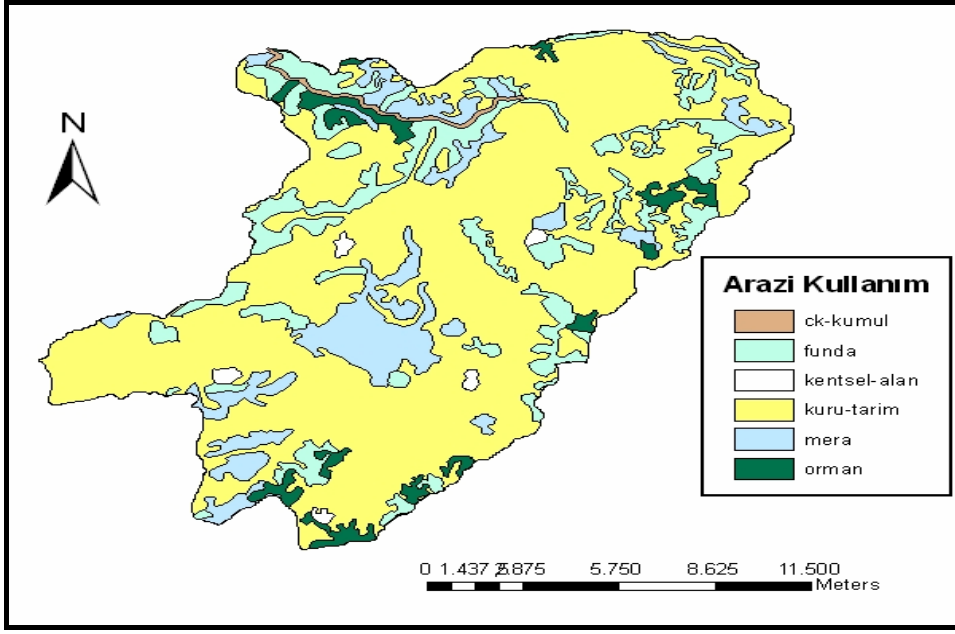
Selendi-2 havzasına ait Büyük Toprak Grupları ve Hidrolojik Toprak Grupları Şekil 4.27'de, Arazi Kullanım Haritası ise Şekil 4.28'de verilmiştir.



Şekil 4.27.a. Selendi-2 havzası büyük toprak grupları haritası, b. hidrolojik toprak grupları haritası

Selendi-2 havzasında hakim olan toprak grubu Kireçsiz Kahverengi Topraklardır. Kireçsiz Kahverengi Topraklar havzada 169,9 km²’lik bir kaplama alanına sahip olup havzanın %72,6’sini kaplamaktadır. Rendzinalar havzada ikinci sırada yer almakta ve 35.60 km²’lik bir kaplama alanına (%15.2) sahiptir. Rendzinalar havzadaki kaplama alanı büyüklüğüne göre sırasıyla Kahverengi Orman Toprakları (16,42 km², %7.0), Aluvyal Topraklar (9.41 km², %4.0), Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları (2.29 km², %1.0) ve Kırmızı Kahverengi Topraklar (0,73 km², %0.3) izlemektedir.

Selendi-2 Havzasında Hidrolojik Toprak Gruplarını belirleyen üç büyük toprak grubu vardır. Bunlar Kireçsiz Kahverengi Topraklar, Rendzinalar ve Kahverengi Orman Topraklarıdır. Havzada yer alan Büyük Toprak Gruplarının özelliklerinden belirlenen Hidrolojik Toprak Gruplarının dağılımı alansal olarak büyükten küçüğe C Grubu (219,54 km², %88.6), D Grubu (21 km², %8,5) ve B Grubu (7 km², %2.9) şeklindedir. Havzada A Hidrolojik Toprak Grubu bulunmamaktadır.



Şekil 4.28 Selendi-2 havzası arazi kullanım haritası

Selendi-2 Havzası'nda Şekil 4.28'de de görüldüğü gibi hakim olan arazi kullanım türü 172.5 km²'lik kaplama alanı (%73.7) ile kuru tarımdır. Havzada funda alanları kaplama oranı bakımından kuru tarım alanlarından sonra %15.4 pay (36,0 km²) ile ikinci sırayı almaktadır. Funda alanlarını sırasıyla mera (27.0 km², %11.5), orman (9.1 km², %3.9), kentsel alan (1.81 km², %0,8) ve çıplak kaya (1.5 km², %0,6) izlemektedir.

Selendi-2 havzası için Yüzey Akış Eğri Numarası (SCS-CN) 79.6, havza potansiyel su depolama miktarı S= 65.1 mm ve yağış yüzey akışa geçmeden önce bitki kanopisi tarafından tutulan ve arazi yüzeyinde çukurluklarda biriken su miktarını simgeleyen I_a değeri ise 13.0 mm olarak belirlenmiştir. Havza için hesaplanan ve 1995-2005 yıllarını kapsayan su bütçesinin elemanları aylık olarak Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Selendi-2 havzası için Yüzey Akış Eğri Numarası (SCS-CN) metodu ile 1995-2007 yılları arasında maksimum aylık yüzey akış 17.9 mm ile 2005 yılının Kasım ayında belirlenmiştir. En yüksek yıllık toplam yüzey akış yine 2005 yılında 40.1 mm olarak hesaplanmıştır. En düşük yıllık toplam yüzey akış ise 7.9 mm ile kuraklığın yaşandığı 2007 yılında olmuştur (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9 Selendi-2 havzası su bütçesi elemanları (mm)

1995													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	138,1	17,8	115,5	72,3	23,9	3,1	4,8	8,1	29,9	20,9	68,2	62,7	565,2
ET ₀	41,2	55,8	65,1	98,0	150,3	174,8	192,0	176,3	125,0	96,2	39,7	41,1	1265,1
Y.Akış	4,2	0,0	1,2	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	11,1
F	26,6	0,0	16,1	14,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	19,0	76,2
1996													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	15,4	123,2	52,2	73,4	8,7	11,5	5,5	2,8	57,7	12,6	54,8	87,9	505,7
ET ₀	36,4	39,6	55,0	94,5	147,4	188,5	204,5	178,1	110,5	80,9	63,3	40,1	1236,3
Y.Akış	0,0	12,6	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	1,7	24,8
F	0,0	36,9	0,9	17,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	19,0	10,0	84,1
1997													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	48,1	20,2	67,4	133,6	28,6	17,9	3,3	46,4	3,5	98,4	36,0	112,6	615,9
ET ₀	46,0	45,2	73,1	75,3	154,0	158,7	186,5	146,1	127,1	75,8	52,8	36,6	1179,7
Y.Akış	6,4	0,0	3,3	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	3,0	26,6
F	17,8	0,0	19,7	28,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,3	1,8	19,5	108,4
1998													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	52,8	53,9	82,9	32,1	138,0	7,9	2,2	0,0	34,9	58,7	112,7	111,0	687,1
ET ₀	35,7	53,8	63,1	114,2	106,9	163,8	206,9	208,2	123,9	92,1	49,8	34,0	1256,0
Y.Akış	4,2	1,1	3,7	0,1	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	6,7	0,4	28,1
F	14,9	10,0	16,9	2,1	20,7	0,0	0,0	0,0	0,0	18,6	27,2	7,4	116,9
1999													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	82,8	176,3	71,0	13,7	6,3	4,6	16,1	2,0	10,6	22,4	58,0	46,6	510,4
ET ₀	39,6	35,5	73,5	110,4	158,6	163,0	201,3	188,6	126,1	90,9	59,1	45,9	1302,0
Y.Akış	7,5	6,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,2	18,6
F	27,7	25,1	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,4	4,1	73,4
2000													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	61,7	90,5	95,0	88,6	21,6	0,0	4,0	1,3	1,3	28,8	15,7	35,2	443,7
ET ₀	34,5	46,1	72,0	98,4	136,4	183,9	222,0	197,1	143,7	89,0	68,4	46,2	1347,1
Y.Akış	0,3	4,6	5,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	11,6
F	6,0	28,6	23,0	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	70,7
2001													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	9,7	64,2	12,0	94,1	52,2	1,4	29,0	14,4	5,4	2,1	139,3	183,3	607,1
ET ₀	50,0	50,5	95,9	98,9	130,1	193,3	215,9	190,9	131,0	106,3	45,7	30,4	1343,7
Y.Akış	0,0	1,3	0,0	7,3	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	3,6	11,3	24,7
F	0,0	8,7	0,0	20,4	4,3	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0	28,5	40,9	104,9

ET₀ = Evapotranspirasyon, F = İnfiltrasyon ile toprağa giren ve toprakta tutulan su miktarı

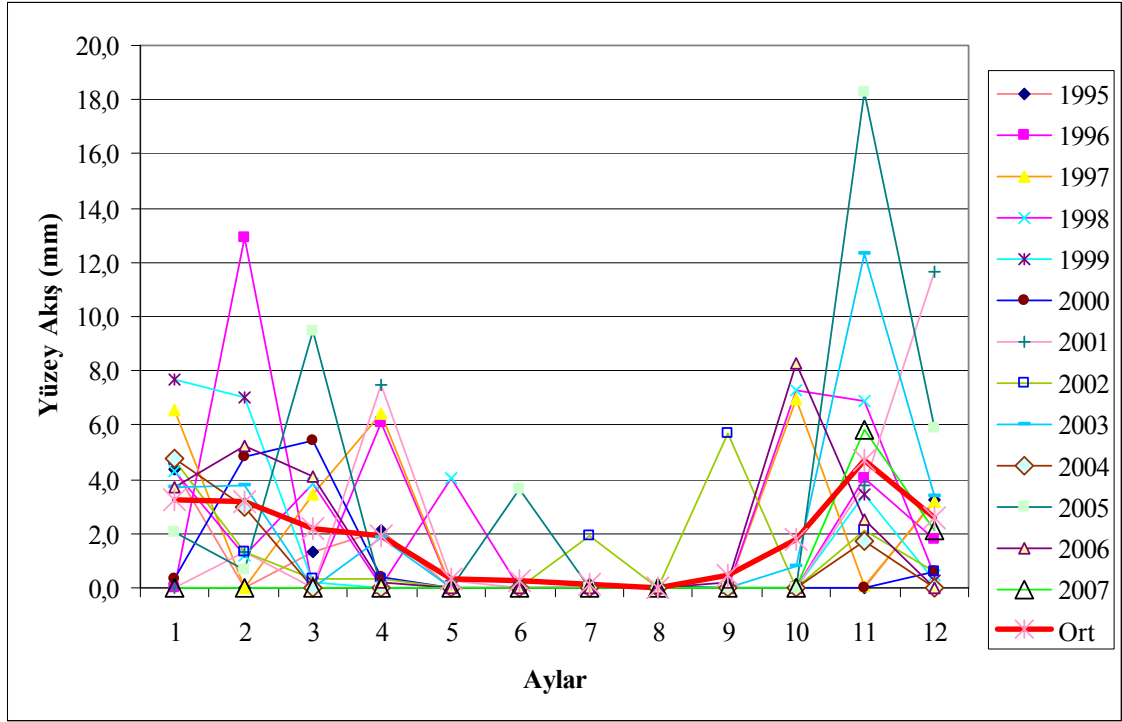
Çizelge 4.9 Selendi-2 havzası su bütçesi elemanları (devamı) (mm)

2002													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	64,9	33,9	53,0	65,2	13,8	1,5	27,3	3,6	85,3	39,0	64,2	67,5	519,1
ET ₀	37,8	59,1	74,7	80,7	144,9	182,7	189,6	172,7	105,7	84,8	59,9	36,9	1234,3
Y.Akış	4,5	1,3	0,3	0,3	0,0	0,0	1,8	0,0	5,5	0,0	2,0	0,6	17,1
F	21,8	8,8	4,5	4,7	0,0	0,0	10,3	0,0	26,4	0,0	10,8	6,0	92,6
2003													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	72,4	146,3	22,3	99,1	35,2	1,2	0,0	5,6	3,7	54,3	50,9	98,8	590,1
ET ₀	44,8	36,8	70,7	89,3	165,2	197,0	203,8	207,1	125,5	97,7	54,9	39,6	1337,2
Y.Akış	3,6	3,6	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	12,1	3,2	25,8
F	13,9	28,3	0,0	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9	23,1	24,5	109,8
2004													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	129,3	48,2	17,2	47,4	21,9	11,6	0,2	1,4	0,0	7,6	52,5	34,2	371,6
ET ₀	34,4	45,9	90,7	104,5	136,4	164,2	214,5	170,4	144,6	97,6	60,5	39,0	1307,4
Y.Akış	4,6	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	9,5
F	20,6	12,6	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,9	0,0	44,0
2005													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	69,1	74,2	110,9	29,6	27,8	49,2	23,2	16,3	5,7	21,2	123,9	66,8	617,9
ET ₀	43,4	39,7	73,4	107,4	129,2	167,5	187,1	178,0	125,6	80,8	47,0	41,1	1224,9
Y.Akış	1,9	0,6	9,3	0,0	0,0	3,5	0,0	0,1	0,0	0,0	17,9	5,7	40,1
F	13,5	7,3	27,5	0,0	0,0	13,8	0,0	2,5	0,0	0,0	40,4	17,0	120,9
2006													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	105,3	94,7	86,1	33,2	36,4	9,1	7,5	0,0	63,9	66,1	59,0	8,2	569,6
ET ₀	41,9	40,3	91,6	103,2	138,6	186,4	198,3	191,6	134,3	67,6	52,5	41,3	1287,6
Y.Akış	3,7	5,2	4,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	8,3	2,5	0,0	24,2
F	18,2	31,2	17,3	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	19,4	12,5	0,0	104,5
2007													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	15,3	14,5	26,4	27,8	32,4	6,0	0,0	0,0	3,3	60,2	106,7	94,4	387,0
ET ₀	47,8	49,2	92,5	112,1	152,3	203,8	207,6	177,5	149,3	98,6	63,5	35,1	1389,3
Y.Akış	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,8	2,1	7,9
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33,8	22,4	56,2
Ort.	3,2	3,2	2,2	1,9	0,3	0,3	0,2	0,0	0,5	1,8	4,7	2,6	

ET₀ = Evapotranspirasyon, F = İnfiltrasyon ile toprağa giren ve toprakta tutulan su miktarı

Selendi-2 havzası için 1995-2007 yılları arasında aylık olarak hesaplanan yüzey akış değerleri ile aylık yüzey akış değerlerinin 1995-2007 yılları ortalaması Şekil 4.29'da grafiksel olarak verilmiştir. Ortalama yüzey akış değerlerine bakıldığında, Ocak ve Şubat aylarında 3.2 mm değerinden başlayarak yüzey akış azalmaya başlamış, Ağustos ayında sıfır düzeyine inmiştir. Eylül ayında 0.5 mm düzeyinden başlayarak Kasım

ayında 4.7 mm'ye ulaşmıştır. Aralık ayında tekrar düşüşe geçmiş ve 2,6 mm'ye inmiştir.

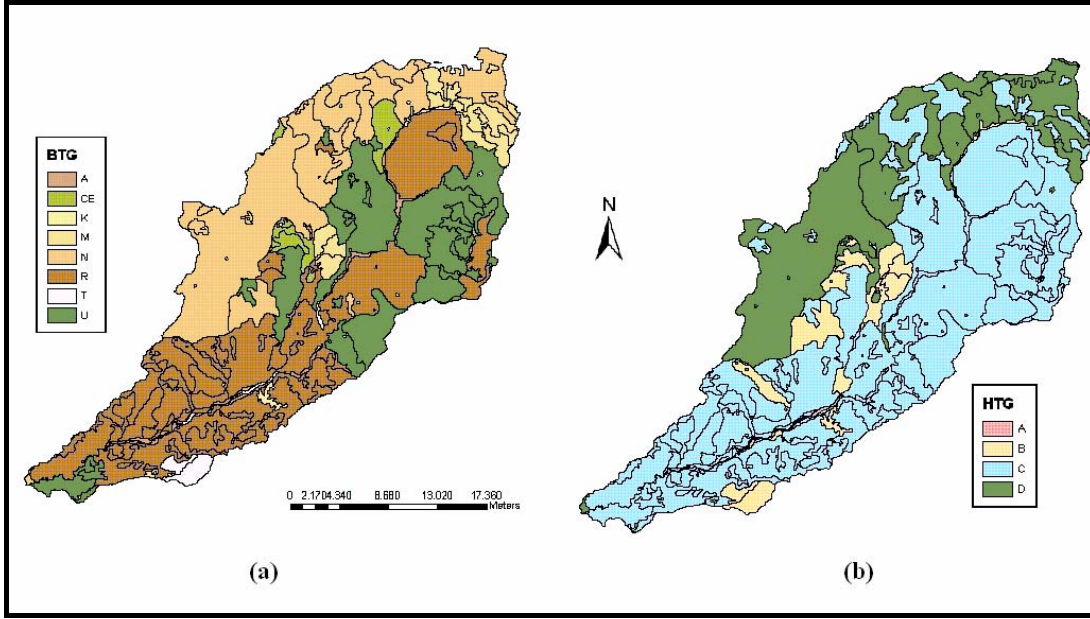


Şekil 4.29 Selendi-2 havzası için SCS-CN metodu ile belirlenen 1995-2007 yılları aylık ve ortalama aylık yüzey akış değerleri (mm)

4.5.4 Deleniş-1 havzası su bütçesi modeli

Deleniş-1 Havzası, Selendi-1 havzasının hemen yanında yer alan ve Deleniş çayını mansapta besleyen 776 km²'lik bir drenaj alanına sahiptir (Çizelge 4.3). Su bütçesi modelinin temel girdileri olan alansal yağış ve evapotranspirasyon miktarlarının hesaplanmasında havzanın yakınında bulunan Simav (17748) ve Demirci (17792) iklim istasyonlarının noktasal değerlerinden yararlanılmıştır.

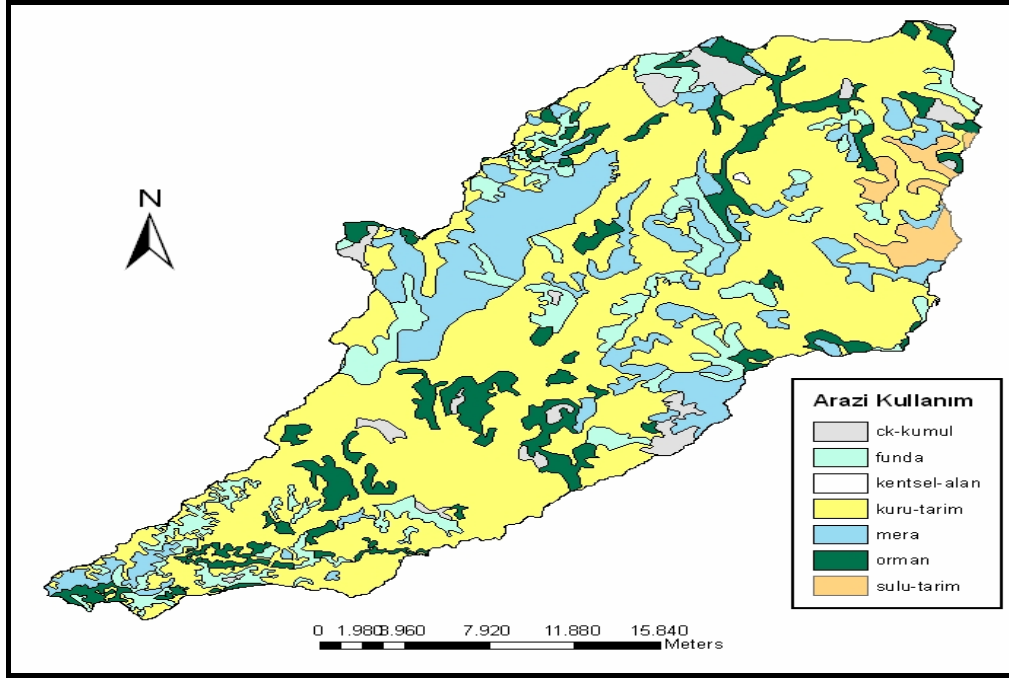
Deleniş-1 Havzasına ait Büyük Toprak Grupları ve Hidrolojik Toprak Grupları Şekil 4.30'da, Arazi Kullanım Haritası ise Şekil 4.31'de verilmiştir.



Şekil 4.30 a. Delenış-1 havzası büyük toprak grupları haritası, b. hidrolojik toprak grupları haritası

Havzaya ait Büyük Toprak Gruplarının alansal dağılımı incelendiğinde Rendzinaların 301.1 km² (%38.8) ile birinci sırada yer aldığı görülmektedir. Rendzinaları Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları (212 km², %27.3) izlemektedir. Kireçsiz Kahverengi Toprakların havzada aldığı pay ise %22.6 (175 km²)'dir. Kireçsiz Kahverengi Topraklarını sırasıyla Kahverengi Orman Toprakları (37.6 km², %4.8), Kestanerengi Topraklar (19.7 km², %2.5), Aluvyal Topraklar (10.6 km², %1.4), Kırmızı Akdeniz Toprakları (8.5 km², %1.1) ve Koluvyal Topraklar (3.2 km², %0.4) izlemektedir.

Delenış-1 Havzasında Hidrolojik Toprak Gruplarını belirleyen üç büyük toprak grubu vardır. Bunlar, Rendzinalar, Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları ve Kireçsiz Kahverengi Topraklar'dır .Havzada yer alan Büyük Toprak Gruplarının özelliklerinden belirlenen Hidrolojik Toprak Gruplarının dağılımı alansal olarak büyüden küçüğe C Grubu (515.12 km², %66.4), D Grubu (208.45 km², %26.9), B Grubu (51.09 km², %6.6) ve A Grubu (1.36 km², %0.2) şeklindedir.



Şekil 4.31 Deleniş-1 havzası arazi kullanım haritası

Deleniş-1 Havzası arazi kullanımı bakımından değerlendirildiğinde, en yüksek kaplama alanına kuru tarımın sahip olduğu görülmektedir. Kuru tarım alanlarının alansal olarak havzadaki payı %58.95 (457.5 km²)'dir. Havzada kuru tarım alanlarını %15.3 (118.7 km²) ile mera alanları izlemektedir. Mera alanlarını sırasıyla funda (80.9 km², %10.9), orman alanları (76.5 km², %9.9), çıplak kaya alanları (23.9 km², %3.1), sulı tarım alanları (16.9 km², %2.2) ve kentsel alanlar (0.4 km², %0.05) izlemektedir.

Deleniş-1 havzası için Yüzey Akış Eğri Numarası (SCS-CN) 77.4, havza potansiyel su depolama miktarı $S = 74.2$ mm ve yağış yüzey akışa geçmeden önce bitki kanopisi tarafından tutulan ve arazi yüzeyinde çukurluklarda biriken su miktarını simgeleyen I_a değeri ise 14,8 mm olarak belirlenmiştir. Havza için hesaplanan ve 1995-2005 yıllarını kapsayan su bütçesinin elemanları aylık olarak Çizelge 4.10'da verilmiştir. Deleniş-1 havzası için Yüzey Akış Eğri Numarası (SCS-CN) metodu ile 1995-2007 yılları arasında maksimum aylık yüzey akış 41.9 mm ile 2001 yılının Aralık ayında belirlenmiştir. En yüksek yıllık toplam yüzey akış yine 2001 yılında 64.7 mm olarak hesaplanmıştır. En düşük yıllık toplam yüzey akış ise 7.5 mm ile kuraklığın yaşandığı 2007 yılında olmuştur (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10 Deleniş-1 havzası su bütçesi elemanları (mm)

1995													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	171,4	16,4	133,4	86,6	26,2	5,9	7,1	13,8	44,8	26,6	87,0	110,8	730,0
ET ₀	41,2	55,8	65,1	98,0	150,3	174,8	192,0	176,3	125,0	96,2	39,7	41,1	1255,5
Y.Akış	3,9	0,0	1,7	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,1	15,4	26,0
F	28,1	0,0	16,8	21,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,7	0,0	2,2	40,3	117,2
1996													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	23,9	159,6	71,1	63,4	14,6	13,5	1,0	4,7	80,2	15,2	74,0	116,6	637,9
ET ₀	36,4	39,6	55,0	94,5	147,4	188,5	204,5	178,1	110,5	80,9	63,3	40,1	1238,7
Y.Akış	0,0	19,8	1,8	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	6,1	0,0	30,3
F	0,0	54,4	10,7	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4	0,0	25,5	1,9	111,9
1997													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	58,8	25,8	39,2	162,8	39,3	31,1	7,7	70,8	2,9	132,8	50,5	180,6	802,4
ET ₀	46,0	45,2	73,1	75,3	154,0	158,7	186,5	146,1	127,1	75,8	52,8	36,6	1177,3
Y.Akış	6,5	0,0	0,1	10,8	0,0	0,6	0,0	0,8	0,0	11,5	1,3	8,2	40,0
F	19,0	0,0	3,0	39,7	0,0	6,3	0,0	10,3	0,0	40,9	9,1	35,1	163,5
1998													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	64,0	76,9	119,0	32,6	129,5	12,6	3,7	0,0	36,0	80,0	104,9	135,3	794,5
ET ₀	35,7	53,8	63,1	114,2	106,9	163,8	206,9	208,2	123,9	92,1	49,8	34,0	1252,4
Y.Akış	3,0	4,3	13,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,7	0,6	0,5	37,0
F	13,5	17,8	30,8	0,0	10,1	0,0	0,0	0,0	0,0	26,5	8,9	7,0	114,7
1999													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	107,9	217,8	84,2	33,1	2,7	9,8	6,3	2,2	25,7	27,1	66,4	62,0	645,1
ET ₀	39,6	35,5	73,5	110,4	158,6	163,0	201,3	188,6	126,1	90,9	59,1	45,9	1292,4
Y.Akış	13,3	10,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	24,3
F	37,9	41,0	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	5,7	3,2	95,9
2000													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	80,6	96,1	87,8	91,0	41,2	3,4	15,5	7,4	0,8	53,2	16,5	29,4	522,8
ET ₀	34,5	46,1	72,0	98,4	136,4	183,9	222,0	197,1	143,7	89,0	68,4	46,2	1337,5
Y.Akış	0,5	5,9	2,1	1,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
F	6,0	28,9	14,8	8,6	4,9	0,0	0,6	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	64,8
2001													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	8,4	42,2	35,7	89,5	74,6	4,1	31,7	45,3	11,2	4,2	192,9	268,4	808,2
ET ₀	50,0	50,5	95,9	98,9	130,1	193,3	215,9	190,9	131,0	106,3	45,7	30,4	1338,9
Y.Akış	0,0	0,0	0,1	0,5	1,2	0,0	2,4	4,0	0,0	0,0	14,6	41,9	64,7
F	0,0	0,0	2,0	5,6	12,7	0,0	12,2	15,3	0,0	0,0	55,2	78,2	181,3

ET₀ = Evapotranspirasyon, F = İnfiltrasyon ile toprağa giren ve toprakta tutulan su miktarı

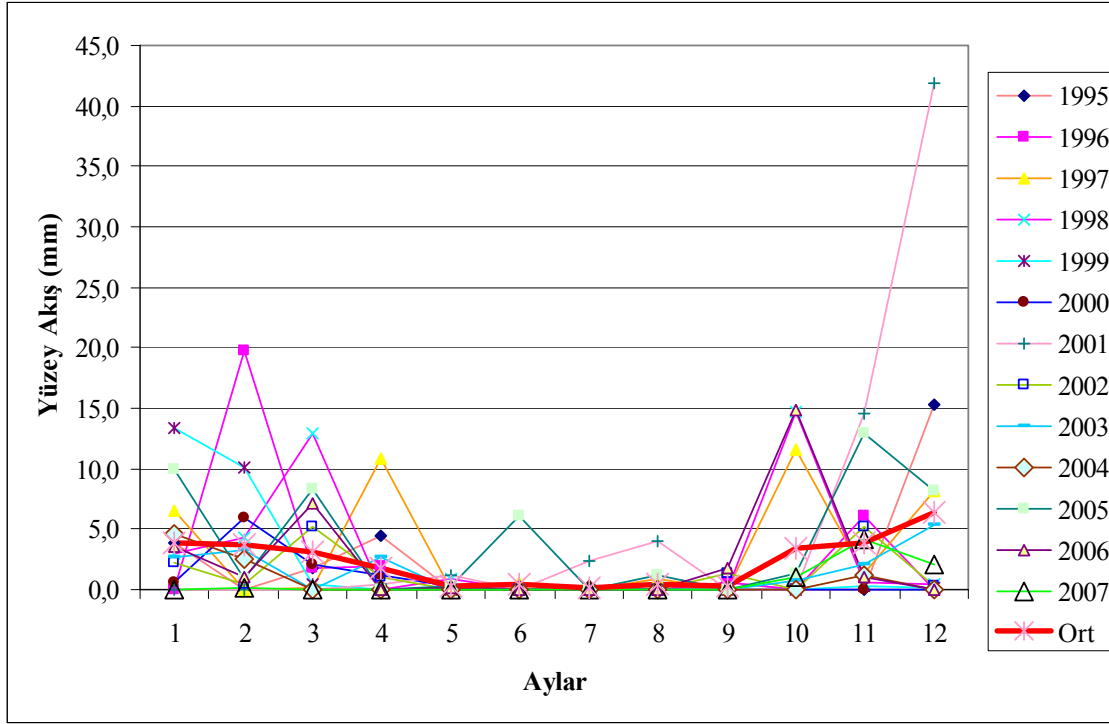
Çizelge 4.10 Deleniş-1 havzası su bütçesi elemanları (devamı) (mm)

2002													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	48,2	29,9	81,5	86,1	18,7	3,2	14,3	8,5	56,6	46,4	84,3	68,5	546,1
ET ₀	37,8	59,1	74,7	80,7	144,9	182,8	189,6	172,7	105,7	84,8	59,9	36,9	1229,5
Y.Akış	2,2	0,4	5,2	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	5,2	0,3	15,7
F	11,8	5,1	17,3	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3	0,0	17,8	4,7	78,4
2003													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	97,1	132,0	23,1	130,4	39,1	3,1	0,0	10,2	11,5	67,7	30,7	90,4	635,3
ET ₀	44,8	36,8	70,7	89,3	165,2	197,0	203,8	207,1	125,5	97,7	54,9	39,6	1332,4
Y.Akış	2,7	3,3	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	2,0	5,4	16,8
F	14,8	20,8	0,0	18,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,2	11,3	22,8	98,2
2004													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	159,1	57,7	22,1	50,4	35,6	14,2	0,2	3,4	1,3	9,2	68,5	42,2	463,9
ET ₀	34,4	45,9	90,7	104,5	136,4	164,2	214,5	170,4	144,6	97,6	60,5	39,0	1302,6
Y.Akış	4,6	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	8,4
F	27,5	12,6	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9	0,0	50,3
2005													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	98,0	112,1	135,5	50,8	58,5	52,2	24,4	25,1	9,8	44,1	136,4	104,4	851,6
ET ₀	43,4	39,7	73,4	107,4	129,2	167,5	187,1	178,0	125,6	80,8	47,0	41,1	1220,1
Y.Akış	10,0	0,9	8,4	0,0	0,3	6,1	0,0	1,2	0,0	1,3	12,9	8,2	49,3
F	22,6	13,0	35,0	0,0	4,5	18,5	0,0	8,9	0,0	9,1	46,0	25,2	182,9
2006													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	121,5	116,8	119,6	26,6	55,3	1,7	2,1	0,0	63,7	83,8	45,2	14,3	650,7
ET ₀	44,8	37,9	60,8	82,3	136,2	171,6	178,3	181,6	141,6	91,5	58,3	42,1	1227,0
Y.Akış	3,5	1,1	7,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	1,8	14,9	1,1	0,0	29,8
F	21,2	14,1	27,3	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	10,6	26,8	8,8	0,0	112,5
2007													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	35,7	39,3	30,4	36,9	34,7	19,0	0,0	0,6	2,8	70,0	136,5	117,0	522,8
ET ₀	46,8	47,6	91,2	98,6	168,2	198,5	211,8	196,5	146,9	98,5	50,2	42,9	1397,7
Y.Akış	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	4,2	2,1	7,5
F	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	46,3	26,8	90,8
Ort.	3,9	3,7	3,1	1,7	0,2	0,5	0,2	0,5	0,3	3,4	3,8	6,3	

ET₀ = Evapotranspirasyon, F = İnfiltrasyon ile toprağa giren ve toprakta tutulan su miktarı

Deleniş-1 havzası için 1995-2007 yılları arasında aylık olarak hesaplanan yüzey akış değerleri ile aylık yüzey akış değerlerinin 1995-2007 yılları ortalaması Şekil 4.32’de grafiksel olarak verilmiştir. Ortalama yüzey akış değerlerine bakıldığında, Ocak ayında 3.9 mm değerinden başlayarak yüzey akış azalmaya başlamış ve Ekim ayına kadar sıfır

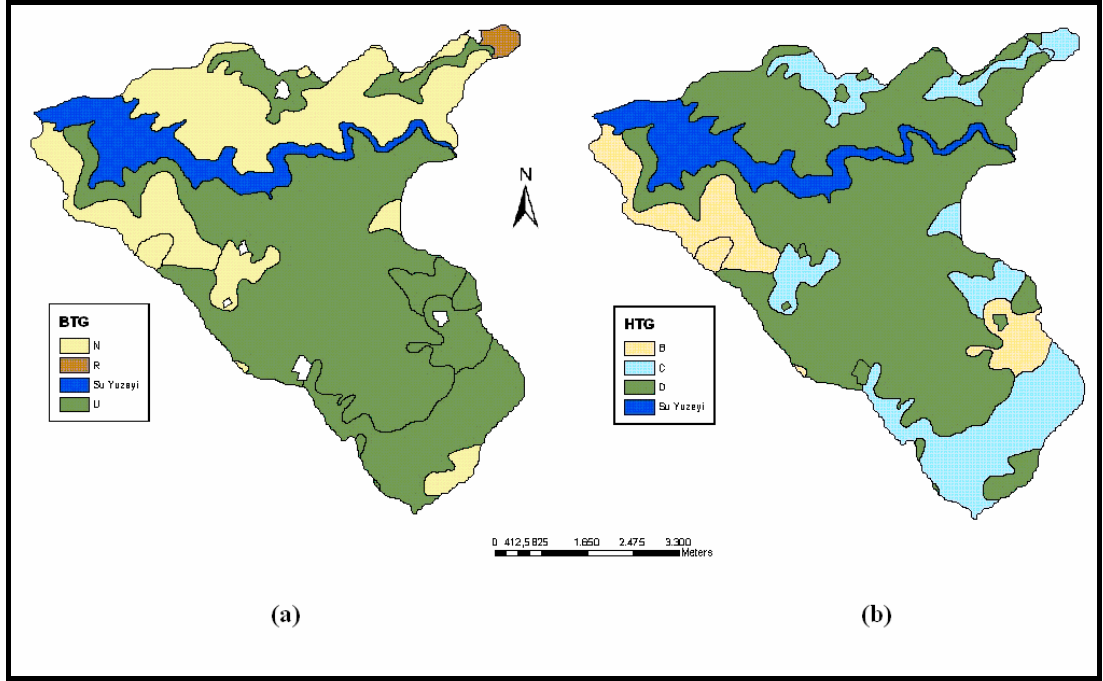
düzeyinde seyretmiştir. Ekim ayında tekrar yükselmeye başlayarak 3.4 mm düzeyinden Aralık ayında 6.3 mm düzeyine ulaşmıştır.



Şekil 4.32 Delenış-1 havzası için SCS-CN metodu ile belirlenen 1995-2007 yılları aylık ve ortalama aylık yüzey akış değerleri (mm)

4.5.5 Delenış-2 havzası su bütçesi modeli

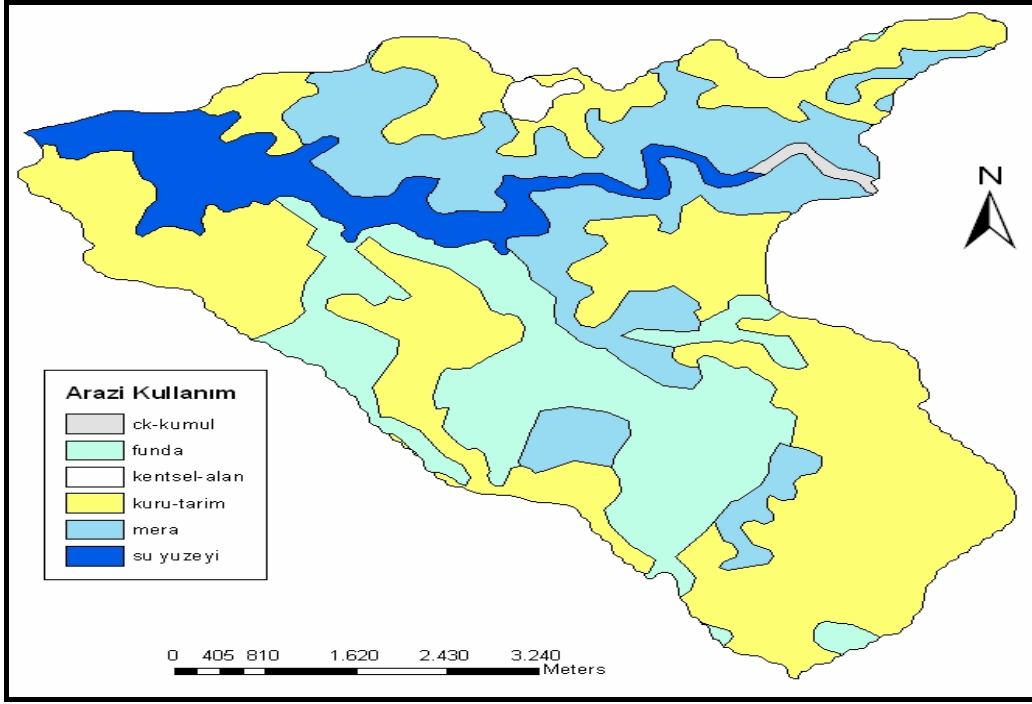
Delenış-2 Havzası, Delenış-1 havzasının hemen altında yer alan ve Delenış çayını mansapta besleyen 40,4 km²'lik bir drenaj alanına sahip olup Gediz havzasının en küçük alt havzasıdır (Çizelge 4.3). Havza için alansal yağış ve evapotranspirasyon miktarlarının hesaplanmasında havzanın yakınında bulunan Salihli (17792) ve Demirci (17746) iklim istasyonlarının noktasal değerlerinden yararlanılmıştır. Delenış-2 havzasına ait Büyük Toprak Grupları ve Hidrolojik Toprak Grupları Şekil 4.33'de, Arazi Kullanım Haritası ise Şekil 4.34'de verilmiştir.



Şekil 4.33.a. Delenış-2 havzası büyük toprak grupları haritası, b. hidrolojik toprak grupları haritası

Gediz havzasının en küçük alt havzası olan Delenış-2 havzasında Kireçsiz Kahverengi Topraklar %60.9 (24.6 km²) pay ile ilk sırada yer almaktadır. Kireçsiz Kahverengi Topraklarını %28.7 (11.6 km²) ile Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları izlemektedir. Havzada, Demirköprü Barajının 8,9 km²'lik bir kısmı su yüzeyi olarak havzanın %8.9'unu kaplamaktadır. Rendzinaların havzadaki payı ise %0.7 (0.3 km²)'dir.

Delenış-2 Havzasında Hidrolojik Toprak Gruplarını belirleyen iki büyük toprak grubu vardır. Bunlar, Kireçsiz Kahverengi Topraklar ve Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları'dır. Havzada yer alan Büyük Toprak Gruplarının özelliklerinden belirlenen Hidrolojik Toprak Gruplarının dağılımı alansal olarak büyükten küçüğe D Grubu (25.0 km², %62.2), C Grubu (7.8 km², %19.3) ve B Grubu (4.04 km², %10.0) şeklinde sıralanmaktadır.



Şekil 4.34 Delenış-2 havzası arazi kullanım haritası

Delenış-2 Havzası'nda, arazi kullanım türlerinden kuru tarım alanları havzanın %47.9'unu (19.4 km²) kaplamaktadır. İkinci sırada yer alan mera ise 8.7 km²'lik (%21.4) bir alana sahiptir. Mera alanlarını sırasıyla fundalık alanlar (8.13 km², %20.1), su yüzeyleri (3,6 km², %9,3), kentsel alanlar (0.25 km², %0.6) ve çıplak kaya ve kumul alanları (0.2 km², %0.5) izlemektedir. Delenış-2 havzası için Yüzey Akış Eğri Numarası (SCS-CN) 74.8, havza potansiyel su depolama miktarı S= 85.6 mm ve yağış yüzey akışa geçmeden önce bitki kanopisi tarafından tutulan ve arazi yüzeyinde çukurluklarda biriken su miktarını simgeleyen I_a değeri ise 17.1 mm olarak belirlenmiştir. Havza için hesaplanan ve 1995-2005 yıllarını kapsayan su bütçesinin elemanları aylık olarak Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Delenış-2 havzası için Yüzey Akış Eğri Numarası (SCS-CN) metodu ile 1995-2007 yılları arasında maksimum aylık yüzey akış 16.4 mm ile 2005 yılının Kasım ayında belirlenmiştir. En yüksek yıllık toplam yüzey akış yine 2005 yılında 28.1 mm olarak hesaplanmıştır. En düşük yıllık toplam yüzey akış ise 3.9 mm ile kuraklığın yaşandığı 2007 yılında olmuştur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11 Deleniş-2 havzası su bütçesi elemanları (mm)

1995													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	125,7	17,9	110,9	70,5	24,4	2,3	3,4	6,9	24,0	20,9	63,4	50,2	520,6
ET ₀	41,2	55,8	65,1	98,0	150,3	174,8	192,0	176,3	125,0	96,2	39,7	41,1	1250,7
Y.Akış	1,8	0,0	0,3	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,9
F	13,9	0,0	4,5	8,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	5,0	32,2
1996													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	12,9	109,5	45,9	76,8	8,7	11,1	7,7	1,5	54,5	13,4	49,2	82,1	473,4
ET ₀	36,4	36,4	36,4	36,4	36,4	36,4	36,4	36,4	36,4	36,4	36,4	36,4	1233,9
Y.Akış	0,0	7,1	0,0	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,8	16,7
F	0,0	23,0	0,0	17,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,2	10,4	60,9
1997													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	44,3	19,2	80,8	119,7	23,2	13,4	0,8	28,9	3,6	87,4	30,2	88,0	539,5
ET ₀	46,0	45,2	73,1	75,3	154,0	158,7	186,5	146,1	127,1	75,8	52,8	36,6	1172,5
Y.Akış	3,8	0,0	3,7	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,7	14,3
F	14,4	0,0	20,7	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,6	0,0	6,4	67,3
1998													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	51,6	46,5	73,0	33,6	143,3	7,4	1,8	0,0	35,2	49,5	115,9	100,0	657,9
ET ₀	35,7	53,8	63,1	114,2	106,9	163,8	206,9	208,2	123,9	92,1	49,8	34,0	1247,6
Y.Akış	3,7	0,0	0,3	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	7,3	0,3	16,8
F	14,2	0,0	4,2	0,0	17,2	0,0	0,0	0,0	0,0	11,4	25,0	4,3	76,3
1999													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	74,2	161,5	64,2	6,1	7,8	5,1	20,0	2,1	3,6	19,7	55,8	40,9	461,0
ET ₀	39,6	35,5	73,5	110,4	158,6	163,0	201,3	188,6	126,1	90,9	59,1	45,9	1287,6
Y.Akış	2,9	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	10,5
F	17,5	13,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,5	0,0	46,0
2000													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	57,2	93,1	99,7	91,0	9,5	0,0	2,0	0,5	1,6	18,0	16,8	40,0	429,5
ET ₀	34,5	46,1	72,0	98,4	136,4	183,9	222,0	197,1	143,7	89,0	68,4	46,2	1332,7
Y.Akış	0,0	2,4	3,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	7,3
F	0,4	20,3	15,7	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	49,2
2001													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	10,5	74,4	5,0	96,7	45,3	0,6	23,9	10,4	2,8	0,7	119,8	165,8	555,8
ET ₀	50,0	50,5	95,9	98,9	130,1	193,3	215,9	190,9	131,0	106,3	45,7	30,4	1334,1
Y.Akış	0,0	2,2	0,0	8,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	4,3	17,9
F	0,0	11,2	0,0	20,6	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	12,0	18,3	63,5

ET₀ = Evapotranspirasyon, F = İnfiltrasyon ile toprağa giren ve toprakta tutulan su miktarı

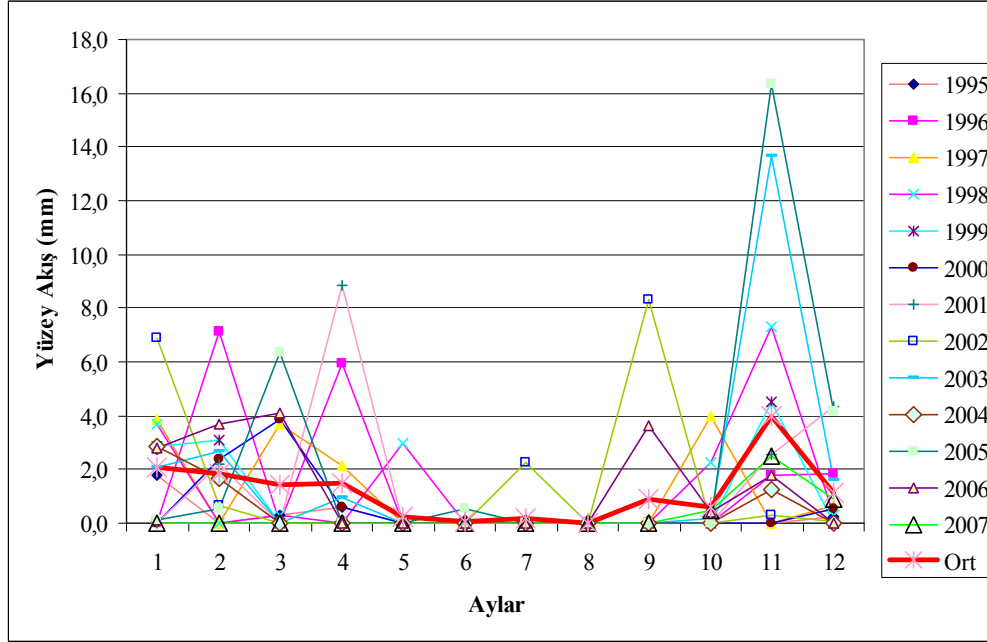
Çizelge 4.11 Deleniş-2 havzası su bütçesi elemanları (devamı) (mm)

2002													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	74,5	36,4	45,8	56,5	14,4	0,6	31,5	0,9	98,3	37,9	57,2	68,1	522,0
ET ₀	37,8	59,1	74,7	80,7	144,9	182,8	189,6	172,7	105,7	84,8	59,9	36,9	1224,7
Y.Akış	6,9	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	8,3	0,0	0,3	0,1	18,4
F	21,5	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	11,3	0,0	24,2	0,0	4,2	1,8	69,3
2003													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	60,9	162,2	23,8	87,0	32,5	1,3	0,0	2,2	0,9	52,2	58,5	108,6	590,1
ET ₀	44,8	36,8	70,7	89,3	165,2	197,0	203,8	207,1	125,5	97,7	54,9	39,6	1327,6
Y.Akış	2,1	2,7	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	13,7	1,6	21,2
F	11,0	19,5	0,0	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	24,5	16,8	83,1
2004													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	124,4	45,2	17,2	47,6	19,3	11,4	0,2	0,4	0,0	5,9	51,6	29,8	352,9
ET ₀	34,4	45,9	90,7	104,5	136,4	164,2	214,5	170,4	144,6	97,6	60,5	39,0	1297,8
Y.Akış	2,9	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	5,8
F	12,6	9,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,6	0,0	31,2
2005													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	63,7	66,0	101,8	22,7	15,3	45,9	23,6	11,7	3,6	11,1	120,8	59,3	545,5
ET ₀	43,4	39,7	73,4	107,4	129,2	167,5	187,1	178,0	125,6	80,8	47,0	41,1	1215,3
Y.Akış	0,1	0,6	6,4	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	16,4	4,2	28,1
F	3,2	5,9	19,9	0,0	0,0	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	36,9	15,0	86,6
2006													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	101,3	90,4	75,5	34,6	27,0	12,0	10,1	0,0	64,7	56,2	67,3	5,0	544,2
ET ₀	18,0	47,9	86,7	121,6	136,8	196,5	191,6	186,5	135,3	88,6	26,0	18,0	1253,5
Y.Akış	2,8	3,7	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,4	1,8	0,0	16,4
F	13,7	11,6	16,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,8	4,1	9,2	0,0	68,3
2007													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	11,3	3,5	25,3	26,4	27,6	1,5	0,0	0,0	3,8	57,0	101,6	89,6	347,7
ET ₀	22,3	61,6	79,5	132,3	142,5	199,8	189,9	196,2	148,6	112,3	63,2	48,3	1396,5
Y.Akış	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	2,5	0,9	3,9
F	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	9,5	3,7	17,7
Ort.	2,1	1,8	1,4	1,5	0,2	0,0	0,2	0,0	0,9	0,6	4,0	1,1	

ET₀ = Evapotranspirasyon, F = İnfiltrasyon ile toprağa giren ve toprakta tutulan su miktarı

Deleniş-2 havzası için 1995-2007 yılları arasında aylık olarak hesaplanan yüzey akış değerleri ile aylık yüzey akış değerlerinin 1995-2007 yılları ortalaması Şekil 4.35’de grafiksel olarak verilmiştir. Ortalama yüzey akış değerlerine bakıldığında, Ocak ayında 2.1 mm değerinden başlayarak yüzey akış azalmaya başlamış ve Ağustos ayında sıfır

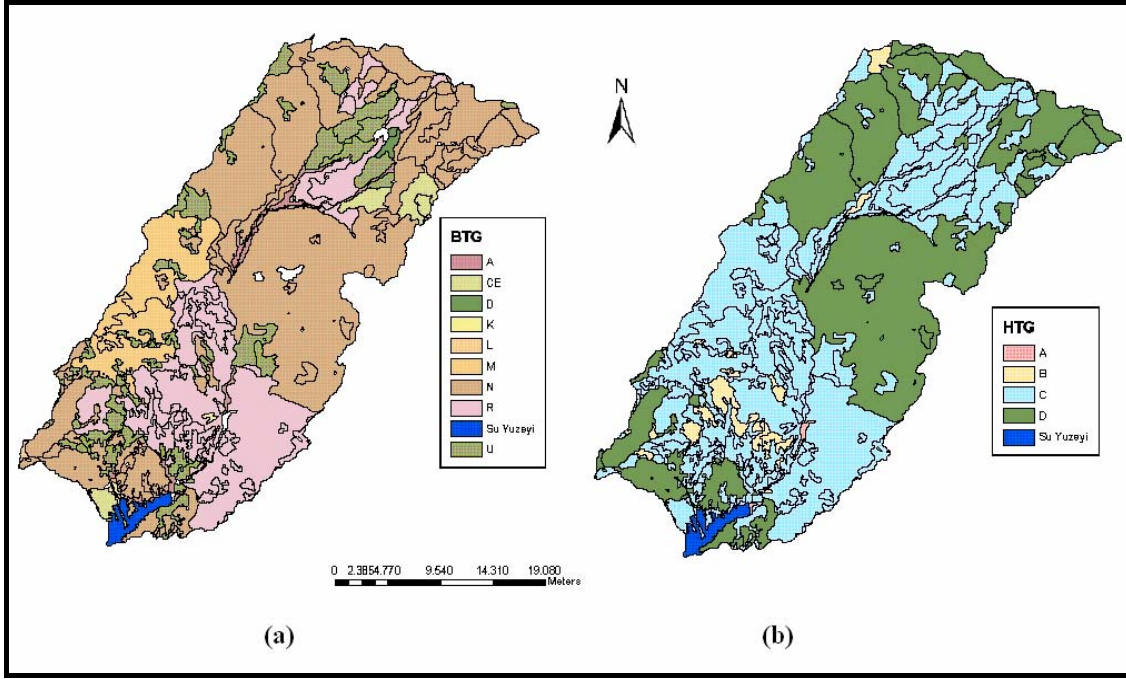
düzeyine inmiştir. Eylül ayında tekrar yükselmeye başlayarak Kasım ayında 4.0 mm düzeyine ulaşmıştır. Aralık ayında tekrar düşerek 1.1 mm'ye inmiştir.



Şekil 4.35 Delenış-2 havzası için SCS-CN metodu ile belirlenen 1995-2007 yılları aylık ve ortalama aylık yüzey akış değerleri (mm)

4.5.6 Demirci havzası su bütçesi modeli

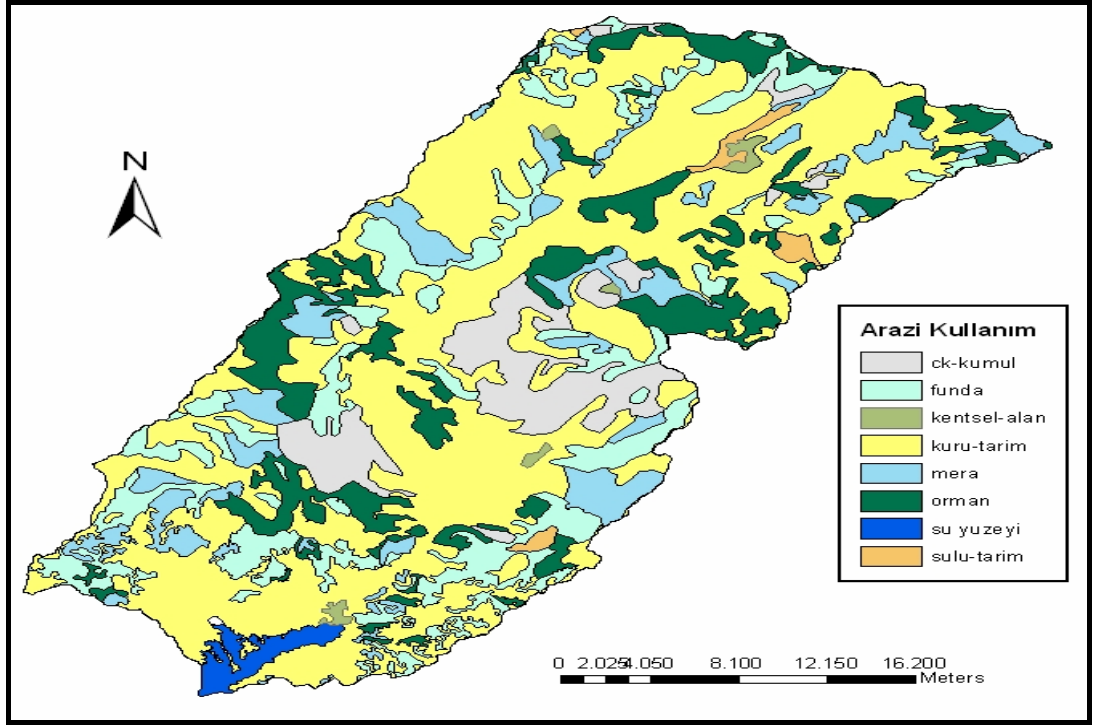
Demirci Havzası, Delenış-1 havzasının hemen yanında yer alan ve Demirci çayını mansapta besleyen 965 km²'lik bir drenaj alanına sahiptir (Çizelge 4.3). Su bütçesi modelinin temel girdileri olan alansal yağış ve evapotranspirasyon miktarlarının hesaplanmasında havzanın yakınında bulunan Salihli (17792) ve Demirci (17746) iklim istasyonlarının noktasal değerlerinden yararlanılmıştır. Demirci havzasına ait Büyük Toprak Grupları ve Hidrolojik Toprak Grupları Şekil 4.36'da, Arazi Kullanım Haritası ise Şekil 4.37'de verilmiştir.



Şekil 4.36 a. Demirci havzası büyük toprak grupları haritası, b. hidrolojik toprak grupları haritası

Demirci Havzasında hakim olan büyük toprak grupları Kireçsiz kahverengi Orman Toprakları (482.1 km^2 , %50.0), ve Rendzinalar'dır (228.99 km^2 , %23.7). Kaplama alanı olarak üçüncü sırayı Kireçsiz Kahverengi Topraklar (107.7 km^2 , %11.2) almaktadır. Kahverengi Orman Toprakları havzada %8.5'lik (81.9 km^2) bir paya sahiptir. Kahverengi Orman Topraklarını sırasıyla Kestanerengi Topraklar (22.5 km^2 , %2.3), Aluvyal Topraklar (15.4 km^2 , %1.6), Kırmızı Kestanerengi Topraklar (3.0 km^2 , %0.3), Koluvyal Topraklar ($1,8 \text{ km}^2$, %0.2) ve Regosol Topraklar (0.8 km^2 , %0.1) izlemektedir.

Demirci Havzasında Hidrolojik Toprak Gruplarını belirleyen dört büyük toprak grubu vardır. Bunlar, Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları, Rendzinalar, Kireçsiz Kahverengi Topraklar ve Kahverengi Orman Toprakları'dır. Havzada yer alan Büyük Toprak Gruplarının özelliklerinden belirlenen Hidrolojik Toprak Gruplarının dağılımı alansal olarak büyükten küçüğe C Grubu (510.2 km^2 , %53.0), D Grubu (411.8 km^2 , %42.8), B Grubu (28.7 km^2 , %3.0) ve A Grubu (1.9 km^2 , %0.2) şeklinde sıralanmaktadır.



Şekil 4.37 Demirci havzası arazi kullanım haritası

Demirci Havzasının arazi kullanım durumu ve arazi kullanım türlerinin alansal dağılımı incelendiğinde, birinci sırayı %51.4 ile (495.6 km²) kuru tarım alanlarının aldığı belirlenmiştir. Hakim diğer arazi kullanım türleri ise fundalık alanlar (141.4 km², %14.7) ve orman alanlarıdır (127.6 km², %13.2). Havzada diğer arazi kullanım türleri ise alansal olarak büyükten küçüğe doğru mera (91.8 km², %9.5), çıplak kaya ve kumul alanları (77.2 km², %8.0), su yüzeyleri (12.8 km², %1.3), sulu tarım alanları (9.7 km², %1.0) ve yerleşim alanları (6.1 km², %0.6) şeklindedir. Demirci havzası için Yüzey Akış Eğri Numarası (SCS-CN) 81.2, havza potansiyel su depolama miktarı S= 58.8 mm ve yağış yüzey akışa geçmeden önce bitki kanopisi tarafından tutulan ve arazi yüzeyinde çukurluklarda biriken su miktarını simgeleyen I_a değeri ise 11.8 mm olarak belirlenmiştir. Havza için hesaplanan ve 1995-2005 yıllarını kapsayan su bütçesinin elemanları aylık olarak Çizelge 4.12’de verilmiştir. Demirci havzası için Yüzey Akış Eğri Numarası (SCS-CN) metodu ile 1995-2007 yılları arasında maksimum aylık yüzey akış 35.5 mm ile 2001 yılının Aralık ayında belirlenmiştir. En yüksek yıllık toplam yüzey akış yine 2001 yılında 67.6 mm olarak hesaplanmıştır. En düşük yıllık toplam yüzey akış ise 10.6 mm ile kuraklığın yaşandığı 2007 yılında olmuştur (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12 Demirci havzası su bütçesi elemanları (mm)

1995													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	166,5	17,5	126,0	76,6	22,6	5,1	7,9	10,9	43,5	21,0	79,0	91,4	667,9
ET ₀	41,2	55,8	65,1	98,0	150,3	174,8	192,0	176,3	125,0	96,2	39,7	41,1	1261,5
Y.Akış	8,3	0,1	3,1	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,4	12,5	31,2
F	38,2	2,1	23,6	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0	13,1	0,0	5,1	32,1	135,9
1996													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	21,0	154,9	66,8	65,7	8,7	12,4	0,4	5,8	65,1	10,8	67,5	101,0	580,1
ET ₀	36,4	39,6	55,0	94,5	147,4	188,5	204,5	178,1	110,5	80,9	63,3	40,1	1244,7
Y.Akış	0,0	26,3	2,6	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	7,2	0,1	39,7
F	0,0	55,3	11,7	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	0,0	24,9	3,8	113,8
1997													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	56,7	22,5	36,5	165,7	41,1	28,1	8,9	86,6	3,4	123,6	49,1	169,1	791,4
ET ₀	46,0	45,2	73,1	75,3	154,0	158,7	186,5	146,1	127,1	75,8	52,8	36,6	1183,3
Y.Akış	9,9	0,1	0,5	17,3	0,1	2,1	0,0	6,4	0,0	15,5	1,8	12,8	66,5
F	19,7	1,7	5,2	46,2	2,0	10,1	0,0	28,3	0,0	42,7	9,3	41,1	206,3
1998													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	55,6	71,0	105,7	28,7	126,0	8,8	3,0	0,0	34,2	79,6	105,5	136,3	754,4
ET ₀	35,7	53,8	63,1	114,2	106,9	163,8	206,9	208,2	123,9	92,1	49,8	34,0	1258,4
Y.Akış	2,7	6,2	15,9	0,1	2,3	0,0	0,0	0,0	0,2	19,7	2,0	1,8	50,8
F	14,0	19,5	30,5	1,8	15,1	0,0	0,0	0,0	3,4	25,6	16,9	15,7	142,6
1999													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	102,6	210,3	86,8	31,3	2,9	3,3	7,4	1,9	26,5	28,6	62,9	59,6	624,0
ET ₀	39,6	35,5	73,5	110,4	158,6	163,0	201,3	188,6	126,1	90,9	59,1	45,9	1298,4
Y.Akış	16,7	15,8	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,7	0,7	36,6
F	36,4	43,9	16,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	3,6	9,5	6,0	118,8
2000													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	71,9	84,7	84,2	83,1	49,4	0,0	8,5	3,2	0,6	53,8	13,1	24,0	476,4
ET ₀	34,5	46,1	72,0	98,4	136,4	183,9	222,0	197,1	143,7	89,0	68,4	46,2	1343,5
Y.Akış	0,8	6,0	5,2	2,6	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	17,9
F	9,6	27,2	23,2	11,2	14,1	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	0,0	0,0	90,5

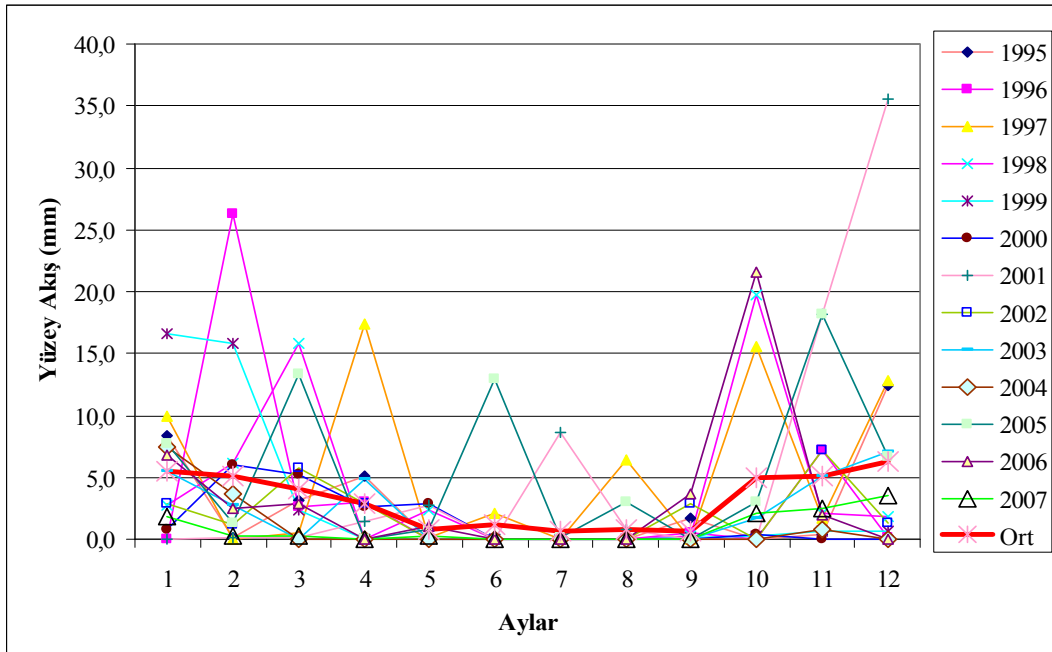
ET₀ = Evapotranspirasyon, F = İnfiltrasyon ile toprağa giren ve toprakta tutulan su miktarı

Çizelge 4.12 Demirci havzası su bütçesi elemanları (devamı) (mm)

2001													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	8,0	40,9	28,1	88,1	67,9	3,3	40,8	23,5	11,6	5,2	184,1	223,3	724,8
ET ₀	50,0	50,5	95,9	98,9	130,1	193,3	215,9	190,9	131,0	106,3	45,7	30,4	1344,9
Y.Akış	0,0	0,2	0,1	1,5	2,7	0,0	8,6	0,8	0,0	0,0	18,2	35,5	67,6
F	0,0	2,9	2,7	10,4	16,4	0,0	18,6	6,5	0,0	0,0	60,8	66,8	185,1
2002													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	42,8	28,2	69,6	85,2	12,3	3,5	17,5	9,9	55,3	41,7	80,2	66,1	512,3
ET ₀	37,8	59,1	74,7	80,7	144,9	182,8	189,6	172,7	105,7	84,8	59,9	36,9	1235,5
Y.Akış	2,9	1,2	5,7	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	7,2	1,3	24,0
F	11,7	7,9	15,7	18,6	0,0	0,0	0,7	0,0	11,6	0,0	20,6	8,0	94,9
2003													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	99,1	110,0	18,9	126,9	41,6	0,8	0,0	13,5	10,2	59,1	33,4	76,5	590,0
ET ₀	44,8	36,8	70,7	89,3	165,2	197,0	203,8	207,1	125,5	97,7	54,9	39,6	1338,4
Y.Akış	5,5	2,8	0,0	4,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	5,1	7,0	27,1
F	21,1	20,1	0,0	23,6	1,8	0,0	0,0	1,6	0,0	13,2	15,0	22,3	118,8
2004													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	140,6	55,2	17,3	46,8	28,1	11,9	0,3	4,0	0,0	11,6	54,6	44,2	414,5
ET ₀	34,4	45,9	90,7	104,5	136,4	164,2	214,5	170,4	144,6	97,6	60,5	39,0	1308,6
Y.Akış	7,4	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	11,9
F	31,7	12,9	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	1,6	54,2
2005													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	81,4	93,2	131,9	45,6	56,5	56,9	22,1	27,0	10,6	44,3	131,0	83,9	784,3
ET ₀	43,4	39,7	73,4	107,4	129,2	167,5	187,1	178,0	125,6	80,8	47,0	41,1	1226,1
Y.Akış	7,7	1,2	13,3	0,0	0,8	13,0	0,2	3,1	0,0	3,0	18,1	6,6	66,9
F	20,8	11,3	39,8	1,4	6,3	21,9	3,0	12,0	0,0	11,8	47,7	19,9	195,8
2006													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	114,5	104,5	110,7	30,2	57,8	2,4	1,3	0,0	62,1	88,8	40,0	15,6	627,9
ET ₀	41,1	47,9	78,1	121,6	150,3	196,5	191,6	186,5	135,3	89,3	26,0	18,0	1282,2
Y.Akış	6,8	2,5	2,9	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	3,6	21,6	1,9	0,0	40,4
F	28,6	18,9	21,3	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	15,2	28,2	7,8	0,0	126,7
2007													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	24,5	39,6	28,9	30,8	43,4	16,4	0,0	0,0	2,1	67,6	118,4	105,4	477,1
ET ₀	26,9	62,5	69,2	131,8	142,5	199,8	178,6	192,6	149,4	117,3	63,2	47,6	1381,4
Y.Akış	1,8	0,3	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	2,5	3,5	10,6
F	3,7	2,5	3,1	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	16,2	31,2	28,4	86,6
Ort.	5,4	5,1	4,0	2,9	0,8	1,2	0,7	0,8	0,7	4,9	5,1	6,3	

ET₀ = Evapotranspirasyon, F = İnfiltrasyon ile toprağa giren ve toprakta tutulan su miktarı

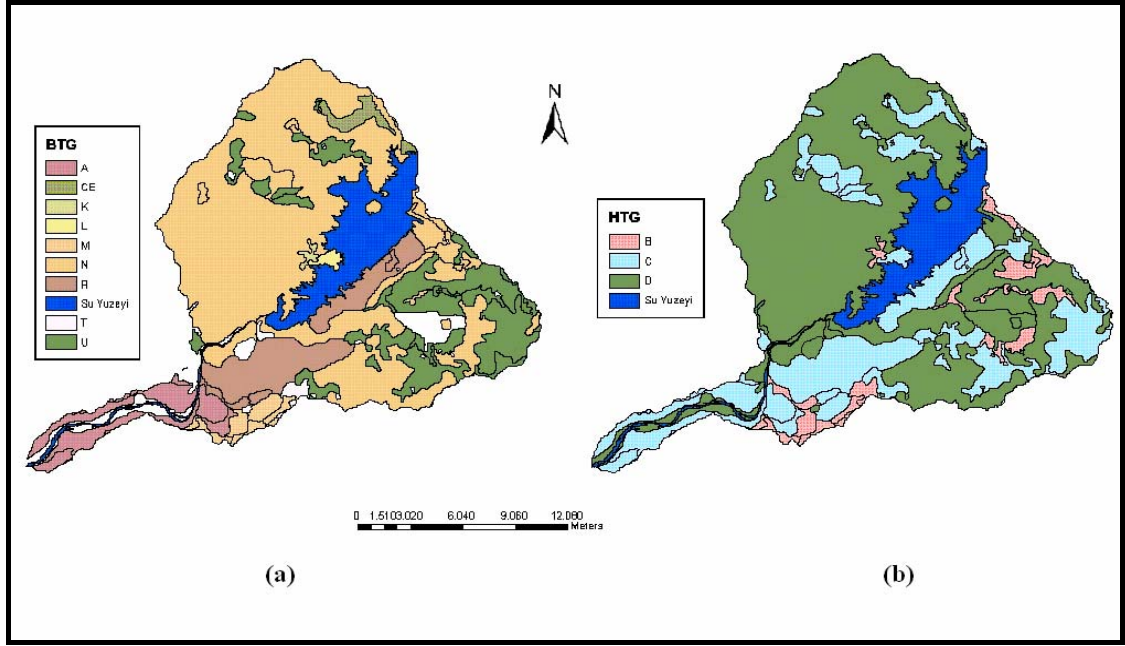
Demirci havzası için 1995-2007 yılları arasında aylık olarak hesaplanan yüzey akış değerleri ile aylık yüzey akış değerlerinin 1995-2007 yılları ortalaması Şekil 4.38’de grafiksel olarak verilmiştir. Ortalama yüzey akış değerlerine bakıldığında, Ocak ayında 5.4 mm değerinden başlayarak yüzey akış azalmaya başlamış ve Eylül ayında 0.7 mm düzeyine inmiştir. Ekim ayında tekrar yükselmeye başlayarak Aralık ayında 6.3 mm düzeyine ulaşmıştır.



Şekil 4.38 Demirci havzası için SCS-CN metodu ile belirlenen 1995-2007 yılları aylık ve ortalama aylık yüzey akış değerleri (mm)

4.5.7 Demirköprü havzası su bütçesi modeli

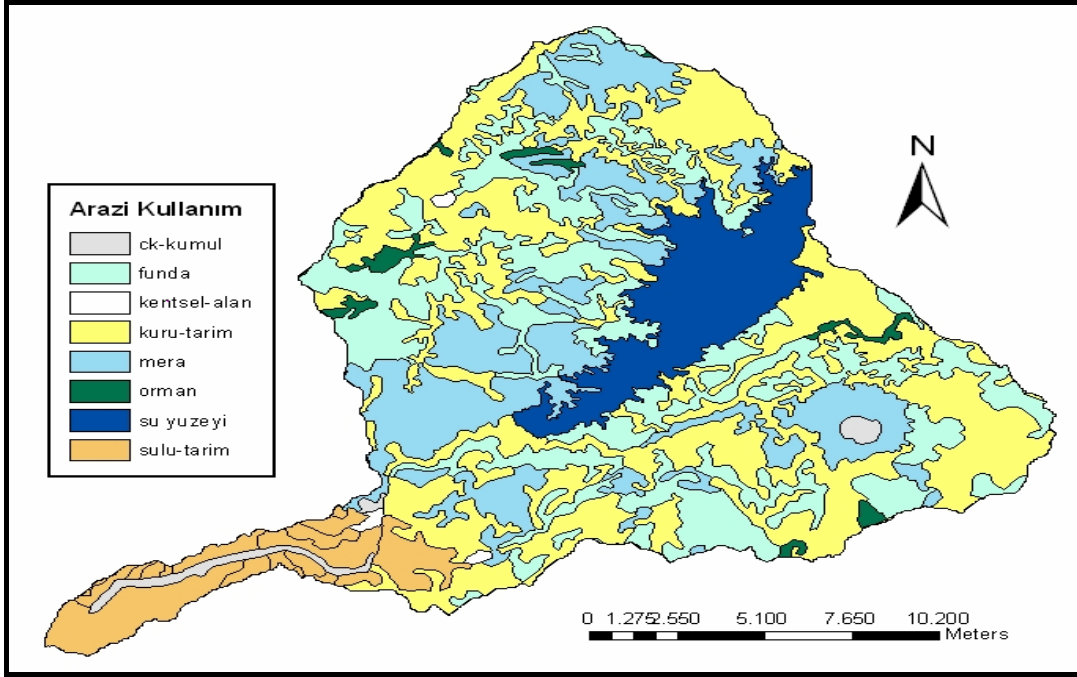
Demirköprü Havzası, Selendi-2, Deleniş-2 ve Demirci havzalarının hemen altında yer alan ve Gediz havzasının büyük bir kısmının sulanmasını sağlayan Demirköprü barajının bulunduğu yaklaşık 327.4 km²'lik bir drenaj alanına sahiptir (Çizelge 4.3). Su bütçesi modelinin temel girdileri olan alansal yağış ve evapotranspirasyon miktarlarının hesaplanmasında havzanın yakınında bulunan Salihli (17792) iklim istasyonunun noktasal değerlerinden yararlanılmıştır. Demirköprü havzasına ait Büyük Toprak Grupları ve Hidrolojik Toprak Grupları Şekil 4.39’da, Arazi Kullanım Haritası ise Şekil 4.40’da verilmiştir.



Şekil 4.39 Demirköprü havzası (a) büyük toprak grupları haritası (b) hidrolojik toprak grupları haritası

Demirköprü havzasında hakim olan Büyük Toprak Grubu Kireçsiz Kahverengi Orman Topraklarıdır (166.2 km², %50.8). Kireçsiz Kahverengi Orman Topraklarını %15.6'lık (51.12 km²) kaplama oranı ile Kireçsiz Kahverengi Topraklar izlemektedir. Diğer toprak grupları kaplama alanlarına göre büyükten küçüğe göre Rendzinalar (30.3 km², %9.3), Aluvyal Topraklar (18.1 km², %5.5), Kahverengi Orman Toprakları (6.5 km², %2.0), Kestanerengi Topraklar (4.4 km², %1.3), Kırmızı Akdeniz Toprakları (1.50 km², %0.5), Regosol Topraklar (1.31 km², %0.4) ve Koluvyal Topraklar (0.8 km², %0.2) şeklinde sıralanmaktadır. Demirköprü Barajı su yüzeyinin 32.6 km²'lik (%10) kısmı bu havzada yer almaktadır.

Demirköprü Havzasında Hidrolojik Toprak Gruplarını belirleyen üç büyük toprak grubu vardır. Bunlar, Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları, Kireçsiz Kahverengi Topraklar ve Rendzinalardır. Havzada yer alan Büyük Toprak Gruplarının özelliklerinden belirlenen Hidrolojik Toprak Gruplarının dağılımı alansal olarak büyükten küçüğe D Grubu (185.8 km², %56.8), C Grubu (91.1 km², %27.8) ve B Grubu (17.9 km², %5.5) şeklinde sıralanmaktadır.



Şekil 4.40 Demirköprü havzası arazi kullanım haritası

Demirköprü Havzasında hakim olan arazi kullanım türleri kuru tarım, fundalık alanlar ve mera alanlarıdır. Bu türlerin havzada kaplama alanları sırasıyla 118.1 km² (%36.1), 81.1 km² (%24.8) ve 64.2 km² (%19.6)'dir. Havzada sulu tarım alanları 22.2 km²'lik (%6.8) bir alanı kaplamaktadır. Orman alanları , çıplak kaya ve kumul alanları ve yerleşim alanları toplam 10.7 km²'lik (%3.1) alanı paylaşmaktadırlar.

Demirköprü havzası için Yüzey Akış Eğri Numarası (SCS-CN) 76.9, havza potansiyel su depolama miktarı $S = 76.3$ mm ve yağış yüzey akışa geçmeden önce bitki kanopisi tarafından tutulan ve arazi yüzeyinde çukurluklarda biriken su miktarını simgeleyen I_a değeri ise 15.3 mm olarak belirlenmiştir. Havza için hesaplanan ve 1995-2005 yıllarını kapsayan su bütçesinin elemanları aylık olarak Çizelge 4.13'de verilmiştir. Demirköprü havzası için Yüzey Akış Eğri Numarası (SCS-CN) metodu ile 1995-2007 yılları arasında maksimum aylık yüzey akış 17.6 mm ile 2005 yılının Kasım ayında belirlenmiştir. En yüksek yıllık toplam yüzey akış yine 2005 yılında 30.5 mm olarak hesaplanmıştır. En düşük yıllık toplam yüzey akış ise 7.1 mm ile 2004 yılında olmuştur (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13 Demirköprü havzası su bütçesi elemanları (mm)

1995													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	121,7	17,9	109,4	69,9	24,6	2,0	3,0	6,5	22,1	20,9	61,9	46,2	506,1
ET ₀	41,2	55,8	65,1	98,0	150,3	174,8	192,0	176,3	125,0	96,2	39,7	41,1	1256,7
Y.Akış	2,4	0,0	0,6	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	4,4
F	19,3	0,0	8,2	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	5,8	48,7
1996													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	12,1	105,0	43,8	77,9	8,7	11,0	8,4	1,1	53,5	13,7	47,4	80,3	462,9
ET ₀	36,4	39,6	55,0	94,5	147,4	188,5	204,5	178,1	110,5	80,9	63,3	40,1	1239,9
Y.Akış	0,0	7,1	0,0	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,6	18,5
F	0,0	24,6	0,0	19,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	12,9	69,7
1997													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	43,1	18,9	85,2	115,2	21,4	12,0	0,0	23,2	3,6	83,8	28,4	80,0	514,8
ET ₀	46,0	45,2	73,1	75,3	154,0	158,7	186,5	146,1	127,1	75,8	52,8	36,6	1178,5
Y.Akış	4,0	0,0	5,3	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	0,0	0,7	16,1
F	15,6	0,6	25,9	13,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,8	0,0	7,2	78,7
1998													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	51,2	44,1	69,8	34,1	145,0	7,3	1,7	0,0	35,3	46,6	116,9	96,4	648,4
ET ₀	35,7	53,8	63,1	114,2	106,9	163,8	206,9	208,2	123,9	92,1	49,8	34,0	1253,6
Y.Akış	4,4	0,0	0,2	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	9,1	0,8	20,3
F	16,3	0,6	4,9	0,8	22,4	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	31,8	8,1	95,8
1999													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	71,4	156,7	62,0	3,6	8,3	5,3	21,2	2,1	1,4	18,8	55,1	39,1	445,0
ET ₀	39,6	35,5	73,5	110,4	158,6	163,0	201,3	188,6	126,1	90,9	59,1	45,9	1293,6
Y.Akış	2,9	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	0,0	11,8
F	18,9	14,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,4	1,4	53,0
2000													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	55,8	93,9	101,2	91,8	5,6	0,0	1,4	0,2	1,7	14,5	17,2	41,6	424,9
ET ₀	34,5	46,1	72,0	98,4	136,4	183,9	222,0	197,1	143,7	89,0	68,4	46,2	1338,7
Y.Akış	0,1	3,4	4,5	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	10,4
F	2,4	25,4	19,6	15,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,2	71,3
2001													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	10,7	77,7	2,7	97,5	43,1	0,3	22,2	9,1	1,9	0,3	113,5	160,2	539,2
ET ₀	50,0	50,5	95,9	98,9	130,1	193,3	215,9	190,9	131,0	106,3	45,7	30,4	1340,1
Y.Akış	0,0	3,3	0,0	10,4	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	3,5	4,6	22,2
F	0,0	14,4	0,0	26,0	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0	0,0	14,8	24,0	83,9

ET₀ = Evapotranspirasyon, F = İnfiltrasyon ile toprağa giren ve toprakta tutulan su miktarı

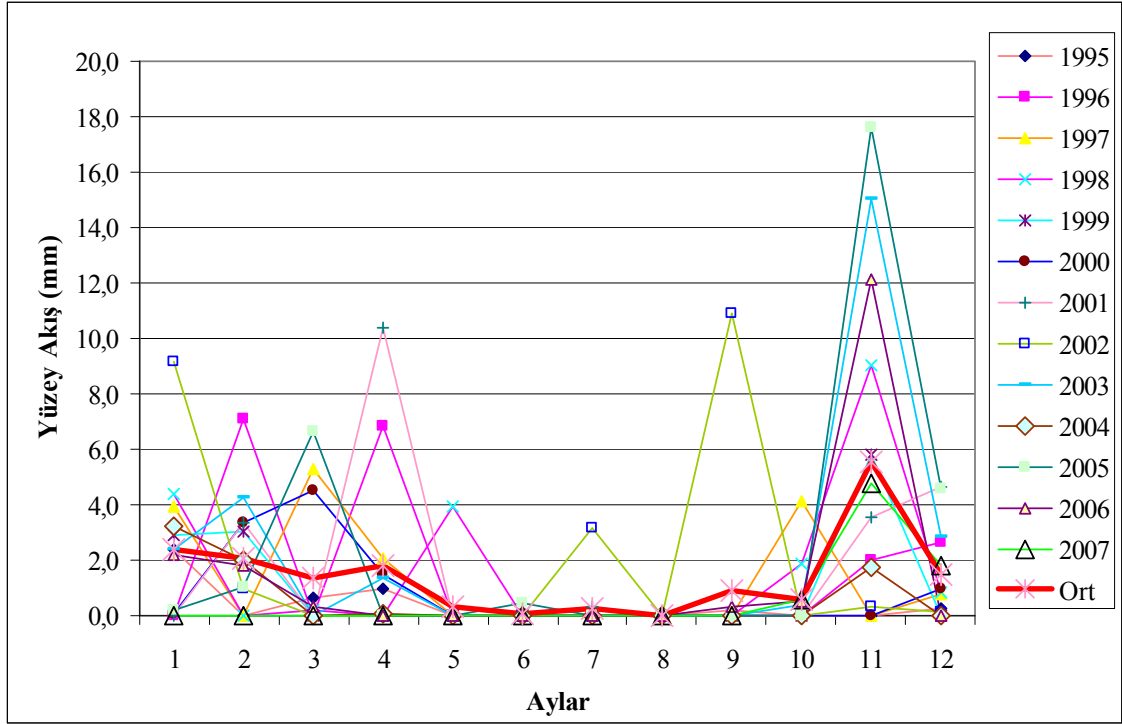
Çizelge 4.13 Demirköprü havzası su bütçesi elemanları (devamı) (mm)

2002													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	77,6	37,2	43,5	53,7	14,6	0,3	32,9	0,0	102,5	37,5	54,9	68,3	523,0
ET ₀	37,8	59,1	74,7	80,7	144,9	183,0	189,6	172,7	105,7	84,8	59,9	36,9	1230,9
Y.Akış	9,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	10,9	0,0	0,3	0,2	24,6
F	26,3	8,1	0,0	0,0	0,0	0,0	14,1	0,0	31,3	0,0	4,6	3,4	87,9
2003													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	57,1	167,3	24,3	83,1	31,6	1,4	0,0	1,1	0,0	51,5	61,0	111,7	590,1
ET ₀	44,8	36,8	70,7	89,3	165,2	197,0	203,8	207,1	125,5	97,7	54,9	39,6	1333,6
Y.Akış	2,4	4,3	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	15,0	2,8	26,3
F	12,4	32,0	0,0	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	27,3	23,2	109,9
2004													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	122,8	44,2	17,2	47,7	18,4	11,4	0,2	0,0	0,0	5,3	51,3	28,4	346,9
ET ₀	34,4	45,9	90,7	104,5	136,4	164,2	214,5	170,4	144,6	97,6	60,5	39,0	1303,8
Y.Akış	3,2	2,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	7,1
F	14,4	11,4	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,8	0,0	39,2
2005													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	62,0	63,3	98,8	20,4	11,3	44,8	23,8	10,2	2,9	7,9	119,8	56,9	522,1
ET ₀	43,4	39,7	73,4	107,4	129,2	167,5	187,1	178,0	125,6	80,8	47,0	41,1	1221,3
Y.Akış	0,2	1,1	6,7	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	17,6	4,6	30,5
F	5,6	8,5	22,8	0,0	0,0	6,9	0,2	0,0	0,0	0,0	40,7	16,6	101,2
2006													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	100,0	89,0	72,0	35,0	24,0	13,0	11,0	0,0	65,0	53,0	70,0	4,0	536,0
ET ₀	41,3	38,6	71,3	103,6	127,1	162,5	188,3	177,1	131,6	83,6	43,5	48,9	1217,4
Y.Akış	2,2	1,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	12,1	0,0	17,2
F	11,3	9,2	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	5,9	15,2	0,0	52,3
2007													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	10,0	0,0	25,0	26,0	26,0	0,0	0,0	0,0	4,0	56,0	100,0	88,0	335,0
ET ₀	40,2	47,5	88,2	108,6	133,6	187,6	199,2	196,5	142,6	99,3	62,6	41,9	1347,8
Y.Akış	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	4,8	1,8	7,2
F	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	22,3	18,1	46,8
Ort.	2,4	2,1	1,4	1,8	0,3	0,0	0,3	0,0	0,9	0,6	5,5	1,5	

ET₀ = Evapotranspirasyon, F = İnfiltrasyon ile toprağa giren ve toprakta tutulan su miktarı

Demirköprü havzası için 1995-2007 yılları arasında aylık olarak hesaplanan yüzey akış değerleri ile aylık yüzey akış değerlerinin 1995-2007 yılları ortalaması Şekil 4.41’de grafiksel olarak verilmiştir. Ortalama yüzey akış değerlerine bakıldığında, Ocak ayında 2.4 mm değerinden başlayarak yüzey akış azalmaya başlamış ve Ağustos ayında sıfır

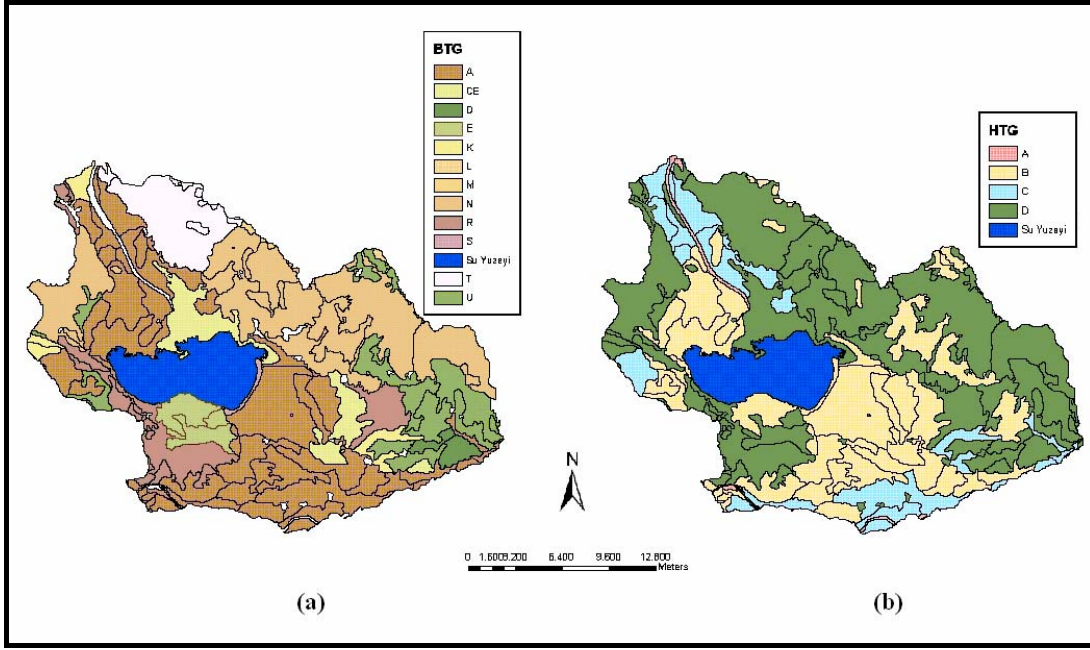
düzeyine inmiştir. Eylül ayında tekrar yükselmeye başlayarak Kasım ayında 5.5 mm düzeyine ulaşmıştır. Aralık ayında tekrar düşmüş ve 1.5 mm'ye inmiştir.



Şekil 4.41 Demirköprü havzası için SCS-CN metodu ile belirlenen 1995-2007 yılları aylık ve ortalama aylık yüzey akış değerleri (mm)

4.5.8 Gölarmara havzası su bütçesi modeli

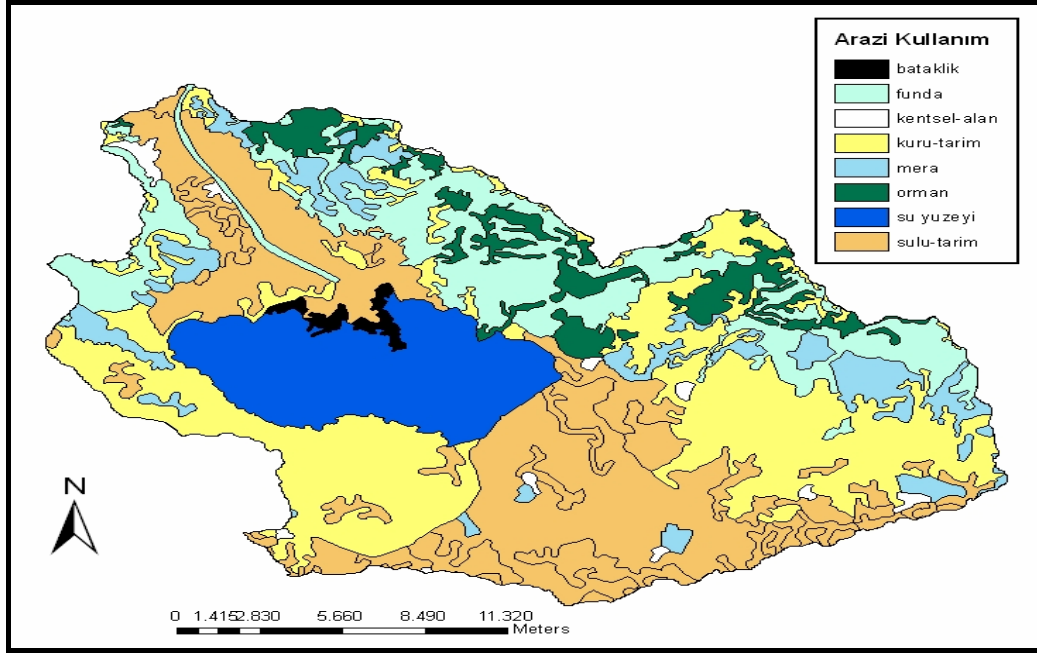
Gölarmara Havzası, Demirköprü Havzasının hemen altında yer alan ve Gediz havzasının büyük bir kısmının sulanmasında ana sulama kaynağı alan Demirköprü barajını destekleyen Gölarmara'nın bulunduğu yaklaşık 508.3 km²'lik bir drenaj alanına sahiptir (Çizelge 4.3). Su bütçesi modelinin temel girdileri olan alansal yağış ve evapotranspirasyon miktarlarının hesaplanmasında havzanın yakınında bulunan Salihli (17792) iklim istasyonunun noktasal değerlerinden yararlanılmıştır. Gölarmara havzasına ait Büyük Toprak Grupları ve Hidrolojik Toprak Grupları Şekil 4.42'de, Arazi Kullanım Haritası ise Şekil 4.43'de verilmiştir.



Şekil 4.42 a. Gölarmara havzası büyük toprak grupları haritası b. hidrolojik toprak grupları haritası

Gölarmara Havzasında bulunan büyük toprak grupları içerisinde Aluvyal Topraklar %31.5 (160.1 km²) ile birinci sırada yer almaktadır. Aluvyal Toprakları %24.2 (123.0 km²) ile Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları izlemektedir. Kireçsiz Kahverengi Toprakların havzadaki payı %9.2'dir (47.0 km²). Kireçsiz Kahverengi Toprakları sırasıyla Rendzinalar (36.5 km², %7.2), Kırmızı Akdeniz Toprakları (33.4 km², %6.6), Kestanerengi Topraklar (28.3 km², %5.6), Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları (14.5 km², %2.8) ve Koluvyal Topraklar (10.1 km², %2.0) izlemektedir. Havzada bulunan Kırmızı Kestanerengi Topraklar, Siorezem Topraklar, Regosol Topraklar ve Kahverengi Orman Toprakları toplam 8.6 km²'lik bir alanı (%1.7) paylaşmaktadırlar.

Gölarmara Havzasında Hidrolojik Toprak Gruplarını belirleyen üç büyük toprak grubu vardır. Bunlar, Aluvyal Topraklar, Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları, Kireçsiz Kahverengi Topraklardır. Havzada yer alan Büyük Toprak Gruplarının özelliklerinden belirlenen Hidrolojik Toprak Gruplarının dağılımı alansal olarak büyükten küçüğe D Grubu (247.69 km², %48.7), B Grubu (162,4 km², %31.9) ve C Grubu (57.8 km², %11.4) ve A Grubu (4.1 km², %0,8) şeklinde sıralanmaktadır.



Şekil 4.43 Gölarmara havzası arazi kullanım haritası

Gölarmara havzasında alansal dağılımlarına göre hakim olan arazi kullanım türleri sulu tarım, kuru tarım, fundalık alanlar, mera ve orman alanlarıdır. Bu arazi kullanım türlerinin alansal dağılımları ise sırasıyla 153.6 km² (%30.2), 137.2 km² (%27.0), 80.4 km² (%15.8), 37.1 km² (%7.3) ve 31.9 km² (%6.3)'dir. Havzada bulunan Gölarmara'nın yüzey alanı 59.7 km²'dir ve havzanın %11.8'ini kaplamaktadır. Bataklık ve yerleşim alanlarının havzada kapladıkları toplam alan 8.7 km²'dir (%1.7).

Gölarmara havzası için Yüzey Akış Eğri Numarası (SCS-CN) 74.9, havza potansiyel su depolama miktarı $S = 85.1$ mm ve yağış yüzey akışa geçmeden önce bitki kanopisi tarafından tutulan ve arazi yüzeyinde çukurluklarda biriken su miktarını simgeleyen I_a değeri ise 17,0 mm olarak belirlenmiştir. Havza için hesaplanan ve 1995-2005 yıllarını kapsayan su bütçesinin elemanları aylık olarak Çizelge 4.14'de verilmiştir. Gölarmara havzası için Yüzey Akış Eğri Numarası (SCS-CN) metodu ile 1995-2007 yılları arasında maksimum aylık yüzey akış 26.1 mm ile 2005 yılının Kasım ayında belirlenmiştir. En yüksek yıllık toplam yüzey akış yine 2005 yılında 45.3 mm olarak hesaplanmıştır. En düşük yıllık toplam yüzey akış ise 9.7 mm ile kuraklığın yaşandığı 2007 yılında olmuştur (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14 Gölarmara havzası su bütçesi elemanları (mm)

1995													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	125,1	19,6	113,1	68,9	22,9	1,9	2,7	7,1	26,3	20,6	72,0	49,2	529,3
ET ₀	43,0	54,7	73,5	103,3	154,6	184,6	224,5	196,6	134,7	96,6	41,0	43,5	1350,5
Y.Akış	3,4	0,0	0,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	4,8
F	11,9	0,0	4,6	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	3,8	27,0
1996													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	12,6	107,4	42,8	78,1	9,5	9,8	10,6	1,3	55,2	14,5	48,3	79,1	469,2
ET ₀	36,0	48,8	69,0	103,3	148,6	204,2	218,9	196,8	116,6	86,0	53,4	45,8	1327,5
Y.Akış	0,0	11,5	0,0	10,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	3,2	28,5
F	0,0	17,3	0,0	13,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	8,4	47,6
1997													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	45,0	17,8	90,1	115,3	20,2	11,3	0,3	23,3	3,2	87,3	30,8	89,0	533,6
ET ₀	44,2	51,7	80,3	85,9	168,9	176,9	202,8	180,2	150,3	84,7	43,2	39,4	1308,6
Y.Akış	6,0	0,0	9,7	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9	0,0	1,4	28,3
F	10,9	0,0	19,9	7,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,7	0,0	5,8	57,1
1998													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	56,9	46,3	69,7	32,6	154,9	6,6	1,9	0,0	32,4	46,7	120,8	95,2	664,0
ET ₀	37,2	55,6	67,8	109,4	119,1	184,2	220,6	209,8	138,4	89,6	48,9	40,0	1320,4
Y.Akış	7,4	0,0	0,0	0,0	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	12,4	0,5	29,5
F	11,8	0,0	1,6	0,0	20,5	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7	19,9	3,8	65,2
1999													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	72,0	160,6	64,0	5,0	7,6	5,1	19,4	1,9	1,5	20,8	55,5	44,7	458,1
ET ₀	39,3	43,3	73,2	108,7	157,3	184,1	217,7	204,8	135,4	88,6	55,0	38,2	1345,6
Y.Akış	3,3	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7	0,4	15,9
F	12,5	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	3,2	37,7
2000													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	56,6	95,3	98,9	89,1	5,5	0,0	1,2	0,2	1,5	15,0	19,6	38,8	421,7
ET ₀	36,7	48,1	74,8	100,1	152,7	194,8	213,7	206,0	139,2	90,3	49,4	41,8	1347,6
Y.Akış	0,0	5,3	6,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	13,8
F	0,0	19,3	13,0	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	44,8
2001													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	11,6	79,4	4,9	96,8	46,2	0,5	19,9	8,8	4,1	0,7	121,4	166,3	560,6
ET ₀	44,6	55,1	91,8	106,5	138,8	185,2	218,7	208,9	130,0	110,9	45,9	40,1	1376,4
Y.Akış	0,0	6,1	0,0	14,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	6,4	31,8
F	0,0	11,0	0,0	15,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	10,8	15,9	53,6

ET₀ = Evapotranspirasyon, F = İnfiltrasyon ile toprağa giren ve toprakta tutulan su miktarı

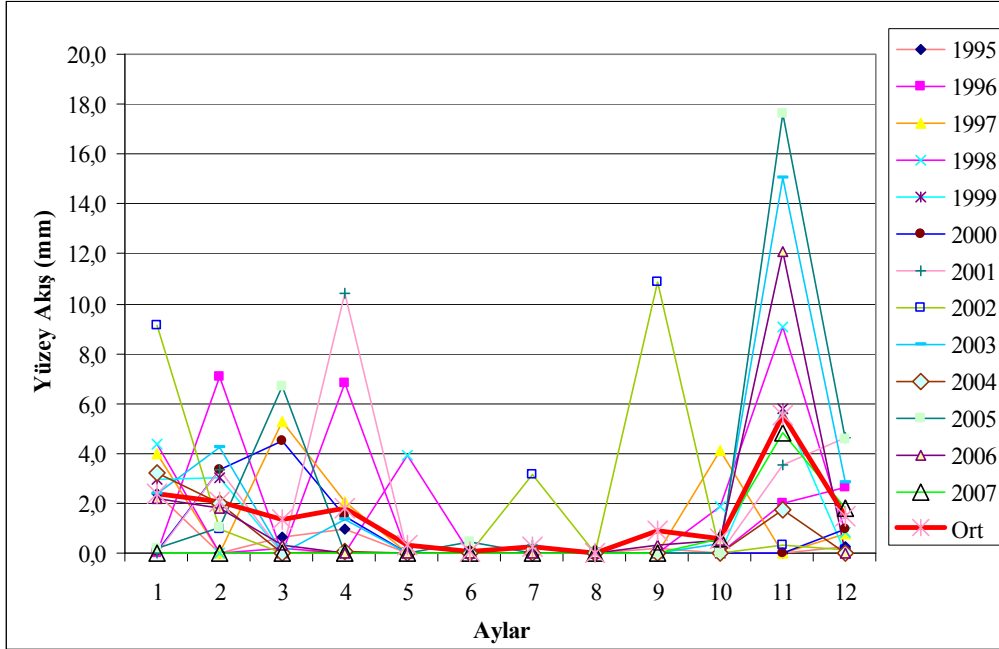
Çizelge 4.14 Gölarmara havzası su bütçesi elemanları (devamı) (mm)

2002													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	73,7	35,5	48,8	56,3	13,7	0,3	29,9	0,2	96,0	38,9	63,6	70,7	527,5
ET ₀	37,1	50,1	74,8	93,4	144,8	183,2	185,6	168,1	105,9	77,0	42,4	33,6	1196,0
Y.Akış	11,1	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	13,2	0,0	0,7	0,1	29,5
F	16,7	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	8,6	0,0	18,4	0,0	4,2	1,9	55,0
2003													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	59,0	164,2	24,2	83,3	30,3	1,2	0,0	1,0	3,4	55,0	58,2	109,8	589,6
ET ₀	43,7	41,5	74,9	88,3	154,6	193,9	204,0	199,2	128,7	88,0	45,0	33,7	1295,6
Y.Akış	4,1	6,2	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	21,1	2,5	36,1
F	9,4	18,6	0,0	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	17,0	13,8	68,6
2004													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	131,7	43,7	19,8	46,3	18,4	13,6	0,2	0,1	0,0	6,7	51,2	28,6	360,3
ET ₀	36,0	45,1	85,3	104,7	139,1	164,5	200,8	171,8	146,1	90,7	48,9	35,6	1268,4
Y.Akış	4,5	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	10,0
F	11,0	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	0,0	26,7
2005													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	63,0	72,7	96,8	21,4	16,4	44,5	21,8	9,8	3,8	9,2	121,3	58,6	539,4
ET ₀	43,3	49,6	73,8	107,5	131,2	167,1	188,9	175,0	133,1	83,7	44,9	38,5	1236,6
Y.Akış	0,1	2,8	9,2	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	26,1	6,5	45,3
F	2,1	8,0	13,8	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	27,6	11,2	66,5
2006													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	96,0	89,3	75,9	33,4	22,4	11,7	10,1	0,0	66,0	53,4	66,1	4,2	528,7
ET ₀	43,7	51,6	75,8	98,6	139,2	183,7	196,3	179,1	128,4	82,9	42,5	28,3	1250,1
Y.Akış	2,8	3,1	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	0,4	12,9	0,0	33,1
F	7,9	8,7	9,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,6	3,8	17,1	0,0	60,8
2007													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	8,9	3,8	24,5	25,1	27,2	0,2	0,0	0,0	3,9	60,8	98,7	88,2	341,6
ET ₀	41,1	53,9	82,5	91,4	151,7	188,3	208,1	201,6	148,1	92,6	49,5	37,9	1346,7
Y.Akış	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	7,1	1,9	9,7
F	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	8,8	12,8	25,4
Ort.	3,3	3,4	2,5	2,4	0,5	0,0	0,3	0,0	1,6	1,0	7,6	1,9	

ET₀ = Evapotranspirasyon, F = İnfiltrasyon ile toprağa giren ve toprakta tutulan su miktarı

Gölarmara havzası için 1995-2007 yılları arasında aylık olarak hesaplanan yüzey akış değerleri ile aylık yüzey akış değerlerinin 1995-2007 yılları ortalaması Şekil 4.44’de grafiksel olarak verilmiştir. Ortalama yüzey akış değerlerine bakıldığında, Şubat ayında 3.4 mm değerinden başlayarak yüzey akış azalmaya başlamış ve Ağustos ayında sıfır

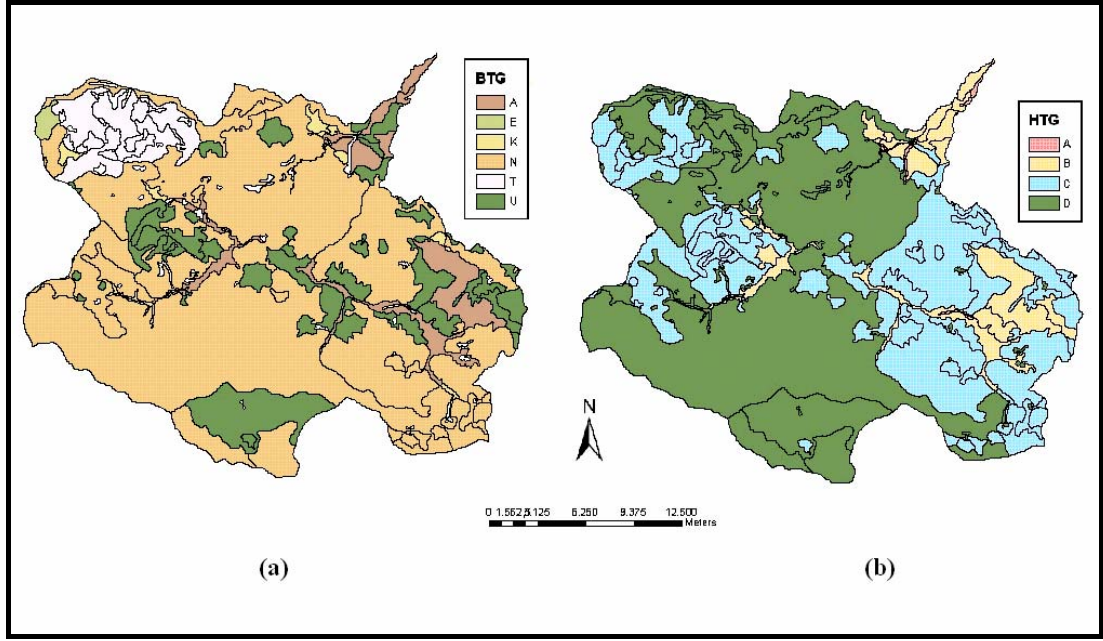
düzeyine inmiştir. Eylül ayında tekrar yükselmeye başlayarak Kasım ayında 7.6 mm düzeyine ulaşmıştır. Aralık ayında tekrar düşmüş ve 1.9 mm'ye inmiştir.



Şekil 4.44 Gölmarmara havzası için SCS-CN metodu ile belirlenen 1995-2007 yılları aylık ve ortalama aylık yüzey akış değerleri (mm)

4.5.9 Derbent havzası su bütçesi modeli

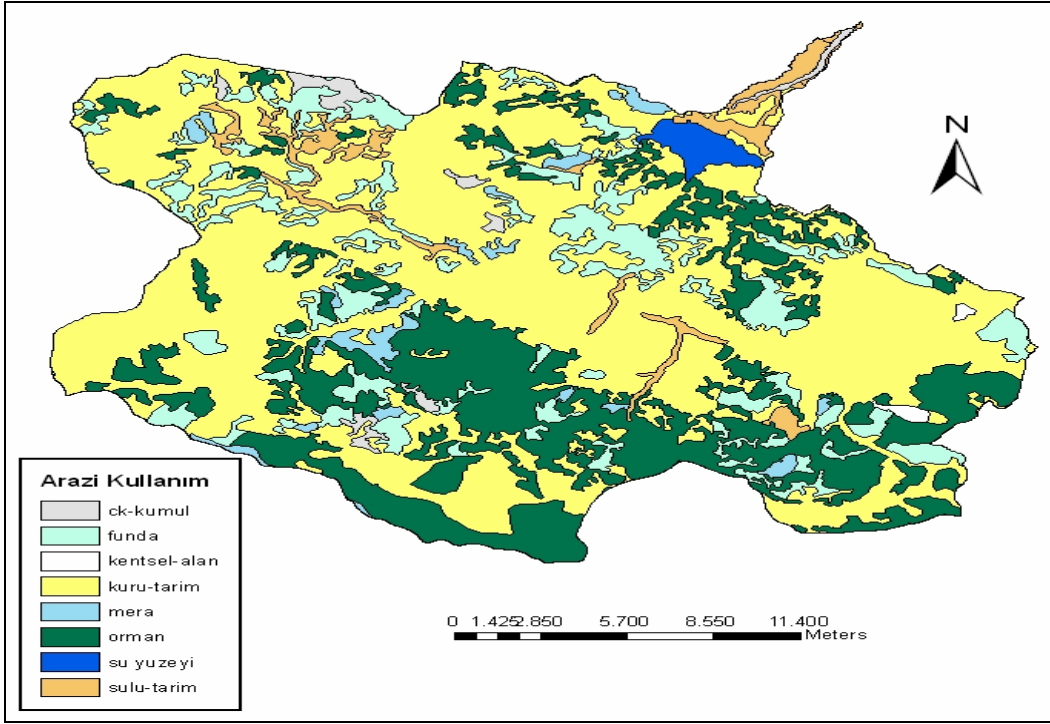
Derbent Havzası, Alaşehir ovasında bulunan Alaşehir Üzüm ve Sarıgöl Bağ Sulama Birliklerine su sağlayan Avşar Barajını besleyen ve toplam 559.9 km² (Çizelge 4.3) drenaj alanına sahip Gediz'in bir alt havzasıdır. Su bütçesi modelinin temel girdileri olan alansal yağış ve evapotranspirasyon miktarlarının hesaplanmasında havzanın yakınında bulunan Salihli (17792) ve Güney (17824) iklim istasyonlarının noktasal değerlerinden yararlanılmıştır. Derbent havzasına ait Büyük Toprak Grupları ve Hidrolojik Toprak Grupları Şekil 4.45'de, Arazi Kullanım Haritası ise Şekil 4.46'da verilmiştir.



Şekil 4.45 a. Derbent havzası büyük toprak grupları haritası, b. hidrolojik toprak grupları haritası

Toplam alanı 559.9 km² olan Derbent havzasında hakim olan toprak grubu Kireçsiz Kahverengi Orman Topraklarıdır. Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları'nın havzada kapladığı alan 380.3 km² olup havzayı kaplama oranı %61.9'dur. Kireçsiz Kahverengi Orman Topraklarını Kireçsiz Kahverengi Topraklar izlemekte ve yaklaşık 89.3 km²'lik (%15.9) bir alanı kaplamaktadır. Aluvyal Toprakların havzadaki payı %6.4'dür (35.9 km²). Aluvyal Toprakları sırasıyla Kırmızı Akdeniz Toprakları (35.3 km², %6.3), Koluvyal Topraklar (6.24 km², %1.1) ve Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları (2.5 km², %0.4) izlemektedir.

Derbent Havzasına ait Hidrolojik Toprak Gruplarını belirleyen dört büyük toprak grubu vardır. Bunlar, Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları, Kireçsiz Kahverengi Topraklar, Aluvyal Topraklar ve Kırmızı Akdeniz Toprakları'dır. Havzada yer alan Büyük Toprak Gruplarının özelliklerinden belirlenen Hidrolojik Toprak Gruplarının dağılımı alansal olarak büyükten küçüğe D Grubu (310.0 km², %55.4), C Grubu (200.3 km², %35.8) ve B Grubu (48.2 km², %8.6) ve A Grubu (1.4 km², %0.2) şeklinde sıralanmaktadır.



Şekil 4.46 Derbent havzası arazi kullanım haritası

Derbent Havzasında hakim olan arazi kullanım türü 308 km^2 (%55.0) ile kuru tarımdır. Kuru tarım alanlarını 140.43 km^2 (%25.1) ile orman alanları, 68.1 km^2 (%11.2) ile fundalık alanlar, 17.6 km^2 (%3.2) ile sulu tarım alanları, 11.52 km^2 (%2.1) ile mera alanları ve 6.84 km^2 (%1.2) ile çıplak kaya ve kumul alanları izlemektedir. Su yüzeyleri ve yerleşim alanlarının kapladığı toplam alan 6.9 km^2 olup havzanın %6.9'unu paylaşmaktadırlar. Derbent havzası için Yüzey Akış Eğri Numarası (SCS-CN) 83.1, havza potansiyel su depolama miktarı $S= 51.7 \text{ mm}$ ve yağış yüzey akışa geçmeden önce bitki kanopisi tarafından tutulan ve arazi yüzeyinde çukurluklarda biriken su miktarını simgeleyen I_a değeri ise 10.3 mm olarak belirlenmiştir. Havza için hesaplanan ve 1995-2005 yıllarını kapsayan su bütçesinin elemanları aylık olarak Çizelge 4.15'de verilmiştir. Derbent havzası için Yüzey Akış Eğri Numarası (SCS-CN) metodu ile 1995-2007 yılları arasında maksimum aylık yüzey akış 28.6 mm ile 2005 yılının Kasım ayında belirlenmiştir. En yüksek yıllık toplam yüzey akış yine 2005 yılında 60.5 mm olarak hesaplanmıştır. En düşük yıllık toplam yüzey akış ise 19.6 mm ile 2005 yılında olmuştur (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15 Derbent havzası su bütçesi elemanları (mm)

1995													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	129,0	26,2	123,8	46,6	22,6	0,92	22,2	19,3	4,87	24,2	66,8	57,9	544,9
ET ₀	42,9	54,7	73,5	103,2	154,5	184,6	224,5	196,6	134,6	96,5	40,9	43,5	1352,9
Y.Akış	7,6	0,0	6,9	0,6	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,5	3,1	19,6
F	34,3	0,4	28,8	5,5	0,0	0,0	1,5	5,4	0,0	0,0	6,9	13,	96,9
1996													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	16,3	156,7	46,1	47,2	28,3	44,4	9,9	0,1	35,0	19,9	27,0	158,5	589,4
ET ₀	36,0	48,8	69,0	103,3	148,6	204,2	218,9	196,8	116,6	86,0	53,4	45,8	1329,9
Y.Akış	0,0	22,2	0,4	0,2	0,3	11,9	0,0	0,0	0,2	0,0	0,8	19,0	55,2
F	0,0	52,9	4,4	3,5	3,7	19,6	0,0	0,0	3,3	0,8	6,0	48,1	142,4
1997													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	38,1	34,4	67,1	129,1	21,8	9,6	0,0	28,1	5,5	60,7	49,1	163,8	607,4
ET ₀	44,2	51,7	80,3	85,9	168,9	176,9	202,8	180,2	150,3	84,7	43,2	39,2	1310,8
Y.Akış	6,6	1,1	4,1	24,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	5,3	4,1	12,2	57,9
F	15,4	7,1	18,3	39,9	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	14,1	12,7	48,0	158,1
1998													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	63,7	80,4	109,4	65,2	107,7	0,7	0,2	0,0	50,5	46,9	115,8	120,9	761,3
ET ₀	37,2	55,6	67,8	109,4	119,1	184,2	220,6	209,8	138,4	89,6	48,9	40,0	1322,8
Y.Akış	8,0	11,9	11,9	8,6	9,6	0,0	0,0	0,0	2,7	7,5	3,4	4,0	67,6
F	18,8	27,9	20,3	17,2	26,8	0,0	0,0	0,0	15,3	16,3	23,2	24,5	190,3
1999													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	98,8	143,3	64,4	21,5	3,4	4,5	28,6	2,6	0,6	14,7	41,4	71,9	495,7
ET ₀	39,3	43,3	73,2	108,7	157,3	184,1	217,7	204,8	135,4	88,6	55,0	38,2	1348,0
Y.Akış	9,1	1,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,5	7,1	19,7
F	31,4	19,6	4,7	0,0	0,0	0,0	5,9	0,0	0,0	0,0	6,4	23,2	91,2
2000													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	50,3	101,5	117,3	98,1	16,0	10,3	0,1	8,2	0,1	25,1	52,2	43,6	522,7
ET ₀	36,7	48,1	74,8	100,1	152,7	194,8	213,7	206,0	139,2	90,3	49,4	41,8	1350,0
Y.Akış	1,0	15,7	26,0	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,4	2,0	51,8
F	9,1	40,0	37,2	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	14,9	12,2	135,5

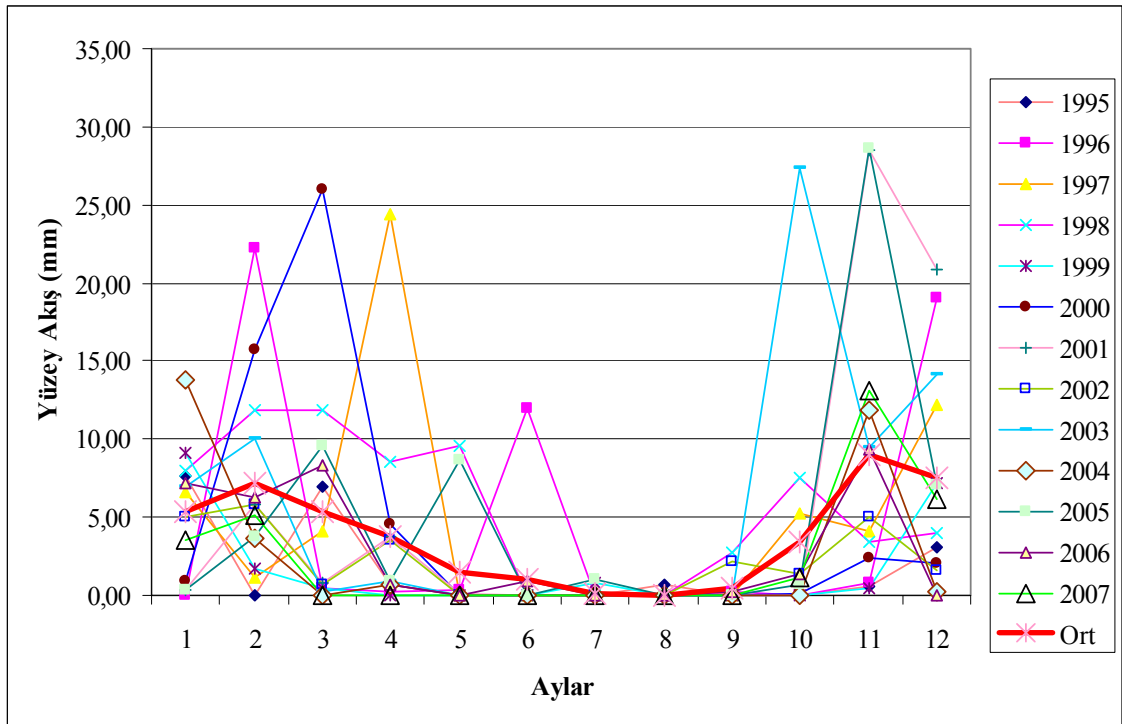
ET₀ = Evapotranspirasyon, F = İnfiltrasyon ile toprağa giren ve toprakta tutulan su miktarı

Çizelge 4.15 Derbent havzası su bütçesi elemanları (devamı) (mm)

2001													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	21,3	80,0	36,7	85,5	42,0	0,0	7,5	13,6	6,9	1,1	194,1	167,3	656,1
ET ₀	44,6	55,1	91,8	106,5	138,8	185,2	217,9	208,9	130,0	110,9	45,9	40,1	1378,0
Y.Akış	0,4	5,8	0,8	3,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,5	20,8	60,3
F	4,2	21,6	6,1	16,6	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	68,6	39,4	159,2
2002													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	57,2	39,0	60,9	75,0	5,0	0,5	15,1	5,8	59,9	43,9	94,5	113,8	570,6
ET ₀	37,1	50,1	74,8	93,4	144,8	183,2	185,6	168,1	105,9	77,0	42,4	33,6	1198,4
Y.Akış	5,0	5,9	0,7	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	1,3	5,0	1,6	25,1
F	14,5	14,7	7,7	12,9	0,0	0,0	0,0	0,0	9,6	8,5	22,6	13,1	103,6
2003													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	80,9	154,6	41,5	72,1	28,2	16,2	0,0	2,1	1,8	91,2	43,4	118,1	650,2
ET ₀	43,7	41,5	74,9	88,3	154,6	193,9	204,0	199,2	128,7	88,0	45,0	33,7	1298,0
Y.Akış	7,0	10,1	0,2	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,3	9,4	14,1	69,1
F	21,7	49,2	3,8	9,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,4	17,9	32,4	166,1
2004													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	180,0	37,8	7,4	67,3	10,0	1,4	0,0	0,0	0,0	5,4	87,8	27,6	424,6
ET ₀	36,0	45,1	85,3	104,7	139,1	164,5	200,8	171,8	146,1	90,7	48,9	35,6	1270,8
Y.Akış	13,8	3,6	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,8	0,2	30,1
F	48,6	11,9	0,0	10,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,9	3,0	103,7
2005													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	50,8	90,4	90,3	31,2	58,1	9,5	33,5	4,5	1,6	30,6	132,6	80,1	613,2
ET ₀	43,3	49,6	73,8	107,5	131,2	167,1	188,9	175,0	133,1	83,7	44,9	38,5	1239,0
Y.Akış	0,3	3,8	9,6	0,9	8,6	0,0	1,0	0,0	0,0	0,7	28,6	7,0	60,5
F	3,8	17,2	25,3	6,5	17,2	0,0	6,7	0,0	0,0	7,6	46,4	19,3	150,1
2006													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	94,5	111,0	97,4	30,6	12,1	31,2	6,2	0,0	20,3	68,1	65,1	5,4	541,8
ET ₀	45,1	42,2	76,3	98,2	134,3	181,3	200,6	181,9	142,3	74,6	43,8	34,7	1255,3
Y.Akış	7,2	6,3	8,3	0,7	0,0	0,9	0,0	0,0	0,2	1,4	9,3	0,0	34,3
F	22,3	26,5	22,6	6,1	0,0	6,3	0,0	0,0	6,3	15,2	22,5	0,0	127,8
2007													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	43,8	73,8	21,8	19,9	13,2	12,2	0,7	0,0	0,7	42,1	112,6	163,3	504,2
ET ₀	46,2	51,3	86,3	105,2	151,9	181,6	206,3	199,1	148,7	118,6	48,1	39,1	1382,4
Y.Akış	3,5	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	13,1	6,2	29,0
F	11,1	19,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	41,2	38,5	117,9
Ort.	5,3	7,2	5,3	3,8	1,4	1,0	0,1	0,1	0,4	3,4	9,0	7,5	

ET₀ = Evapotranspirasyon, F = İnfiltrasyon ile toprağa giren ve toprakta tutulan su miktarı

Derbent havzası için 1995-2007 yılları arasında aylık olarak hesaplanan yüzey akış değerleri ile aylık yüzey akış değerlerinin 1995-2007 yılları ortalaması Şekil 4.47’de grafiksel olarak verilmiştir. Ortalama yüzey akış değerlerine bakıldığında, Şubat ayında 7.2 mm değerinden başlayarak yüzey akış azalmaya başlamış ve Ağustos ayında sıfır düzeyine inmiştir. Eylül ayında tekrar yükselmeye başlayarak Kasım ayında 9.0 mm düzeyine ulaşmıştır. Aralık ayında tekrar düşmüş ve 7.5 mm’ye inmiştir.

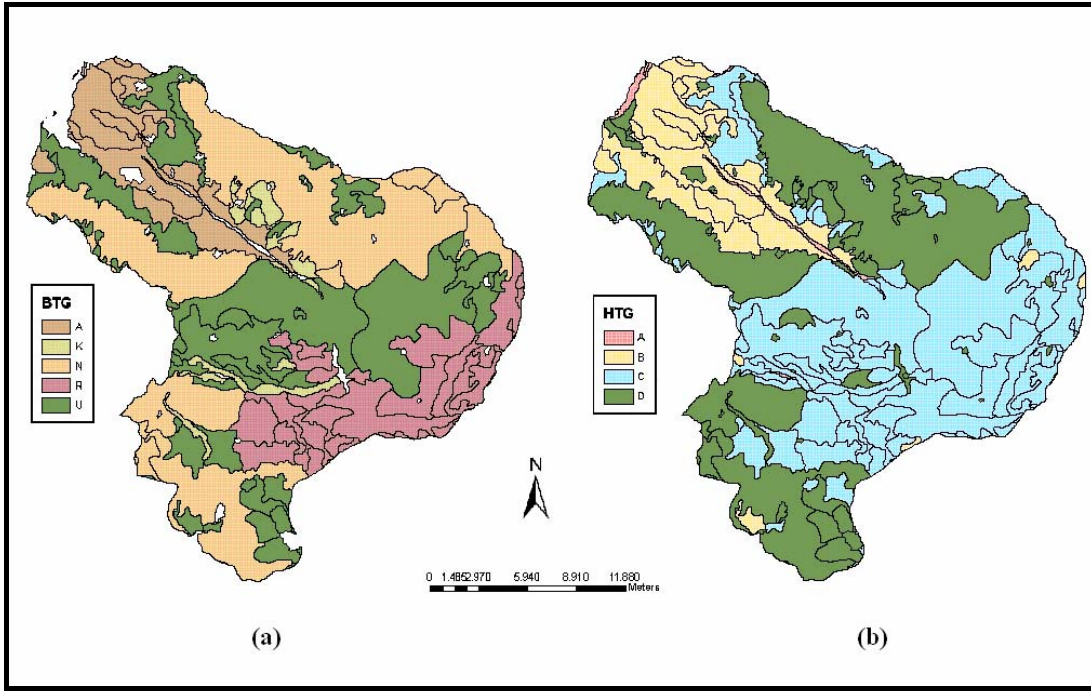


Şekil 4.47 Derbent havzası için SCS-CN metodu ile belirlenen 1995-2007 yılları aylık ve ortalama aylık yüzey akış değerleri (mm)

4.5.10 Kocaçay havzası su bütçesi modeli

Kocaçay Havzası, Alaşehir havzasındaki Sarıgöl Sulama Birliğine ait sulama alanlarını sulayan Buldan Barajını beslemektedir. Kocaçay Havzasının drenaj alanı 508.3 km²'dir (Çizelge 4.3). Su bütçesi modelinin temel girdileri olan alansal yağış ve evapotranspirasyon miktarlarının hesaplanmasında havzanın yakınında bulunan Güney (17824) iklim istasyonunun noktasal değerlerinden yararlanılmıştır. Kocaçay havzasına

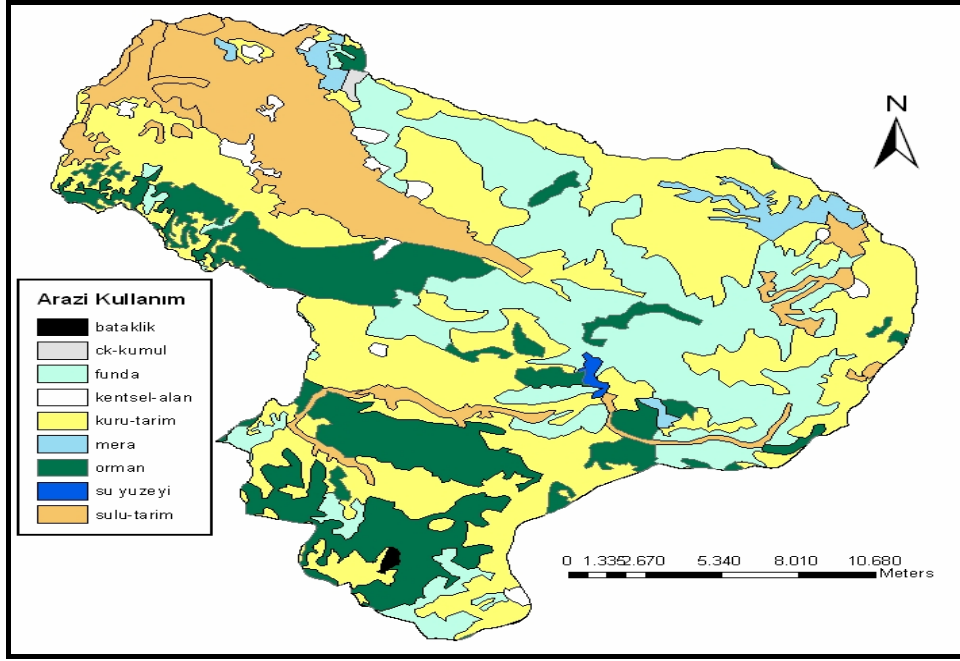
ait Büyük Toprak Grupları ve Hidrolojik Toprak Grupları Şekil 4.48’de, Arazi Kullanım Haritası ise Şekil 4.49’da verilmiştir.



Şekil 4.48 a. Kocaçay havzası büyük toprak grupları haritası, b. hidrolojik toprak grupları haritası

Kocaçay havzasında Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları ve Kireçsiz Kahverengi Topraklar hakim durumdadırlar. Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları 170.9 km² ile havzanın %33.6’sını kaplamaktadır. Kireçsiz Kahverengi Topraklar ise 168.9 km²’lik (%33.2) bir alana sahiptir. Kireçsiz Kahverengi Topraklarını sırasıyla Rendzinalar (84.2 km², %16.6), Aluvyal Topraklar (54.5 km², %10.7) ve Koluvyal Topraklar (16.3 km², %3.2) izlemektedir.

Kocaçay Havzasına ait Hidrolojik Toprak Gruplarını belirleyen üç büyük toprak grubu vardır. Bunlar, Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları, Kireçsiz Kahverengi Topraklar ve Rendzinalar’dır. Havzada yer alan Büyük Toprak Gruplarının özelliklerinden belirlenen Hidrolojik Toprak Gruplarının dağılımı alansal olarak büyükten küçüğe C Grubu (237.8 km², %46.8), D Grubu (192.8 km², %37.9), B Grubu (73.7 km², %14.5) ve A Grubu (3.8 km², %0.8) şeklinde sıralanmaktadır.



Şekil 4.49 Kocaçay havzası arazi kullanım haritası

Kocaçay Havzasında, arazi kullanım türleri içerisinde kuru tarım, alansal dağılıma göre birinci sırada yer almaktadır. Kuru tarımın havzada kapladığı alan 199.3 km^2 olup bu miktar havza alanının % 39.2'sine tekabül etmektedir. Kuru tarım alanlarını %23.1'lik oranla fundalık alanlar takip etmektedir. Orman alanlarının havzayı kaplama oranı %18.1'dir (91.9 km^2). Orman alanlarını havzada sırasıyla sulü tarım (77.9 km^2 , %15.3), mera alanları (10.5 km^2 , %2.1), yerleşim alanları (7.0 km^2 , %1.4), su yüzeyi (1.1 km^2 , %0.2), çıplak kaya ve kumul alanları (0.88 km^2 , %0.2) ve bataklık alanlar (0.6 km^2 , %0.1) izlemektedir. Kocaçay havzası için Yüzey Akış Eğri Numarası (SCS-CN) 79.8, havza potansiyel su depolama miktarı $S = 64.3 \text{ mm}$ ve yağış yüzey akışa geçmeden önce bitki kanopisi tarafından tutulan ve arazi yüzeyinde çukurluklarda biriken su miktarını simgeleyen I_a değeri ise 12.9 mm olarak belirlenmiştir. Havza için hesaplanan ve 1995-2005 yıllarını kapsayan su bütçesinin elemanları aylık olarak Çizelge 4.16'da verilmiştir. Kocaçay havzası için Yüzey Akış Eğri Numarası (SCS-CN) metodu ile 1995-2007 yılları arasında maksimum aylık yüzey akış 25.1 mm ile 2003 yılının Aralık ayında belirlenmiştir. En yüksek yıllık toplam yüzey akış 2005 yılında 52.8 mm olarak hesaplanmıştır. En düşük yıllık toplam yüzey akış ise 10.1 mm ile kuraklığın yaşandığı 2007 yılında olmuştur (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16 Kocaçay havzası su bütçesi elemanları (mm)

1995													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	68,7	28,4	119,2	46,3	39,60	3,30	44,2	10,6	11,3	35,6	124,9	56,7	588,8
ET ₀	42,9	54,7	73,5	103,2	154,5	184,6	224,5	196,6	134,6	96,5	40,9	43,5	1346,9
Y.Akış	0,2	0,0	3,54	0,1	0,4	0,0	1,9	0,0	0,0	0,7	4,7	4,0	15,9
F	3,8	0,0	19,9	2,6	7,3	0,0	15,0	0,0	0,0	6,7	27,8	14,5	97,9
1996													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	19,7	85,8	31,3	56,1	67,4	8,7	38,5	0,0	40,1	18,7	29,8	112,0	508,1
ET ₀	36,0	48,8	69,0	103,3	148,6	204,2	218,9	196,8	116,6	86,0	53,4	45,8	1323,9
Y.Akış	0,0	2,4	0,0	1,0	17,5	0,0	7,3	0,0	0,0	0,0	0,7	4,1	33,0
F	0,0	14,3	0,0	7,5	25,9	0,0	18,3	0,0	0,0	0,0	6,4	24,1	96,5
1997													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	35,0	27,3	45,9	111,1	26,9	28,0	0,2	46,9	21,7	77,2	31,4	106,0	557,6
ET ₀	44,2	51,7	80,3	85,9	168,9	176,9	202,8	180,2	150,3	84,7	43,2	39,3	1304,9
Y.Akış	3,0	0,7	0,8	13,5	0,0	0,0	0,0	11,0	1,0	3,1	0,0	1,5	34,6
F	12,4	6,2	6,7	31,2	0,0	0,0	0,0	21,6	7,6	19,7	0,0	12,2	117,7
1998													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	43,4	73,7	116,1	62,7	76,7	1,3	0,5	0,0	19,9	21,1	88,7	86,5	590,6
ET ₀	37,2	55,6	67,8	109,4	119,1	184,2	220,6	209,8	138,4	89,6	48,9	40,0	1316,8
Y.Akış	2,5	7,8	15,8	4,2	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	33,1
F	11,4	21,2	27,2	14,5	14,8	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	3,6	1,9	97,6
1999													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	114,3	120,3	49,2	20,2	8,4	16,8	34,2	0,5	2,0	33,7	26,0	28,3	453,9
ET ₀	39,3	43,3	73,2	108,7	157,3	184,1	217,7	204,8	135,4	88,6	55,0	38,2	1342,0
Y.Akış	16,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,1	18,7
F	34,7	9,9	0,1	0,0	0,0	0,0	7,7	0,0	0,0	6,9	0,0	2,1	61,5
2000													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	45,7	113,2	101,5	120,1	18,7	10,7	0,0	2,3	0,0	14,9	31,4	29,5	488,0
ET ₀	36,7	48,1	74,8	100,1	152,7	194,8	213,7	206,0	139,2	90,3	49,4	41,8	1344,0
Y.Akış	0,7	19,6	11,5	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	35,8
F	6,3	48,5	32,4	23,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	113,3

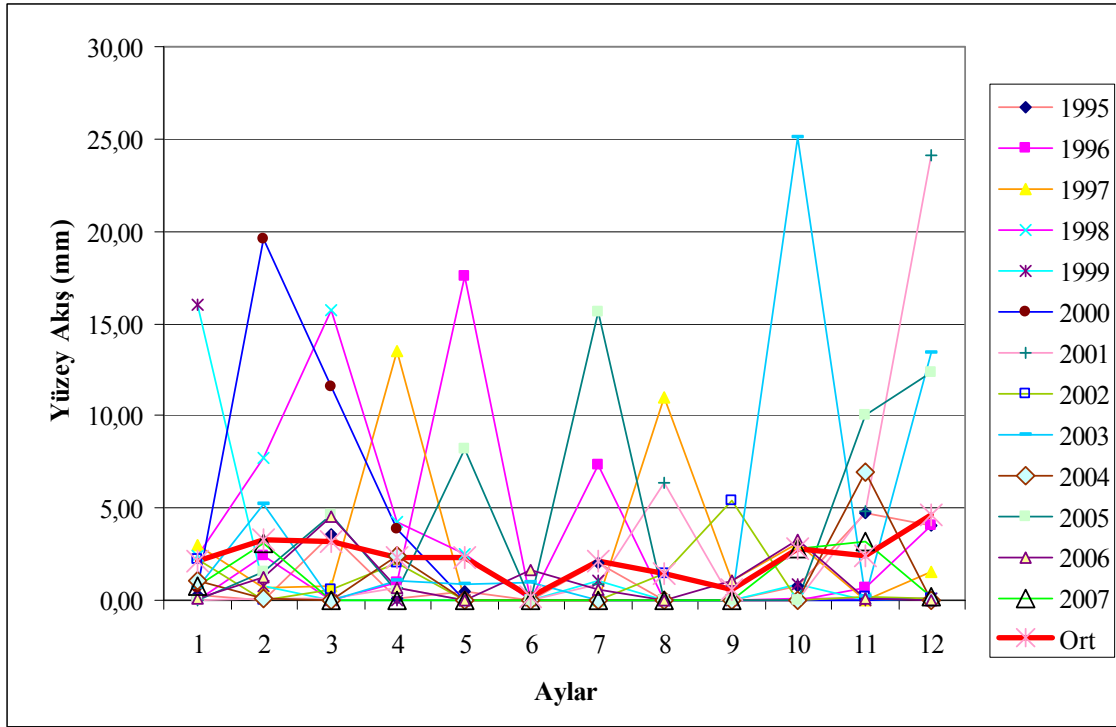
ET₀ = Evapotranspirasyon, F = İnfiltrasyon ile toprağa giren ve toprakta tutulan su miktarı

Çizelge 4.16 Kocaçay havzası su bütçesi elemanları (devamı) (mm)

2001													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	7,6	55,5	36,2	65,3	22,8	0,1	24,5	38,1	6,2	0,7	107,9	197,2	562,1
ET ₀	44,6	55,1	91,8	106,5	138,8	185,2	218,1	208,9	130,0	110,9	45,9	40,1	1372,2
Y.Akış	0,0	0,1	0,1	0,6	0,0	0,0	0,9	6,4	0,0	0,0	4,8	24,1	37,0
F	0,0	2,5	2,0	6,1	0,0	0,0	7,1	17,3	0,0	0,0	26,4	37,7	99,0
2002													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	51,6	25,4	46,7	87,3	4,5	2,0	6,0	23,2	59,4	25,2	56,2	80,6	468,1
ET ₀	37,1	50,1	74,8	93,4	144,8	183,2	185,6	168,1	105,9	77,0	42,4	33,6	1192,4
Y.Akış	2,3	0,0	0,5	2,0	0,0	0,0	0,0	1,4	5,4	0,0	0,2	0,1	12,0
F	11,0	0,0	5,6	17,8	0,0	0,0	0,0	8,9	16,2	0,0	3,4	2,6	65,5
2003													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	73,5	137,5	30,9	83,9	61,9	49,8	0,1	4,4	0,2	83,2	16,4	111,6	653,4
ET ₀	43,7	41,5	74,9	88,3	154,6	193,9	204,0	199,2	128,7	88,0	45,0	33,7	1292,0
Y.Akış	0,7	5,2	0,0	1,0	0,9	1,0	0,0	0,0	0,0	25,1	0,2	13,4	47,4
F	8,4	23,1	0,0	7,6	8,8	8,6	0,0	0,0	0,0	29,5	3,4	28,8	118,3
2004													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	124,5	44,6	10,2	87,2	22,7	1,7	0,0	0,0	0,0	3,9	80,2	22,3	397,3
ET ₀	36,0	45,1	85,3	104,7	139,1	164,5	200,8	171,8	146,1	90,7	48,9	35,6	1264,8
Y.Akış	1,0	0,1	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	0,0	10,5
F	11,0	1,9	0,0	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,9	0,0	52,7
2005													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	38,0	65,5	73,8	28,1	89,2	20,8	90,8	0,4	6,0	22,7	90,1	80,0	605,4
ET ₀	43,3	49,6	73,8	107,5	131,2	167,1	188,9	175,0	133,1	83,7	44,9	38,5	1233,0
Y.Akış	0,0	1,6	4,6	0,5	8,2	0,0	15,6	0,0	0,0	0,0	10,0	12,3	52,8
F	0,0	9,3	15,2	5,5	34,4	0,0	27,1	0,0	0,0	0,2	23,2	22,6	137,6
2006													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	43,0	59,0	73,0	34,0	18,0	79,0	20,0	0,0	22,0	52,0	47,0	7,0	454,0
ET ₀	39,3	50,1	71,6	98,3	142,9	159,3	193,6	188,9	142,5	81,3	45,2	33,6	1246,6
Y.Akış	0,1	1,3	4,5	0,7	0,0	1,6	0,6	0,0	1,1	3,3	0,1	0,0	13,3
F	3,2	7,8	12,5	5,8	0,0	13,7	6,1	0,0	7,7	12,5	3,6	0,0	72,9
2007													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Yağış	74,0	88,0	26,0	21,0	8,0	13,0	3,0	0,0	2,0	42,0	106,0	99,0	482,0
ET ₀	51,9	47,6	83,1	102,2	151,6	197,5	202,6	186,8	143,5	91,1	34,0	24,0	1315,9
Y.Akış	0,8	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	3,2	0,2	10,1
F	8,2	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,2	25,1	25,3	77,2
Ort.	2,1	3,3	3,2	2,3	2,3	0,2	2,1	1,4	0,6	2,8	2,4	4,6	

ET₀ = Evapotranspirasyon, F = İnfiltrasyon ile toprağa giren ve toprakta tutulan su miktarı

Kocaçay havzası için 1995-2007 yılları arasında aylık olarak hesaplanan yüzey akış değerleri ile aylık yüzey akış değerlerinin 1995-2007 yılları ortalaması Şekil 4.50’de grafiksel olarak verilmiştir. Ortalama yüzey akış değerlerine bakıldığında, Şubat ayında 3.3 mm değerinden başlayarak yüzey akış azalmaya başlamış ve Haziran ayında sıfır düzeyine inmiştir. Temmuz’da yükselmiş (2.1 mm) Ağustos’ta düşmüş (1.4 mm) ve Ekim ayında tekrar yükselmeye başlayarak Aralık ayında 4.6 mm düzeyine ulaşmıştır.

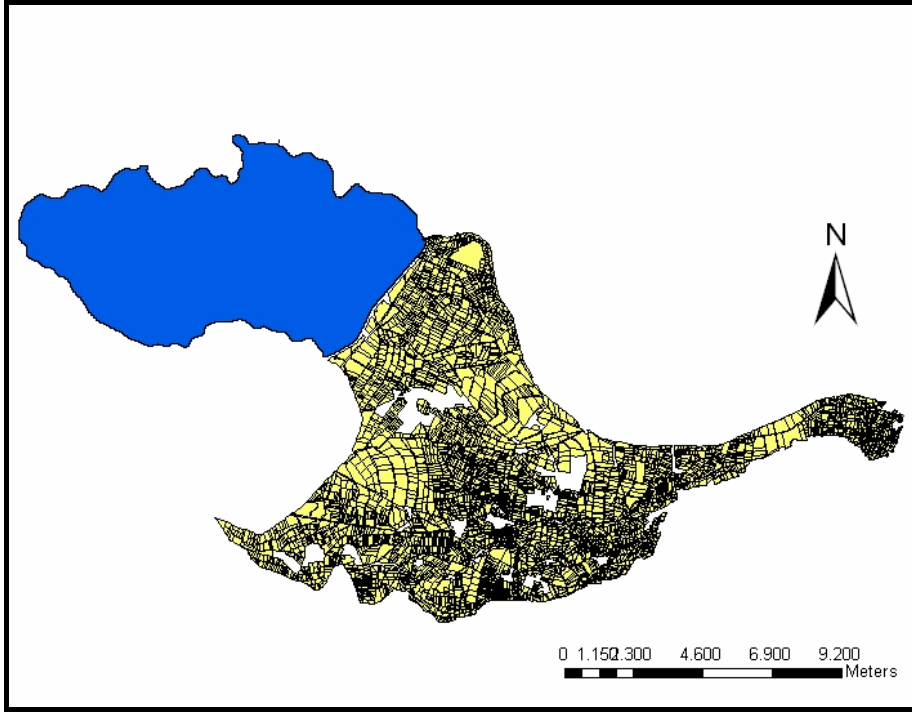


Şekil 4.50 Kocaçay havzası için SCS-CN metodu ile belirlenen 1995-2007 yılları aylık ve ortalama aylık yüzey akış değerleri (mm)

4.6 Sulama Birlikleri Veritabanının Oluşturulması

Gediz Havzasındaz bulunan 13 adet sulama birliğine ait sulama alanlarında sulu tarım parselleri ve bitki deseni Coğrafik Bilgi Sistemleri Paket Programı olan ArcMap ve TNTMips programları kullanılarak sayısallaştırılmış, sulanan bitkiler ve Sulama Birliklerinin yıllar itibariyle sulama alanları veri tabanlarına işlenerek her bir birliğe ait

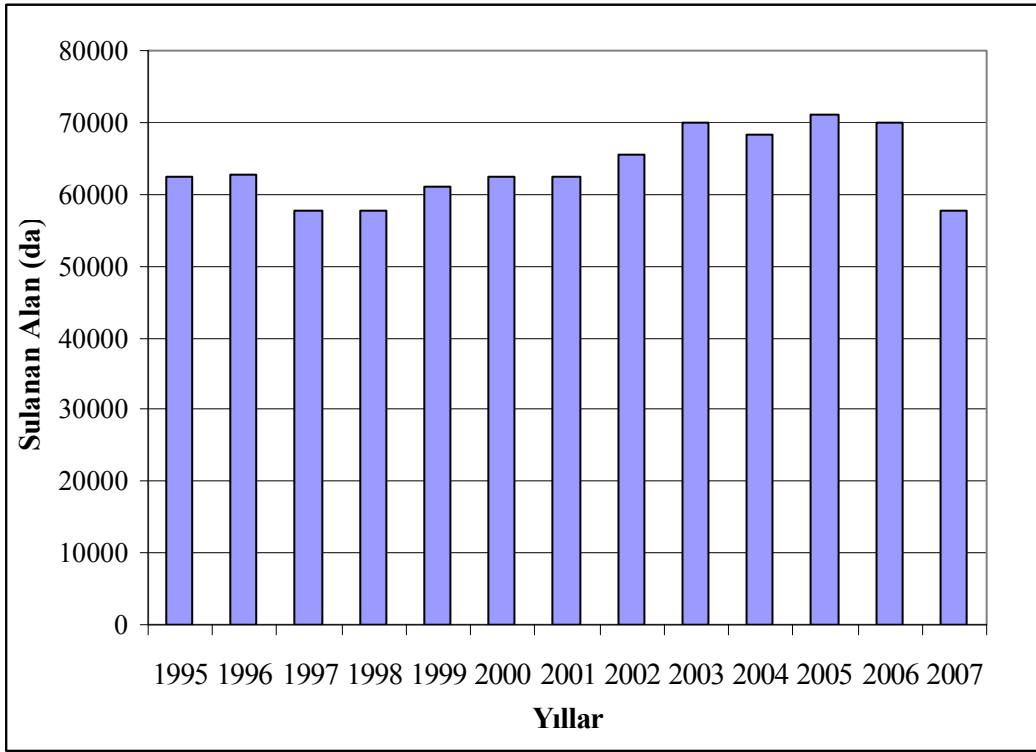
veritabanı oluşturulmuştur. Sulama Birliklerinden Salihli Sağ Sahil Sulama Birliğinin sayısallaştırılmış parsel görüntüsü Şekil 4.51’de verilmiştir.



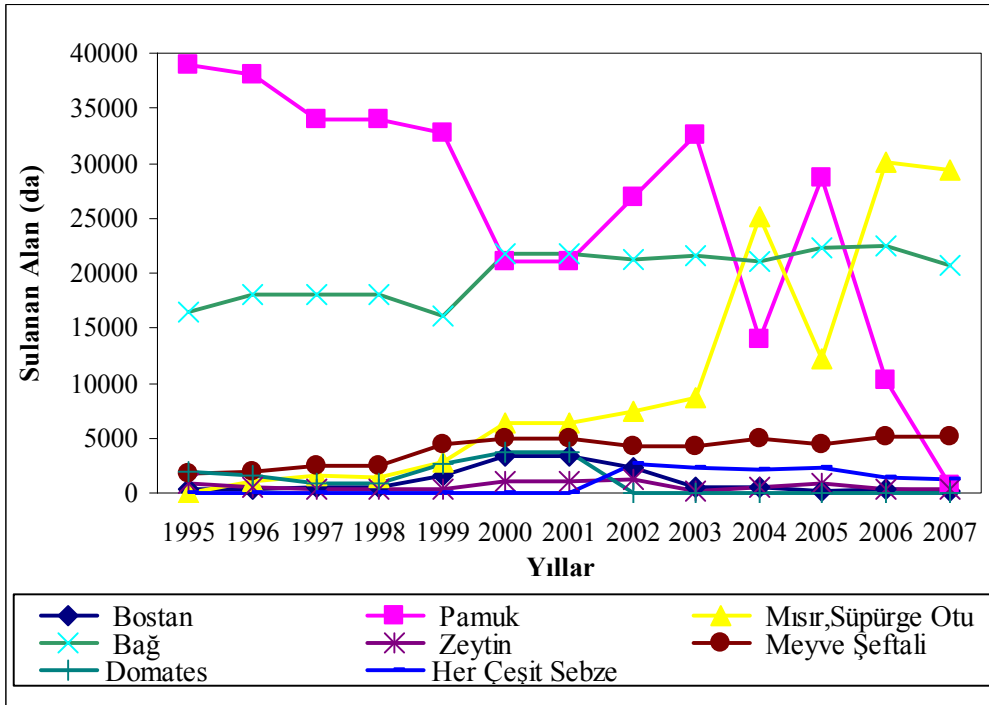
Şekil 4.51 Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği ve Gölmarmara

4.6.1 Mesir sulama birliği yıllara göre sulama verileri

Manisa ili Merkez ilçesinde bulunan Mesir Sulama Birliğinin net sulama alanı 13679 hektardır. Şekil 4.52’de verilen grafikte de görüldüğü gibi birliğe ait alanlarda 1995-2001 yılları arasında toplam sulanan alan miktarı ortalama 60000 dekar düzeyinde iken 2002 ve daha sonrası yıllarda ortalama 70000 dekara yükselmiştir. Ancak, 2007 yılında yaşanan kuraklık nedeniyle sulanan alan miktarı 57600 dekara düşmüştür. Sulanan ürünler dikkate alındığında, 1995-2001 yılları arasında pamuk ve bağ alanları hakim iken 2002 ve sonrası yıllarda bu ürünlere mısır, şeftali ve her çeşit sebze eklenmiştir. Kuraklığın yaşandığı 2007 yılında bitki desenindeki tüm ürünlerin alanlarında belirgin bir azalma meydana gelmiştir (Çizelge 4.17 ve Şekil 4.53).



Şekil 4.52 Mesir Sulama Birliğinde yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da)



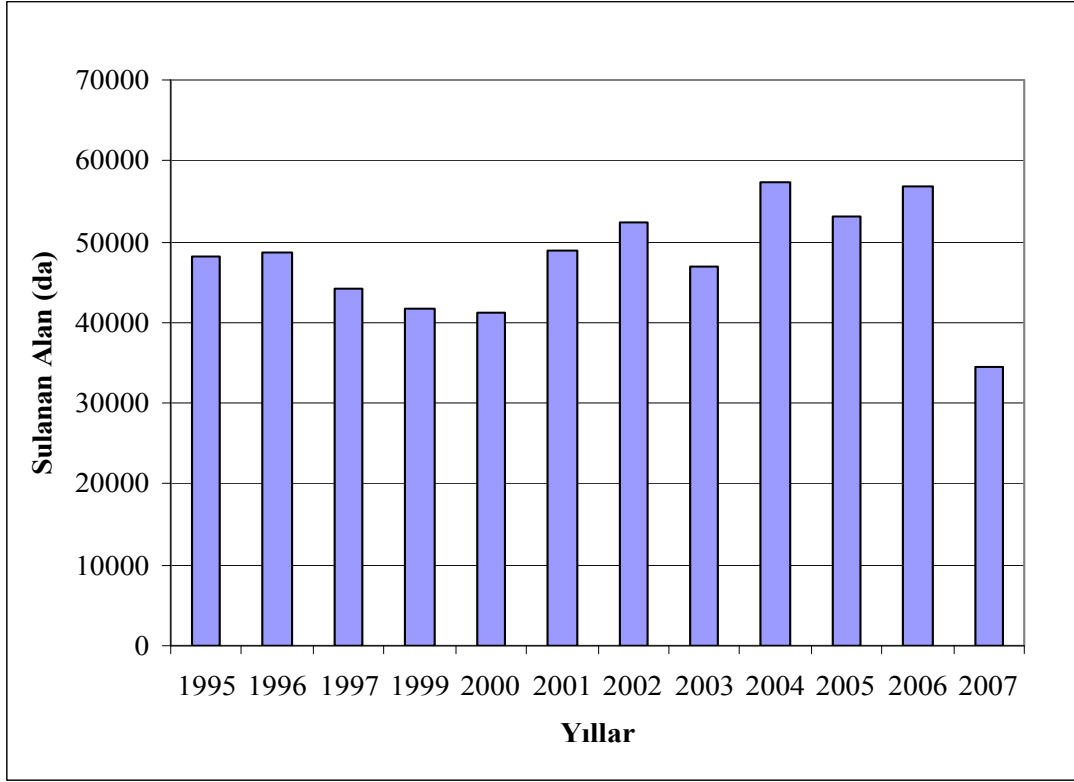
Şekil 4.53 Mesir Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve alanları (da)

Çizelge 4.17 Mesir Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)

Yıllar	Bitki Desenindeki Ürünler							
	Bostan	Pamuk	Mısır	Bağ	Zeytin	Şeftali	Domates	Sebze
1995	380	38890	0	16490	850	1790	1990	0
1996	270	38000	1110	18140	500	1990	1610	0
1997	590	33970	1510	18000	270	2430	950	0
1998	590	33970	1501	18000	270	2430	950	0
1999	1590	32790	2900	16160	380	4510	2730	0
2000	3310	21090	6400	21720	1040	4940	3750	0
2001	3310	21090	6400	21720	1040	4940	3750	0
2002	2369	26905	7419	21193	1275	4264	0	2669
2003	618	32633	8599	21506	212	4238	0	2244
2004	617	13946	25046	20990	552	4895	0	2130
2005	191	28600	12299	22278	969	4418	0	2280
2006	410	10204	30057	22460	351	5105	0	1454
2007	235	761	29325	20789	332	5070	0	1309

4.6.2 Gediz sulama birliği yıllara göre sulama verileri

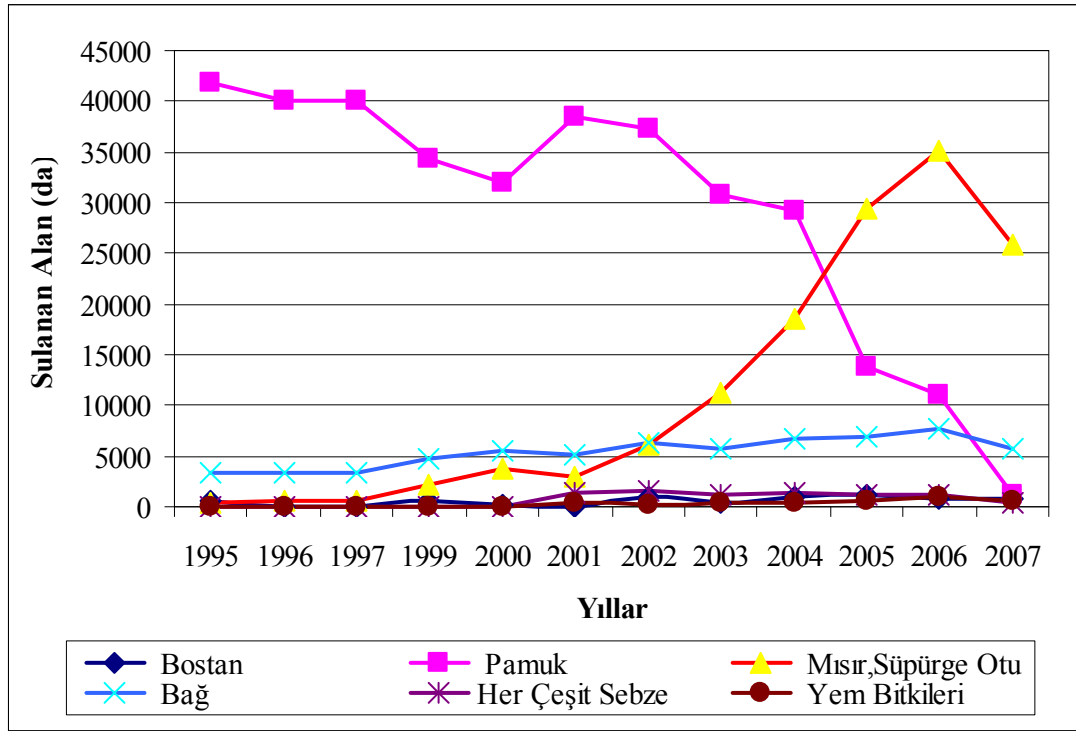
Manisa ili Merkez ilçesinde bulunan Gediz Sulama Birliğinin net sulama alanı 10962 hektardır. Birliğe ait sulama alanında ağırlıklı olarak pamuk, bağ, ve mısır yetiştirilmektedir. Şekil 4.54’de verilen grafikte de görüldüğü gibi birliğe ait alanlarda 1995-2000 yılları arasında toplam sulanan alan miktarı ortalama 45000 dekar düzeyinde iken 2001 ve daha sonrası yıllarda artarak ortalama 53000 dekara yükselmiştir. 2007 yılında yaşanan kuraklık nedeniyle sulanan alan miktarı 24530 dekara düşmüştür. Sulanan ürünler dikkate alındığında, 1995-2007 yılları arasında pamuk mısır ve bağ alanları hakim iken 2001 ve sonrası yıllarda bu ürünlere bostan, yem bitkileri ve her çeşit sebze eklenmiştir (Şekil 4.55, Çizelge 4.18). Sebze ve yem bitkileri 2001 yılına kadar bitki deseninde yer almamıştır. Yıllar itibariyle sulama altındaki pamuk ekim alanları azalma gösterirken mısır ekili alanlar ile bağ örtüsü altındaki alanlar önemli oranlarda artış göstermiştir. Ancak, 2007 yılında bitki desenine giren bütün ürünlerde belirgin bir azalma meydana gelmiştir (Çizelge 4.18).



Şekil 4.54 Gediz Sulama Birliğinde yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da)

Çizelge 4.18 Gediz Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)

Yıllar	Bitki Desenindeki Ürünler					
	Bostan	Pamuk	Mısır	Bağ	Sebze	Yem Bit.
1995	530	41880	370	3280	0	0
1996	70	39970	630	3430	0	0
1997	70	39970	630	3430	0	0
1998	210	39470	1290	4970	0	0
1999	590	34260	2170	4770	0	0
2000	130	32010	3720	5460	0	0
2001	0	38555	2894	5062	1287	317
2002	923	37296	6061	6223	1585	253
2003	416	30784	11229	5799	1258	334
2004	1079	29197	18514	6744	1298	456
2005	1207	13850	29408	6888	1176	651
2006	696	11103	35168	6777	1227	927
2007	696	1201	25833	5812	352	636

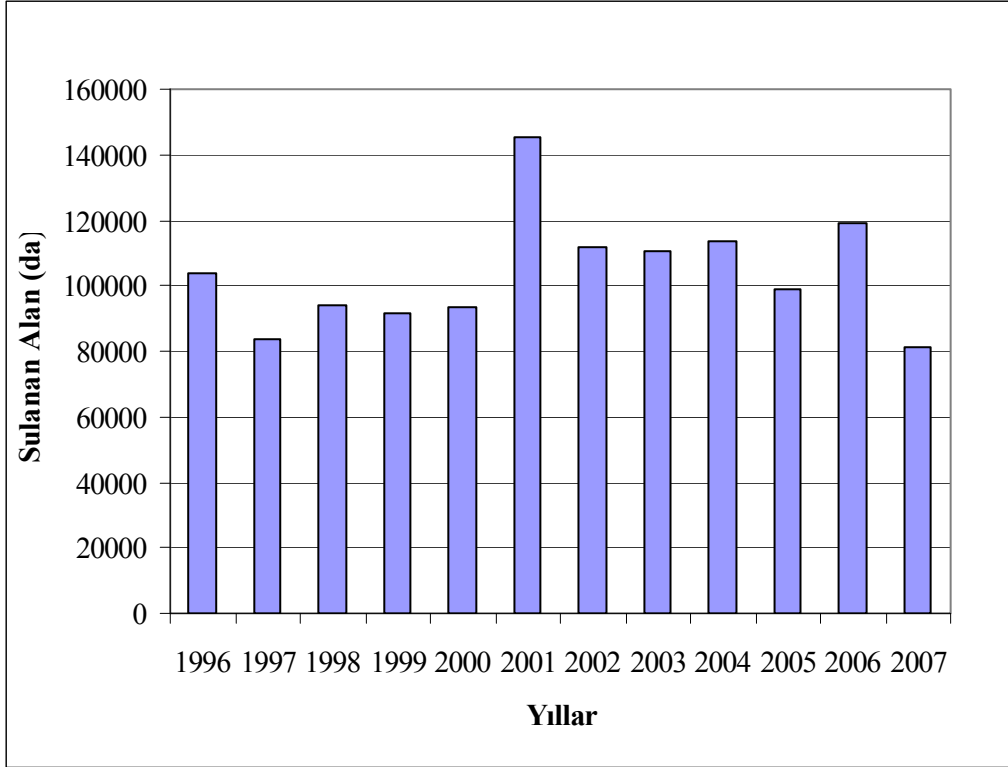


Şekil 4.55 Gediz Sulama Birliğinde yıllar itibariyle sulanan ürünler ve kapladıkları alanlar (da)

4.6.3 Sarıkız sulama birliği yıllara göre sulama verileri

Manisa ili Saruhanlı ilçesinde bulunan Sarıkız Sulama Birliğinin net sulama alanı 13702 hektardır. Birliğe ait sulama alanında ağırlıklı olarak pamuk, bağ, mısır, ve her çeşit sebze yetiştirilmektedir. Şekil 4.56'da verilen grafikte de görüldüğü gibi birliğe ait alanlarda 2001 yılında toplam sulanan alan miktarı şebeke dışı sulamalar ile birlikte 145600 dekar düzeyine ulaşmıştır. 2007 yılında ise sulanan alan miktarı en düşük düzeyde (81375 da) kalmıştır. Sulanan ürünler dikkate alındığında, 1995-2001 yılları arasında pamuk ve bağ alanları hakim iken 2002 ve sonrası yıllarda bu ürünlere mısır, her çeşit sebze ve çayır mer'a alanları eklenmiştir (Şekil 4.57, Çizelge 4.19). Hububat sadece 1999, 2004 ve 2006 yıllarında bitki desenine girerek sulanmıştır. Bağ alanları 2000 yılından itibaren bitki deseninde belirgin bir şekilde artarak 2006 yılında 40973 dekara kadar yükselmiştir. Pamuk ise 2001 yılında pik yapmış (66810 dekar) daha sonra azalarak 2007 yılında yaşanan kuraklık nedeniyle 4500 dekarın altına düşmüştür. Bağ alanları ise 2001 yılından başlayarak artmış ve 2006 yılında en yüksek seviyeye

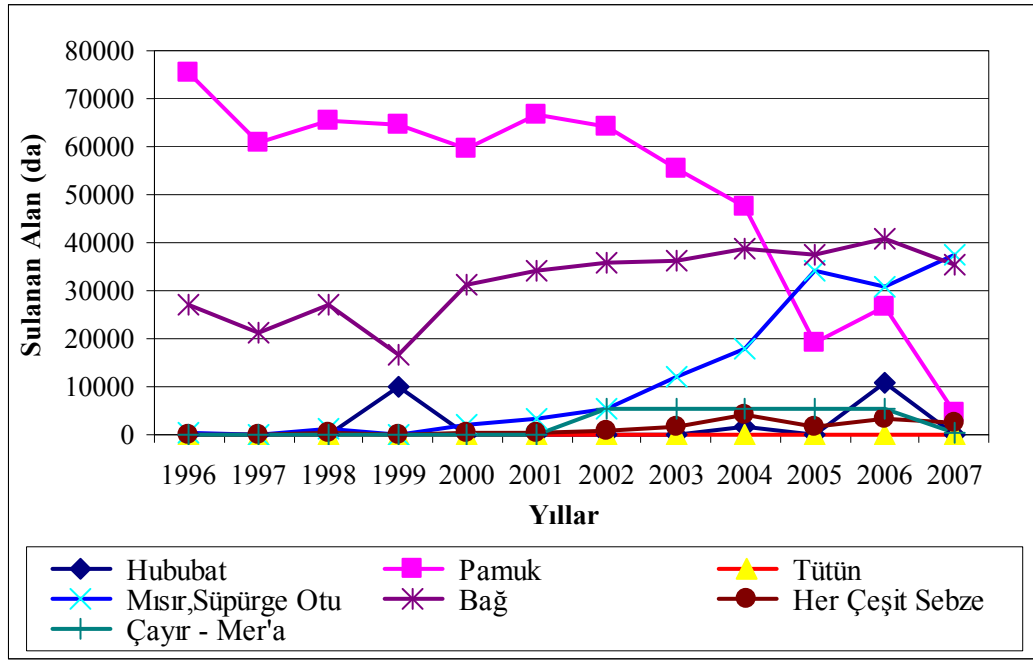
ulaşmıştır (40973 dekar). 2007 yılında mısır alanları hariç tüm ürünlerin bitki deseninde kapladığı alanlar belirgin bir şekilde azalmıştır.



Şekil 4.56 Sarıkız Sulama Birliğinde Yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da)

Çizelge 4.19 Sarıkız Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)

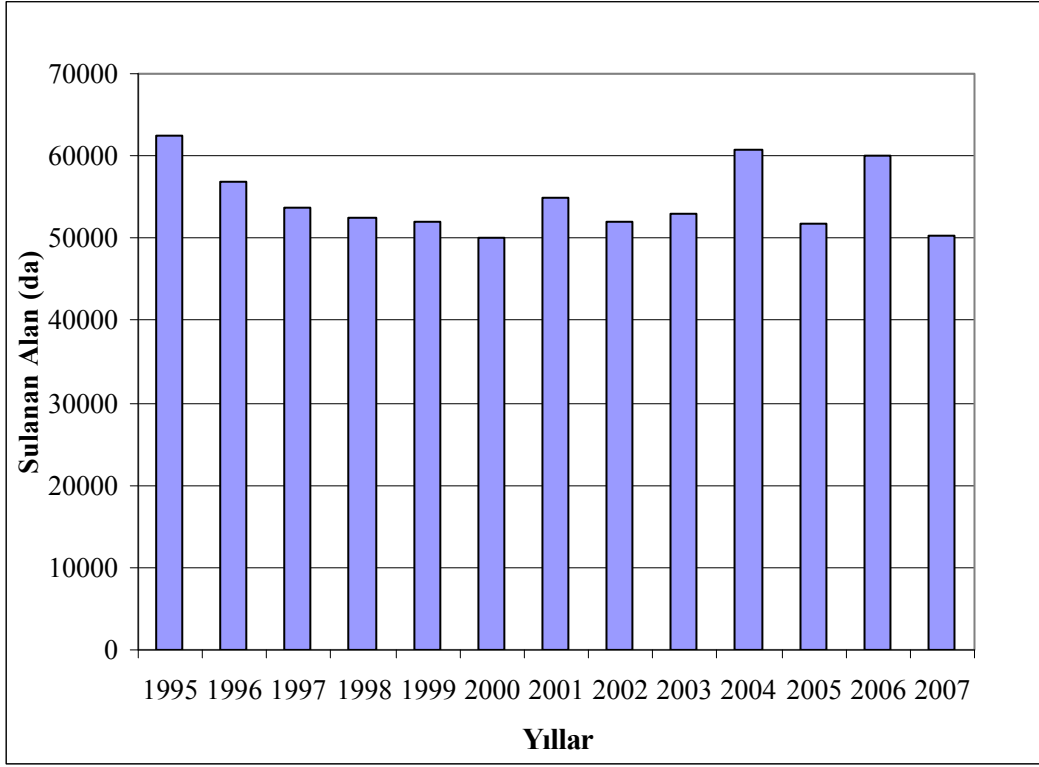
Yıllar	Bitki Desenindeki Ürünler					
	Hububat	Pamuk	Mısır	Bağ	Sebze	Çayır-mera
1995	0	75610	300	27070	0	0
1996	0	60840	0	21070	0	0
1997	0	65390	1160	26960	320	0
1999	9859	64750	1900	16500	0	0
2000	0	59400	2070	31330	500	0
2001	0	66810	3210	33960	580	0
2002	0	64133	5503	35739	774	5526
2003	0	55260	12090	36313	1562	5526
2004	1500	47476	18105	38887	4203	5526
2005	0	19123	33965	37514	1566	5526
2006	10959	26701	30884	40973	3348	5526
2007	0	4476	37700	35388	2705	377



Şekil 4.57 Sarıkız Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladıkları alanlar (da)

4.6.4 Turgutlu sulama birliği yıllara göre sulama verileri

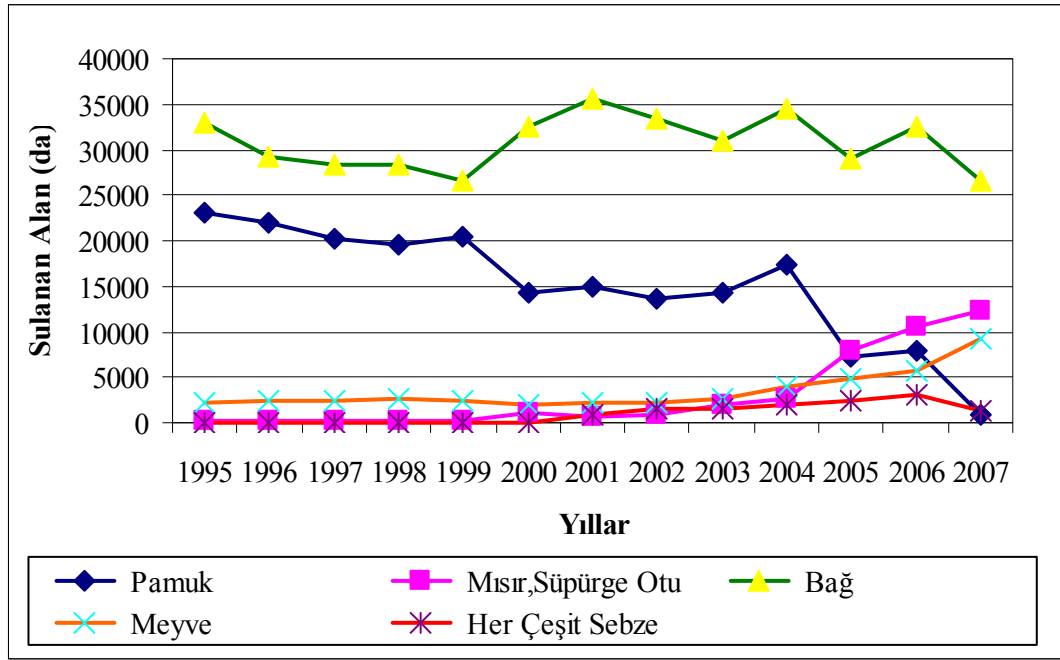
Manisa ili Turgutlu ilçesinde bulunan Turgutlu Sulama Birliğinin net sulama alanı 12102 hektardır. Birliğe ait sulama alanında ağırlıklı olarak pamuk, bağ, domates, meyve ve her çeşit fidan yetiştirilmektedir. Şekil 4.58’de verilen grafikte de görüldüğü gibi birliğe ait alanlarda 1995-2007 yılları arasında toplam sulanan alan miktarı ortalama 50000 dekar düzeyindedir. Sulanan alan miktarı en fazla 62240 dekar ile 1995 yılında, en az 50120 dekar ile 2000 yılında kaydedilmiştir. Sulanan ürünler dikkate alındığında, 1995-2007 yılları arasında pamuk ve bağ alanları hakim iken 2000 yılından sonra bu ürünlere meyve, mısır ve her çeşit sebze eklenmiştir (Şekil 4.59 Çizelge 4.20). 2001 yılından itibaren bitki desenine her çeşit sebze girmiş ve 2006 yılında 3160 dekar düzeyine ulaşmıştır. Pamuk ekim alanları 2006 yılına doğru azalmış, bağ alanları ise kapladığı alan itibariyle pek fazla farklılık göstermemiştir. Mısır ise 2006 yılında 10490 dekar ile 1995-2006 periyodu içerisinde en yüksek değerine ulaşmıştır. 2007 yılında yaşanan kuraklık nedeniyle pamuk, bağ ve sebze alanlarında belirgin bir azalma meydana gelmiştir.



Şekil 4.58 Turgutlu Sulama Birliğinde yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da)

Çizelge 4.20 Turgutlu Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)

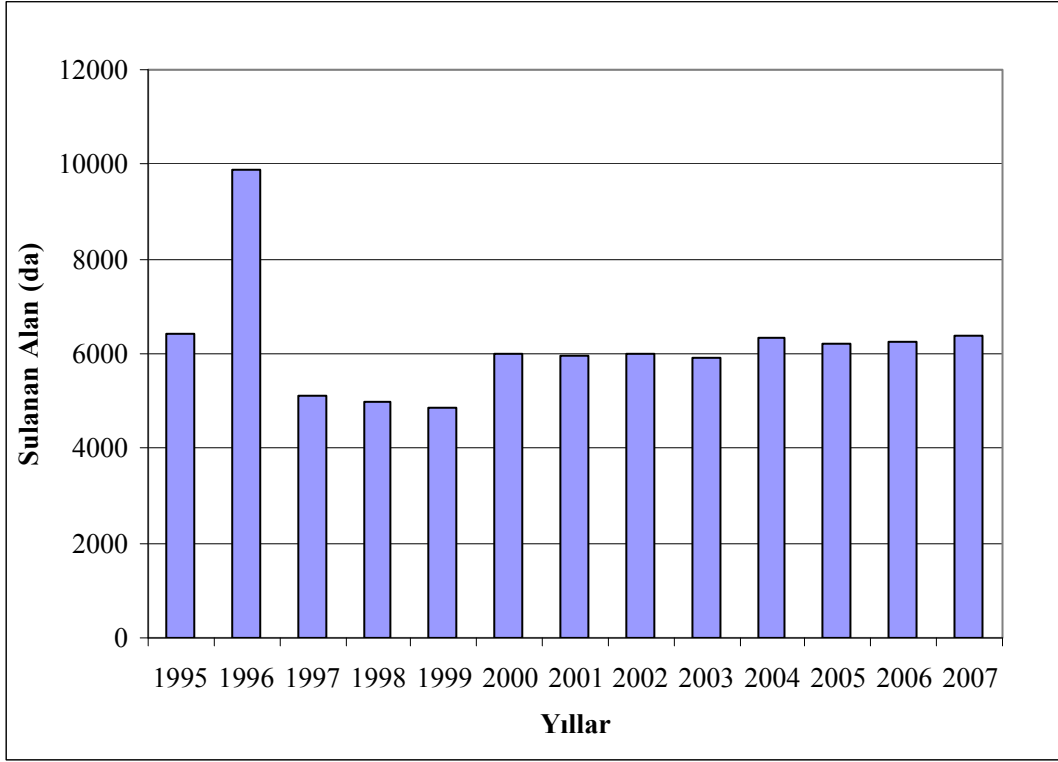
Yıllar	Bitki Desenindeki Ürünler				
	Pamuk	Mısır	Bağ	Meyve	Sebze
1995	23013	138	33067	2307	0
1996	21968	258	29181	2478	0
1997	20270	290	28310	2440	0
1998	19609	172	28408	2700	0
1999	20509	319	26565	2447	0
2000	14275	1050	32598	1391	0
2001	14848	731	35662	2119	932
2002	13687	896	33390	2245	1444
2003	14271	1962	31005	2591	1558
2004	17302	2639	34440	4060	2074
2005	7182	7959	29106	4889	2319
2006	8020	10490	32580	5660	3160
2007	873	12329	26590	9219	1389



Şekil 4.59 Turgutlu Sulama Birliğinde yıllar itibariyle sulanan ürünler ve kapladıkları alanlar (da)

4.6.5 Gökkaya ve çevre köyleri sulama birliği yıllara göre sulama verileri

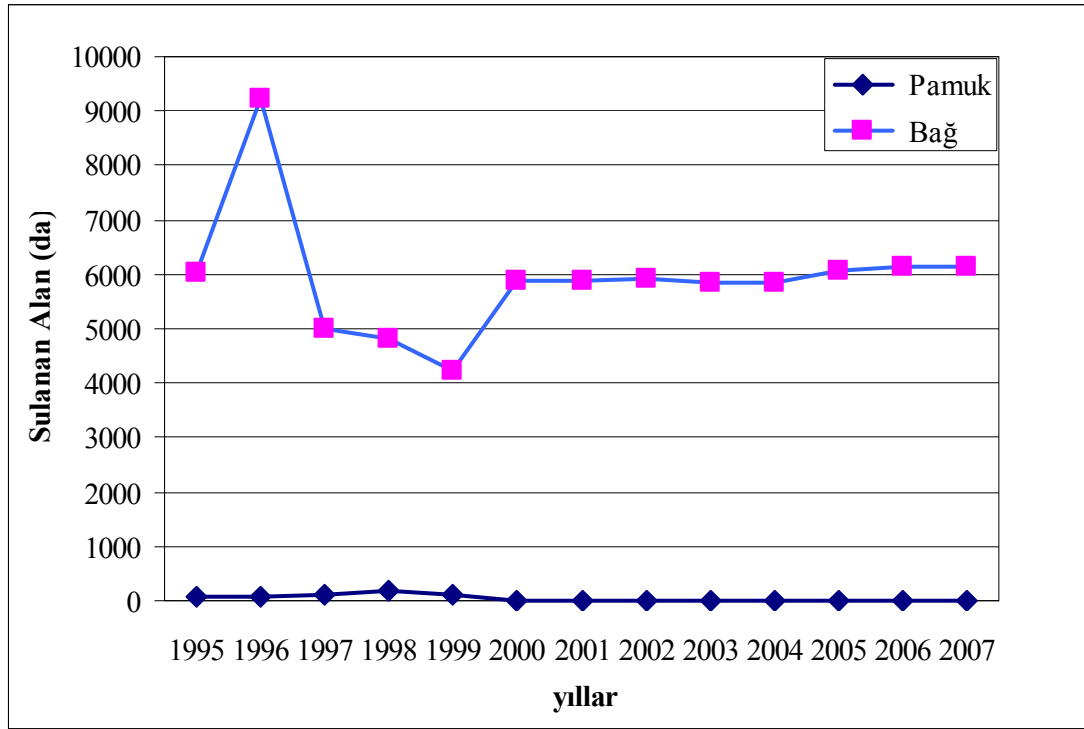
Manisa ili Ahmetli ilçesinde bulunan Gökkaya ve Çevre Köyleri Sulama Birliğinin net sulama alanı 997 hektar olup Gediz havzasında bulunan en küçük alana sahip sulama birliğidir. Birliğe ait sulama alanında ağırlıklı olarak pamuk ve bağ yetiştirilmektedir. Şekil 4.60'da verilen grafikte de görüldüğü gibi birliğe ait alanlarda 1995-2007 yılları arasında toplam sulanan alan miktarı ortalama 5000 dekar düzeyindedir. Sulanan alan miktarı en fazla 9890 dekar ile 1996 yılında, en az 4850 dekar ile 1999 yılında kaydedilmiştir. Sulanan ürünler dikkate alındığında, 1995-1999 yılları arasında pamuk ve bağ alanları hakim iken 1999 yılı ve sonrasında pamuk bitki deseninde yer almamış, 2007 yılı sonuna kadar bağ alanları hakimiyetini sürdürmüştür. Bağ örtüsü altında bulunan alanlar 1996 yılında 9220 dekar ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır (Şekil 4.61, Çizelge 4.21).



Şekil 4.60 Gökkaya ve Çevre Köyleri Sulama Birliğinde yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da)

Çizelge 4.21 Gökkaya ve Çevre Köyleri Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)

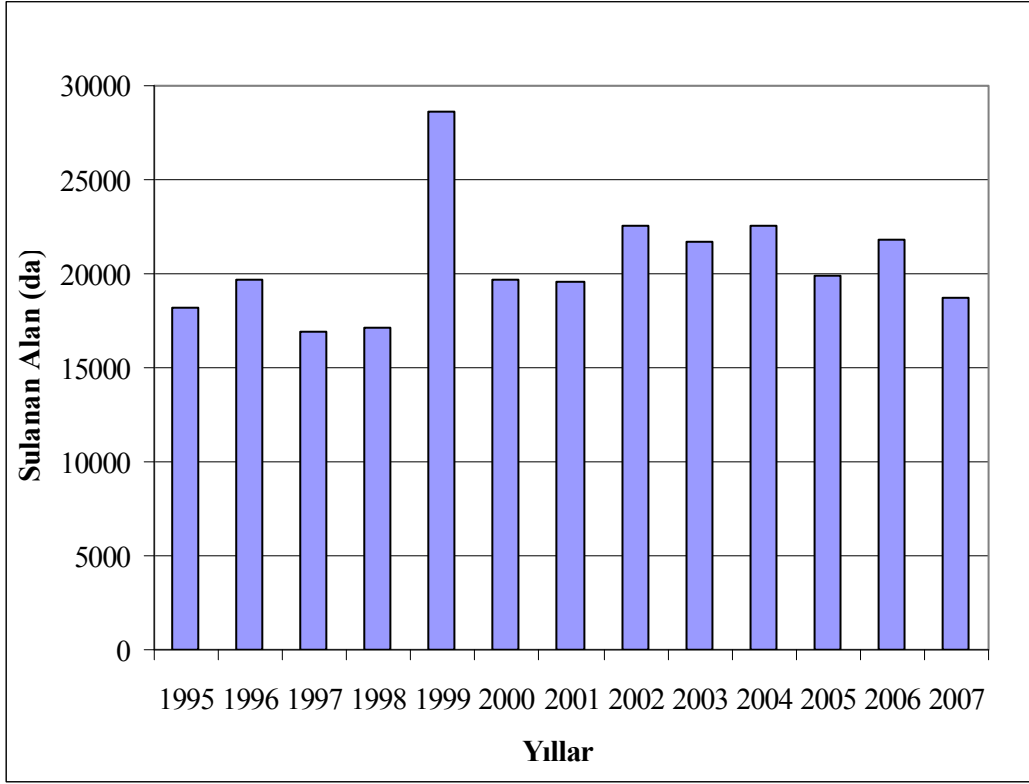
Yıllar	Bitki Desenindeki Ürünler	
	Pamuk	Bağ
1995	60	6020
1996	90	9220
1997	100	5000
1998	200	4800
1999	110	4220
2000	0	5890
2001	0	5875
2002	0	5918
2003	0	5854
2004	0	5854
2005	0	6070
2006	0	6140
2007	0	6140



Şekil 4.61 Gökkaya ve Çevre Köyleri Sulama Birliğinde yıllar itibariyle sulanan ürünler ve kapladıkları alanlar (da)

4.6.6 Ahmetli sulama birliği yıllara göre sulama verileri

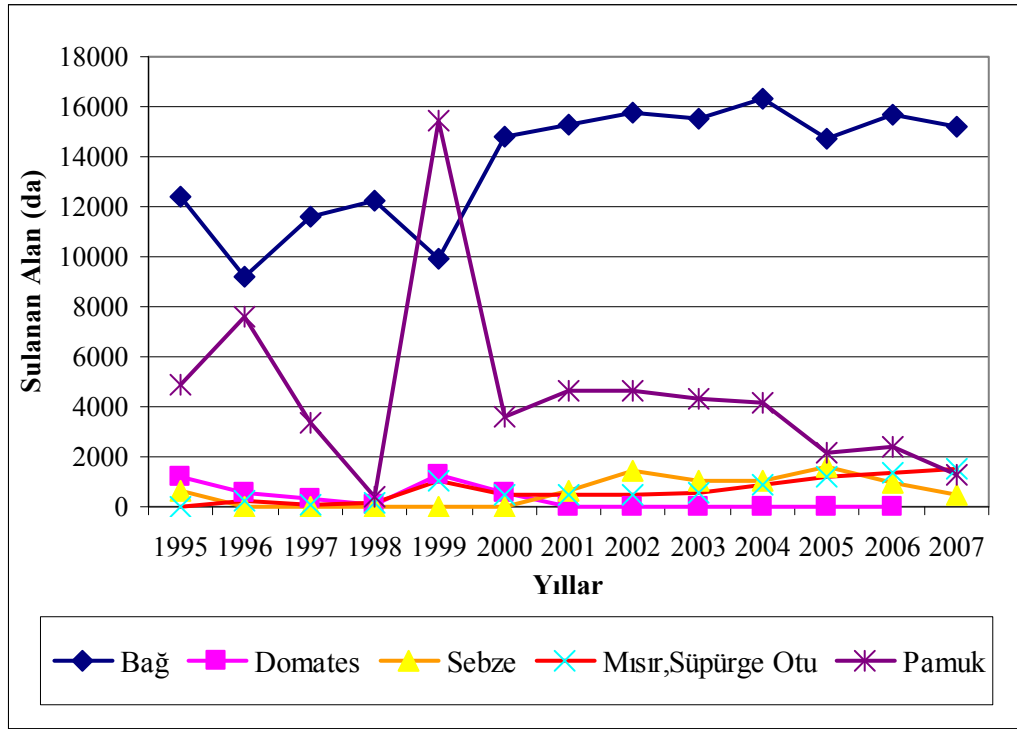
Manisa ili Ahmetli ilçesinde bulunan Ahmetli Sulama Birliğinin net sulama alanı 3275 hektardır. Birliğe ait sulama alanında ağırlıklı olarak pamuk, bağ, domates, mısır ve sebze yetiştirilmektedir. Şekil 4.62’de verilen grafikte de görüldüğü gibi birliğe ait alanlarda 1995-2007 yılları arasında toplam sulanan alan miktarı ortalama 20000 dekar düzeyindedir. Sulanan alan miktarı en fazla 28648 dekar ile 1999 yılında, en az 16870 dekar ile 1997 yılında kaydedilmiştir. Sulanan ürünler dikkate alındığında, 1995-2007 yılları arasında bağ alanları hakim olmuştur. Sebze 2001 yılından itibaren bitki desenine girmişken aynı yıl domates bitki deseninden çıkmıştır. Bağ alanları en düşük 1990 yılında bitki deseninde yer alırken 1999 yılında pamuk en yüksek kaplama alanı ile bitki desenine girmiştir (Şekil 4.63 Çizelge 4.22).



Şekil 4.62 Ahmetli Sulama Birliğinde yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da)

Çizelge 4.22 Ahmetli Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)

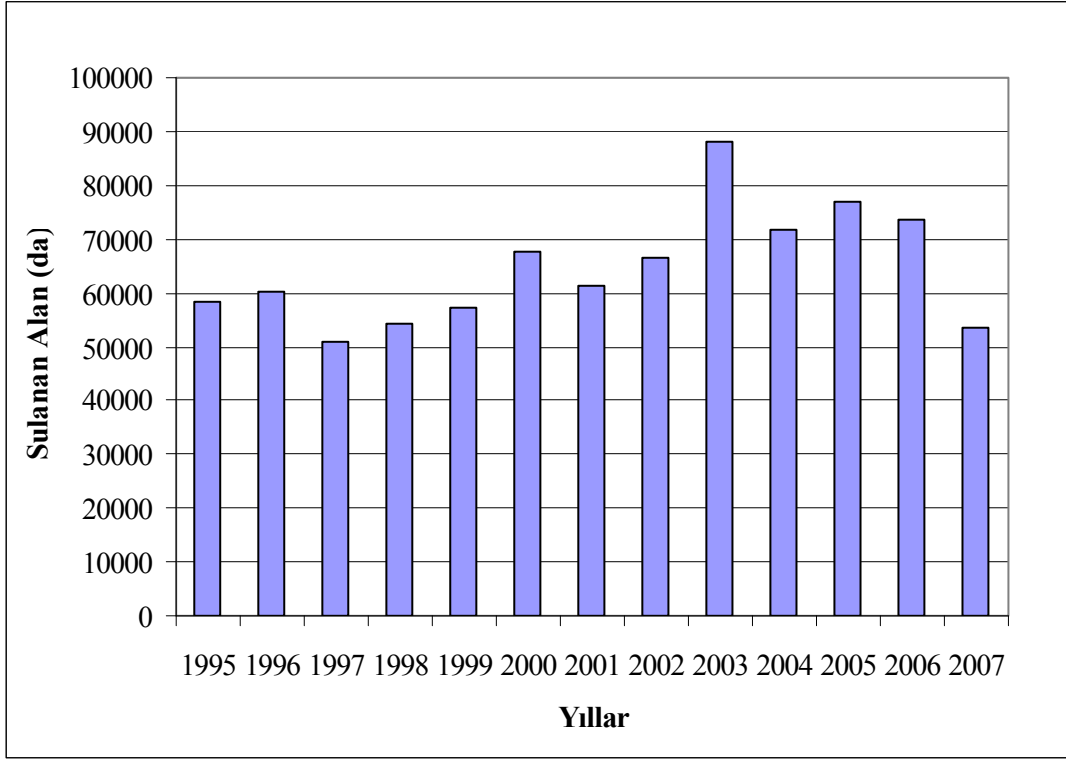
Yıllar	Bitki Desenindeki Ürünler				
	Bağ	Domates	Sebze	Mısır	Pamuk
1995	12380	1180	630	40	4860
1996	9193	539	0	232	7605
1997	11620	300	0	60	3350
1998	12250	77	0	196	379
1999	9936	1315	0	1034	15409
2000	14790	570	0	490	3600
2001	15261	0	656	494	4662
2002	15776	0	1466	455	4613
2003	15520	0	1037	553	4348
2004	16315	0	1003	868	4128
2005	14573	0	1564	1204	2168
2006	15622	0	990	1341	2373
2007	15169	0	508	1509	1257



Şekil 4.63 Ahmetli Sulama Birliğinde yıllar itibariyle sulanan ürünler ve kapladıkları alanlar (da)

4.6.7 Salihli sol sahil sulama birliği yıllara göre sulama verileri

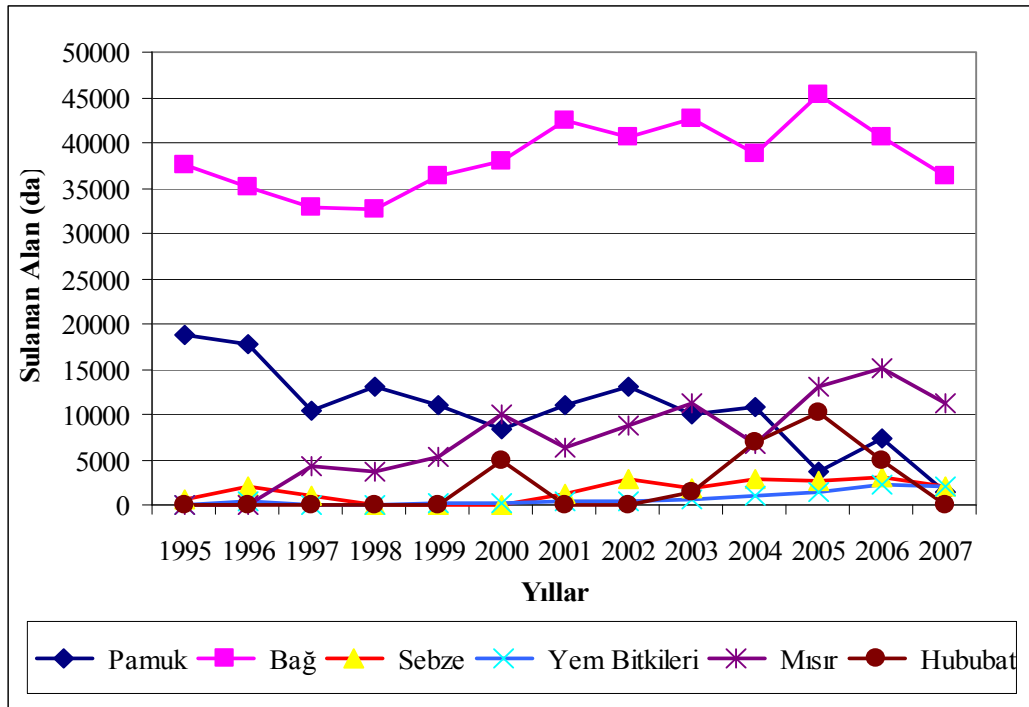
Manisa ili Salihli ilçesinde bulunan Salihli Sol Sahil Sulama Birliğinin net sulama alanı 9237 hektardır. Birliğe ait sulama alanında ağırlıklı olarak pamuk, bağ, sebze, mısır, hububat ve yem bitkileri yetiştirilmektedir. Şekil 4.64’de verilen grafikte de görüldüğü gibi birliğe ait alanlarda 1995-2007 yılları arasında toplam sulanan alan miktarı ortalama 65000 dekar düzeyindedir. Sulanan alan miktarı en fazla 88030 dekar ile 2003 yılında, en az 51030 dekar ile 1997 yılında kaydedilmiştir. Sulanan ürünler dikkate alındığında, 1995-2007 yılları arasında pamuk ve bağ alanları hakim iken pamuk 2007 yılında 1454 dekara kadar gerilemiş, sebze ve yem bitkileri 2001, mısır ise 1997 yılından itibaren bitki desenine girmiştir. Hububat ise 2000 yılında bitki desenine girmiş, 2005 yılında 10240 dekar ile en yüksek değerine ulaşmış ve 2007 yılında bitki deseninden çıkmıştır (Şekil 4.65, Çizelge 4.23).



Şekil 4.64 Salihli Sol Sahil Sulama Birliğinde yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da)

Çizelge 4.23 Salihli Sol Sahil Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)

Yıllar	Bitki Desenindeki Ürünler					
	Pamuk	Bağ	Sebze	Yem Bit.	Mısır	Hububat
1995	18840	37540	610	0	0	0
1996	17730	35050	2030	390	0	0
1997	10390	32830	1000	0	4200	0
1998	12980	32580	0	80	3740	0
1999	11080	36350	0	260	5380	0
2000	8370	37940	0	190	9990	4950
2001	10943	42400	1208	311	6323	0
2002	13161	40607	2921	437	8684	0
2003	10030	42600	1830	590	11300	1400
2004	10815	38714	2915	926	6830	6855
2005	3700	45240	2670	1330	13020	10240
2006	7420	40540	3145	2280	15080	4850
2007	1454	36307	2057	1995	11303	0

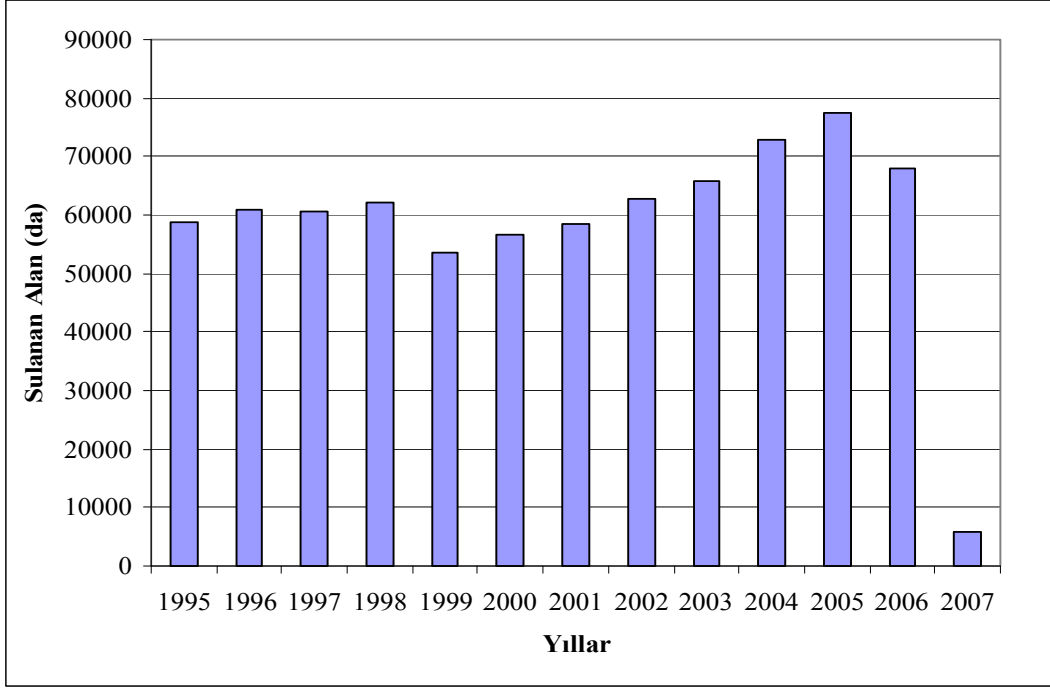


Şekil 4.65 Salihli Sol Sahil Sulama Birliğinde yıllar itibariyle sulanan ürünler ve kapladıkları alanlar (da)

4.6.8 Salihli sağ sahil sulama birliği yıllara göre sulama verileri

Manisa ili Salihli ilçesinde bulunan Salihli Sağ Sahil Sulama Birliğinin net sulama alanı 9101 hektardır. Birliğe ait sulama alanında ağırlıklı olarak pamuk, bağ, sebze, mısır, hububat yem bitkileri ve şeker pancarı yetiştirilmektedir. Şekil 4.66’da verilen grafikte de görüldüğü gibi birliğe ait alanlarda 1995-2007 yılları arasında toplam sulanan alan miktarı ortalama 60000 dekar düzeyindedir. Sulanan alan miktarı en fazla 77580 dekar ile 2005 yılında, en az 5756 dekar ile kuraklığın yaşandığı 2007 yılında kaydedilmiştir. Sulanan ürünler dikkate alındığında, 1995-2007 yılları arasında pamuk ve bağ alanları hakim iken pamuk 2007 yılında 519 dekara, bağ ise 1657 dekara kadar gerilemiştir. Pamuk 1995 yılında 34860 dekar ile pik yapmış ve 2007 yılında ise minimum seviyeye ulaşmıştır. Bağ alanları ise 2005 yılında 23208 dekara kadar ulaşmış ancak yaşanan kuraklık nedeni ile 2007 yılında en düşük seviyede kalmıştır. Mısır bitkisi en yüksek değere 25402 dekar ile 2005 yılında ulaşmıştır. Şeker Pancarı 1999 yılı ile 2004 yılı arasında bitki desenine girmiş ve 2005 yılından itibaren bitki deseninde yer almamıştır.

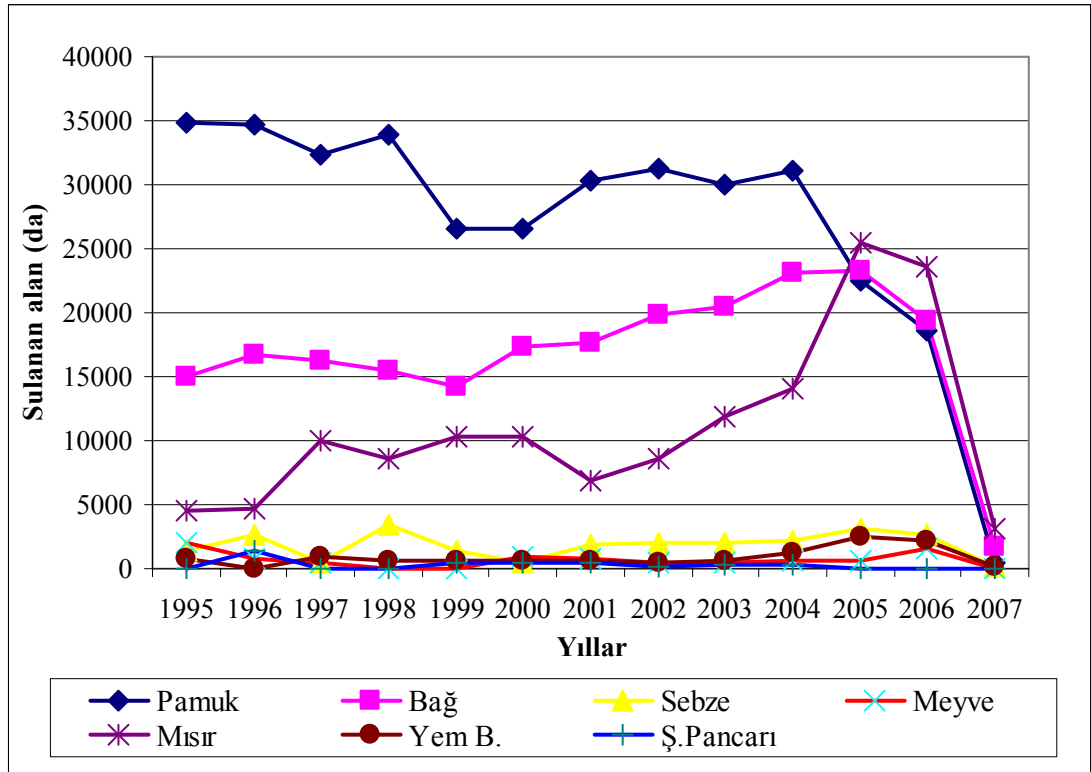
Bitki deseninde yer alan tüm ürünlerin alanları, 2007 yılında kuraklığın etkisiyle oldukça düşmüştür (Şekil 4.67, Çizelge 4.24).



Şekil 4.66 Salihli Sağ Sahil Sulama Birliğinde yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da)

Çizelge 4.24 Salihli Sağ Sahil Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)

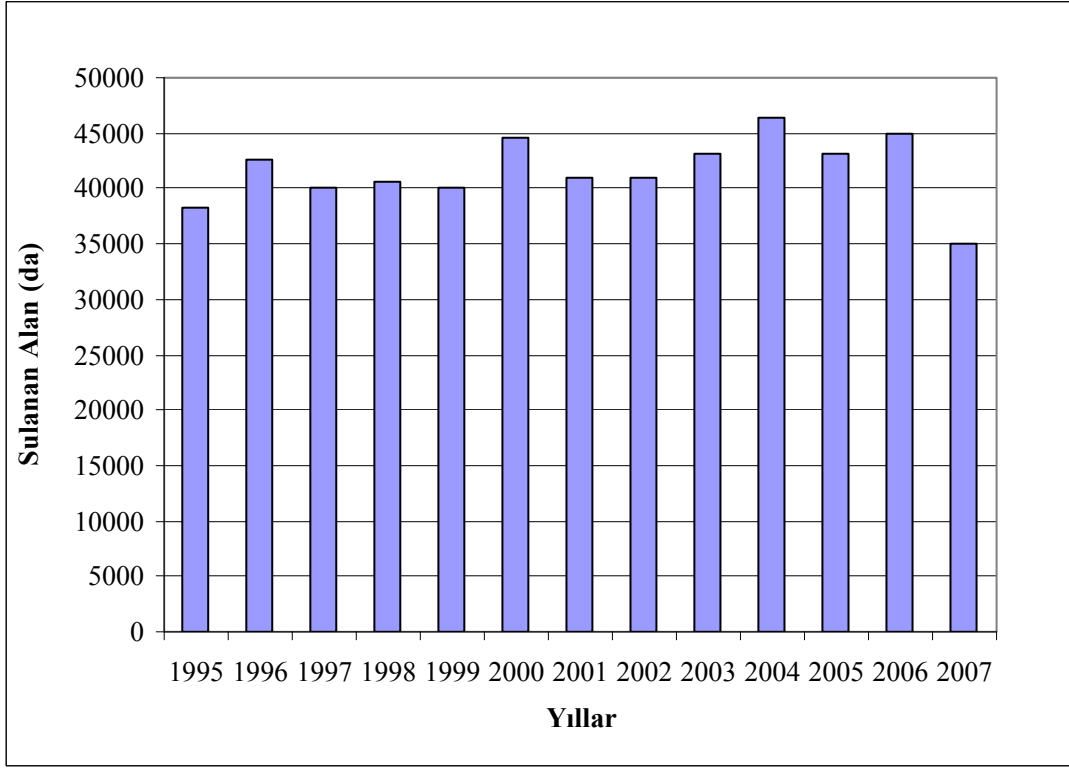
Yıllar	Bitki Desenindeki Ürünler						
	Pamuk	Bağ	Sebze	Meyve	Mısır	Yem Bit.	Ş. Pancarı
1995	34860	15020	1480	1980	4580	770	0
1996	34700	16790	2680	710	4750	0	1400
1997	32390	16310	520	520	9950	960	0
1998	33870	15520	3420	0	8670	620	0
1999	26510	14240	1400	0	10260	560	500
2000	26510	17300	540	1000	10260	600	500
2001	30320	17650	1810	720	6950	610	490
2002	31230	19871	2001	438	8589	502	234
2003	29931	20492	2086	420	11921	618	350
2004	31018	23073	2205	692	14115	1284	337
2005	22578	23208	3172	680	25402	2540	0
2006	18530	19330	2690	1570	23540	2240	0
2007	519	1657	198	57	3183	142	0



Şekil 4.67 Salihli Sağ Sahil Sulama Birliğinde yıllar itibariyle sulanan ürünler ve kapladıkları alanlar (da)

4.6.9 Üzüm sulama birliği yıllara göre sulama verileri

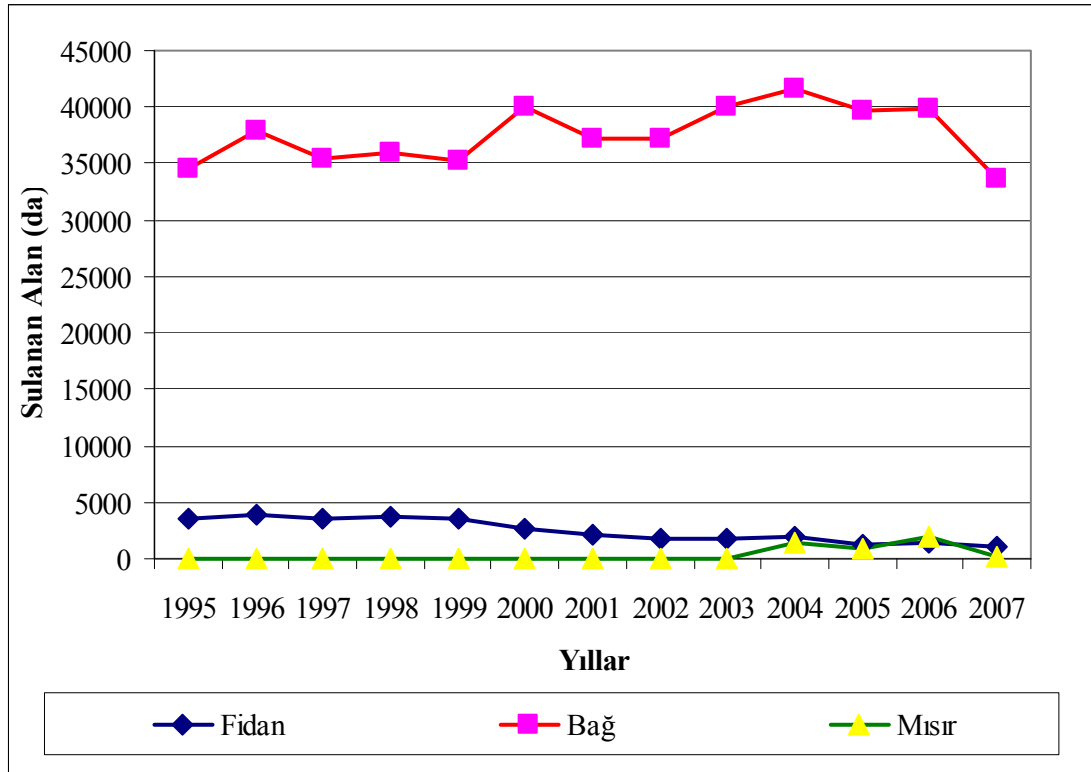
Manisa ili Alaşehir ilçesinde bulunan Üzüm Sulama Birliğinin net sulama alanı 6930 hektardır. Birliğe ait sulama alanında ağırlıklı olarak mısır, bağ ve her çeşit fidan yetiştirilmektedir. Şekil 4.68’de verilen grafikte de görüldüğü gibi birliğe ait alanlarda 1995-2007 yılları arasında toplam sulanan alan miktarı ortalama 40000 dekar düzeyindedir. Sulanan alan miktarı en fazla 46430 dekar ile 2004 yılında, en az 35000 dekar ile 2007 yılında kaydedilmiştir. Sulanan ürünler dikkate alındığında, 1995-2007 yılları arasında bağ alanları hakim olmuş, fidan alanları gittikçe azalarak 3840 dekardan kuraklığın yaşandığı 2007 yılında 1100 dekara kadar gerilemiştir. Mısır ise bitki desenine 2004 yılında girmiş ve en yüksek değere 2000 dekar ile 2006 yılında ulaşmıştır. Bağ alanları ise yine kuraklığın yaşandığı 2007 yılında 33600 dekar ile en düşük değere sahip olmuş, 2004 yılında ise en yüksek değeri olan 41650 dekara ulaşmıştır (Şekil 4.69, Çizelge 4.25).



Şekil 4.68 Üzüm Sulama Birliğinde yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da)

Çizelge 4.25 Üzüm Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)

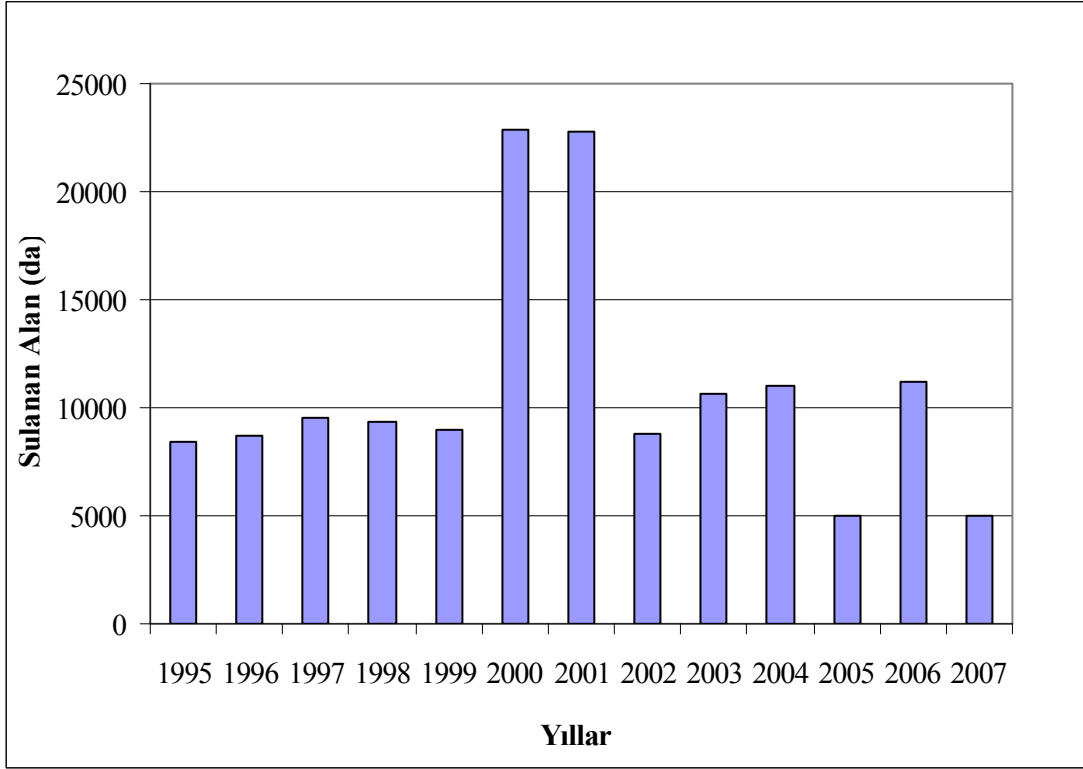
Yıllar	Bitki Desenindeki Ürünler		
	Fidan	Bağ	Mısır
1995	3456	34460	0
1996	3840	37860	0
1997	3630	35510	0
1998	3690	36040	0
1999	3470	35190	0
2000	2670	40120	0
2001	2200	37180	0
2002	1850	37170	0
2003	1750	40020	0
2004	2000	41650	1500
2005	1250	39660	900
2006	1500	39780	2000
2007	1100	33600	200



Şekil 4.69 Üzüm Sulama Birliğinde yıllar itibariyle sulanan ürünler ve kapladıkları alanlar (da)

4.6.10 Sarıgöl sulama birliği yıllara göre sulama verileri

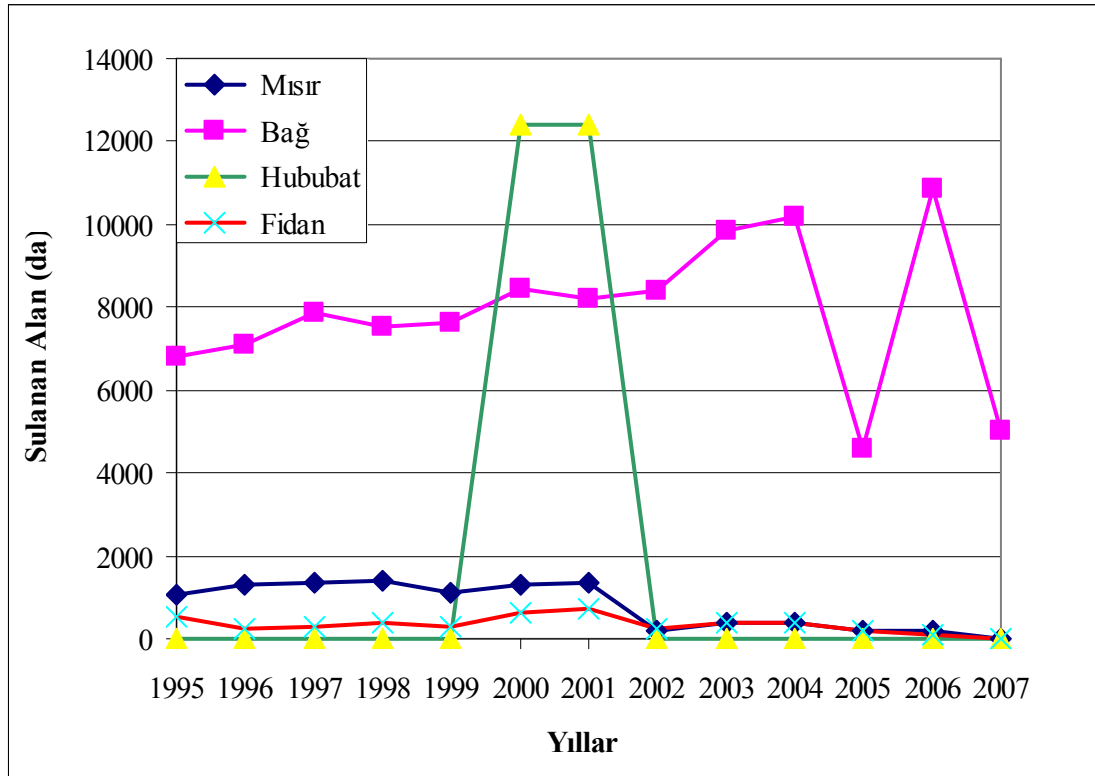
Manisa ili Sarıgöl ilçesinde bulunan Sarıgöl Sulama Birliğinin net sulama alanı 1927 hektardır. Birliğe ait sulama alanında ağırlıklı olarak mısır, bağ ve her çeşit fidan yetiştirilmektedir. Şekil 4.70’de verilen grafikte de görüldüğü gibi birliğe ait alanlarda 1995-2007 yılları arasında toplam sulanan alan miktarı şebeke dışı sulamalar ile birlikte en fazla 22860 dekar ile 2000 yılında, en az 5000 dekar ile 2005 ve 2007 yıllarında kaydedilmiştir. Sulanan ürünler dikkate alındığında, 1995-2007 yılları arasında mısır ve bağ alanları hakim olmuş, mısır ve fidan alanları gittikçe azalarak sırasıyla 200 ve 120 dekara kadar gerilemiş ve 2007 yılında ikiside bitki deseninden çıkmıştır. Hububat ise bitki desenine 12430 dekar ile sadece 2000 ve 2001 yıllarında girmiştir. Kuraklığın yaşandığı 2007 yılında bitki deseninde sadece bağ alanları yer almıştır (Şekil 4.71, Çizelge 4.26).



Şekil 4.70 Sarıgöl Sulama Birliğinde yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da)

Çizelge 4.26 Sarıgöl Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)

Yıllar	Bitki Desenindeki Ürünler			
	Mısır	Bağ	Hububat	Fıdan
1995	1070	6830	0	530
1996	1300	7120	0	240
1997	1340	7890	0	270
1998	1420	7520	0	370
1999	1100	7620	0	290
2000	1310	8470	12430	650
2001	1374	8216	12430	725
2002	200	8380	0	220
2003	400	9870	0	400
2004	390	10170	0	400
2005	200	4600	0	200
2006	200	10850	0	120
2007	0	5000	0	0

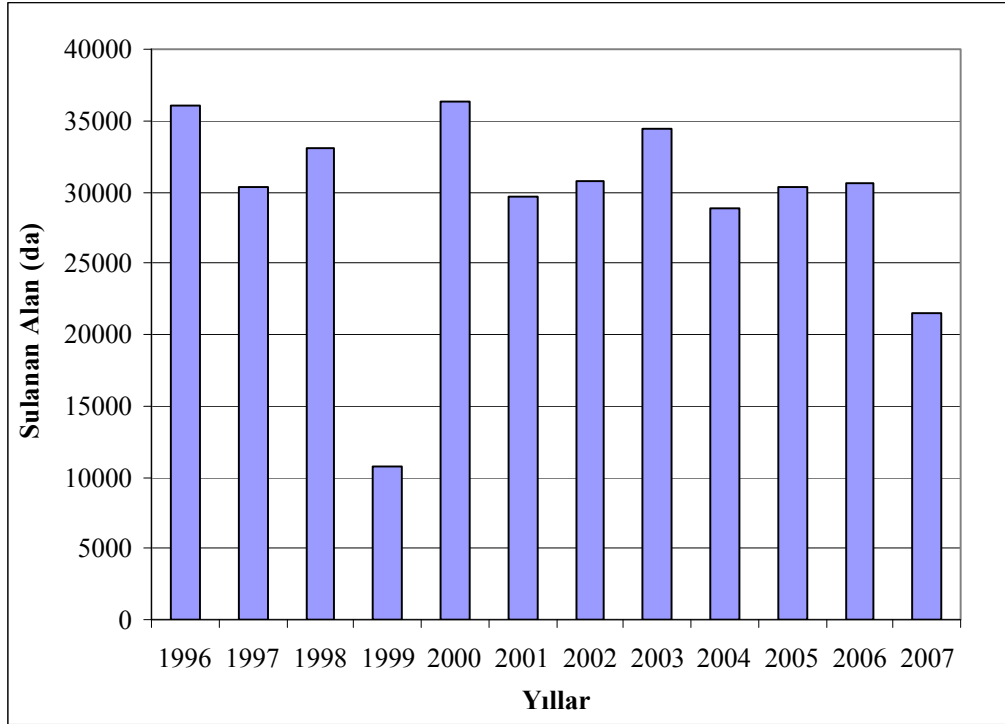


Şekil 4.71 Sarıgöl Sulama Birliğinde yıllar itibariyle sulanan ürünler ve kapladıkları alanlar (da)

4.6.11 Bağ sulama birliği yıllara göre sulama verileri

Manisa ili Sarıgöl ilçesinde bulunan Bağ Sulama Birliğinin net sulama alanı 4486 hektardır. Birliğe ait sulama alanında ağırlıklı olarak bağ ve her çeşit fidan yetiştirilmektedir. Şekil 4.72’de verilen grafikte de görüldüğü gibi birliğe ait alanlarda 1996-2007 yılları arasında toplam sulanan alan miktarı ortalama 30000 dekar düzeyindedir. Sulanan alan miktarı en fazla 36310 dekar ile 2000 yılında, en az 10764 dekar ile 1999 yılında kaydedilmiştir. Sulanan ürünler dikkate alındığında, 1996-2007 yılları arasında bitki deseninde bağ alanları hakim olmuş ve en yüksek değeri olan 35250 dekara 2000 yılında ulaşmıştır. Bağ alanlarının en düşük değeri 1999 yılında 10083 dekar olarak gerçekleşmiştir. Fidan alanları ise 1995 yılında 1560 dekar ile bitki deseninde yer almaya başlamış ve 2001 yılına kadar gerilemiştir. Daha sonra tekrar atmaya başlamış ve en yüksek değeri olan 1650 dekara 2006 yılında ulaşmıştır. En

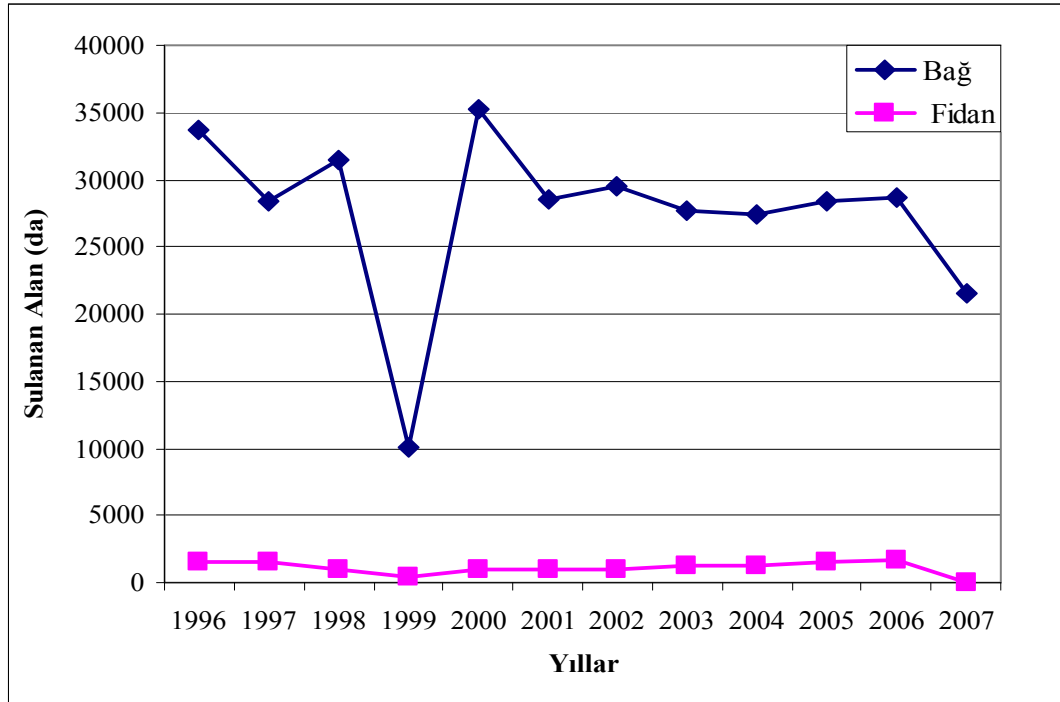
düşük fidan ekim alanı ise 485 dekar ile 1999 yıllarında gerçekleşmiştir. Kuraklığın yaşandığı 2007 yılında bitki deseninden çıkmıştır (Şekil 4.73, Çizelge 4.27).



Şekil 4.72 Bağ Sulama Birliğinde yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da)

Çizelge 4.27 Bağ Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)

Yıllar	Bitki Desenindeki Ürünler	
	Bağ	Fidan
1996	33640	1560
1997	28340	1550
1998	31430	1030
1999	10083	485
2000	35250	920
2001	28521	950
2002	29520	980
2003	27660	1200
2004	27360	1250
2005	28410	1500
2006	28670	1650
2007	21500	0

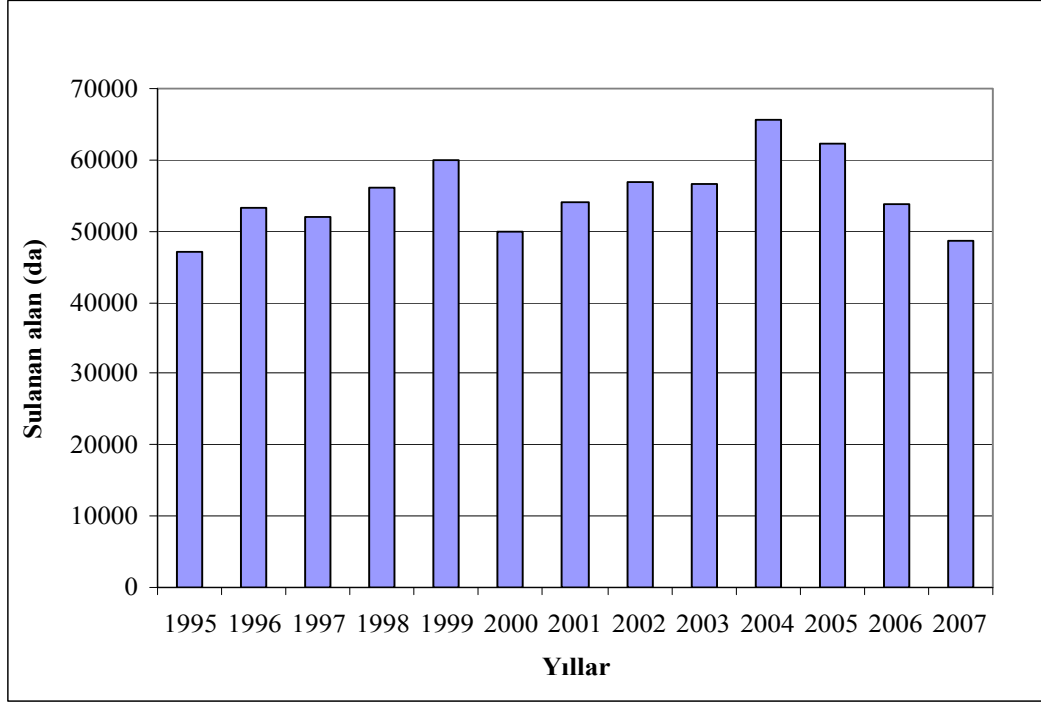


Şekil 4.73 Bağ Sulama Birliğinde yıllar itibariyle sulanan ürünler ve kapladıkları alan (da)

4.6.12 Menemen sağ sahil sulama birliği yıllara göre sulama verileri

İzmir ili Menemen ilçesinde bulunan Menemen Sağ Sahil Sulama Birliğinin net sulama alanı 6365 hektardır. Birliğe ait sulama alanında ağırlıklı olarak pamuk, bağ, meyve, sebze, bostan, mısır, hububat ve yem bitkileri yetiştirilmektedir. Şekil 4.74’de verilen grafikte de görüldüğü gibi birliğe ait alanlarda 1995-2007 yılları arasında toplam sulanan alan miktarı ortalama 51000 dekar düzeyindedir. Sulanan alan miktarı şebeke dışı sulamalar dahil en fazla 65585 dekar ile 2004 yılında, en az 47140 dekar ile 1995 yılında kaydedilmiştir. Sulanan ürünler dikkate alındığında, 1995-2007 yılları arasında bitki deseninde pamuk, bağ, sebze ve meyve alanları hakim olmuştur. Pamuk 1998 yılında 42540 dekar ile pik yapmış, ancak 2007 yılında 13408 dekara kadar gerilemiştir. Bağ alanları ise en yüksek değere 1995 yılında 5840 dekar ile sahip olmuştur. Mısır alanları 2005 yılından itibaren artış göstermeye başlamış ve en yüksek değeri olan 14593 dekara 2005 yılında ulaşmıştır. Bitki deseninde hububat alanları 2004 yılından itibaren artış göstermiş ve en yüksek değeri olan 11291 dekara 2004 yılında ulaşmıştır.

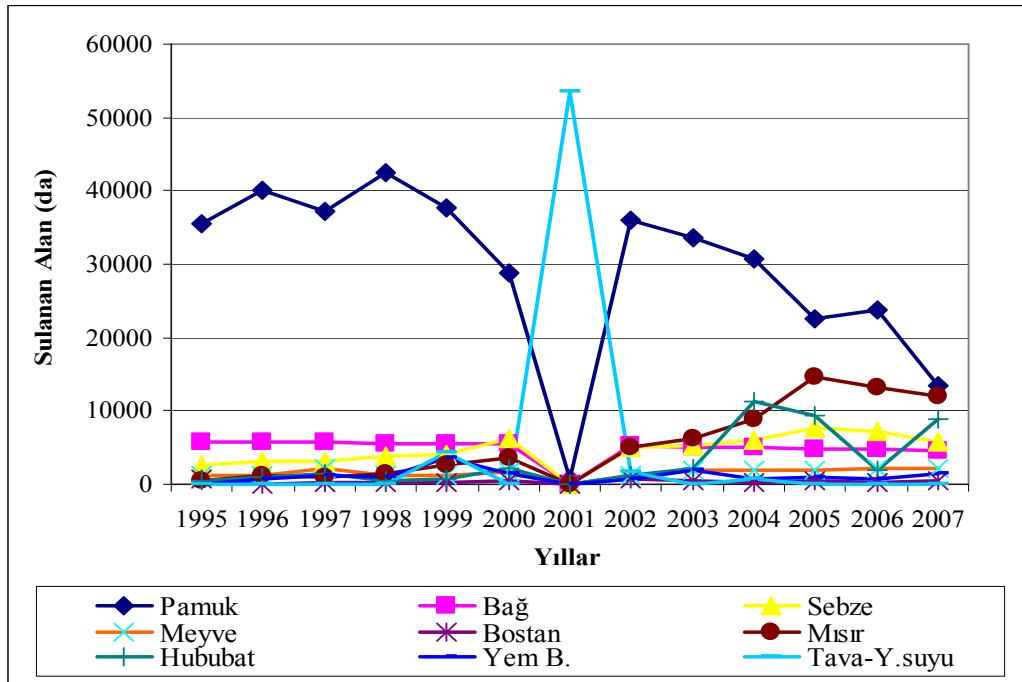
2001 yılında pamuk hariç her ürün bitki deseninden çıkmış ve 53510 dekarlık alanda tava ve yıkama suyu uygulaması yapılmıştır (Şekil 4.75, Çizelge 4.28).



Şekil 4.74 Menemen Sağ Sahil Sulama Birliğinde yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da)

Çizelge 4.28 Menemen Sağ Sahil Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)

Yıllar	Bitki Desenindeki Ürünler								
	Pamuk	Bağ	Sebze	Meyve	Bostan	Mısır	Hububat	Y.Bit	Tava-Y.suyu
1995	35520	5840	2760	1300	640	540	540	0	0
1996	39980	5770	3220	1300	0	1170	880	830	0
1997	37200	5660	3170	2070	320	1070	1400	1110	0
1998	42540	5530	3770	1240	280	1330	380	1040	0
1999	37720	5480	4160	1120	230	2640	660	3710	4260
2000	28740	5530	6320	1590	480	3500	2260	1390	0
2001	630	0	0	0	0	0	0	0	53510
2002	36020	5332	4977	1285	669	4946	1204	782	1765
2003	33615	5096	5342	1919	371	6358	2108	1801	0
2004	30714	4955	5909	2013	292	8794	11291	832	785
2005	22670	4816	7707	1859	423	14593	9254	951	0
2006	23855	4780	7260	2083	130	13135	1940	630	0
2007	13408	4563	5650	2279	470	12009	8824	1402	16

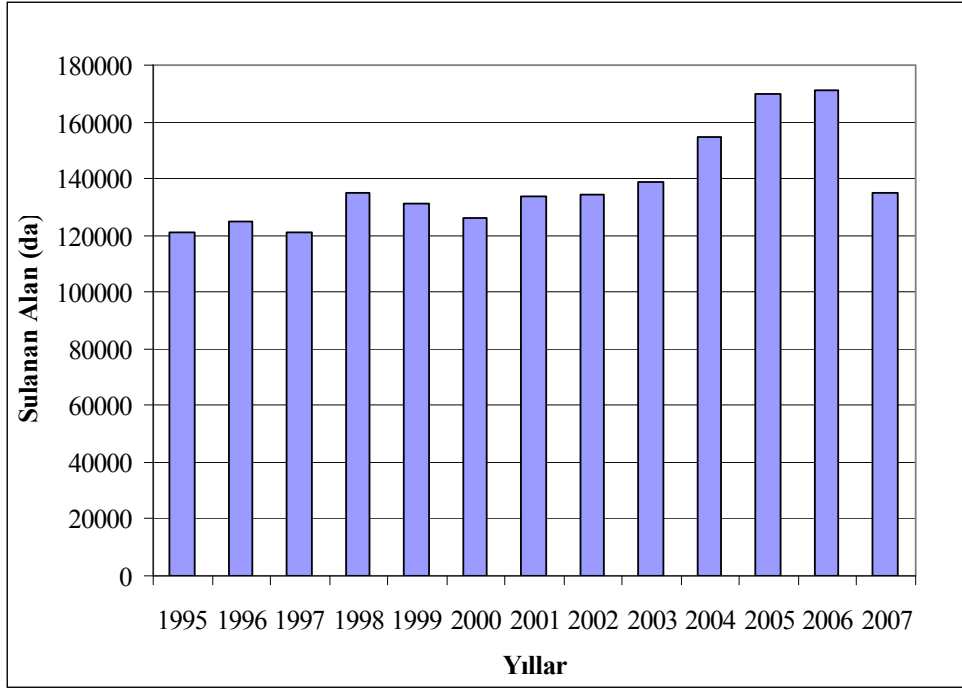


Şekil 4.75 Menemen Sağ Sahil Sulama Birliğinde yıllar itibariyle sulanan ürünler ve kapladıkları alan (da)

4.6.13 Menemen sol sahil sulama birliği yıllara göre sulama verileri

İzmir ili Menemen ilçesinde bulunan Menemen Sol Sahil Sulama Birliğinin net sulama alanı 16500 hektardır. Birliğe ait sulama alanında ağırlıklı olarak pamuk, bağ, meyve, sebze, bostan, mısır, hububat ve yem bitkileri yetiştirilmektedir. Şekil 4.76'da verilen grafikte de görüldüğü gibi birliğe ait alanlarda 1995-2007 yılları arasında toplam sulanan alan miktarı ortalama 130000 dekar düzeyindedir. Sulanan alan miktarı şebeke dışı sulamalar dahil en fazla 170855 dekar ile 2006 yılında, en az 120890 dekar ile 1995 yılında kaydedilmiştir. Sulanan ürünler dikkate alındığında, 1995-2007 yılları arasında bitki deseninde pamuk, bağ, sebze, meyve, bostan ve mısır alanları hakim olmuştur. Pamuk 1998 yılında 101970 dekar ile pik yapmış, ancak 2001 yılında 2440 dekara kadar gerilemiş ve daha sonra tekrar artmaya başlamıştır. Bağ alanları ise en yüksek değere 2005 yılında 12514 dekar ile sahip olmuştur. Mısır alanları 2005 yılından itibaren artış göstermeye başlamış ve en yüksek değeri olan 38722 dekara 2005 yılında ulaşmıştır. Bitki deseninde hububat alanları 2004 yılından itibaren artış göstermiş ve en yüksek değeri olan 27885 dekara 2004 yılında ulaşmıştır. 2001 yılında pamuk hariç her

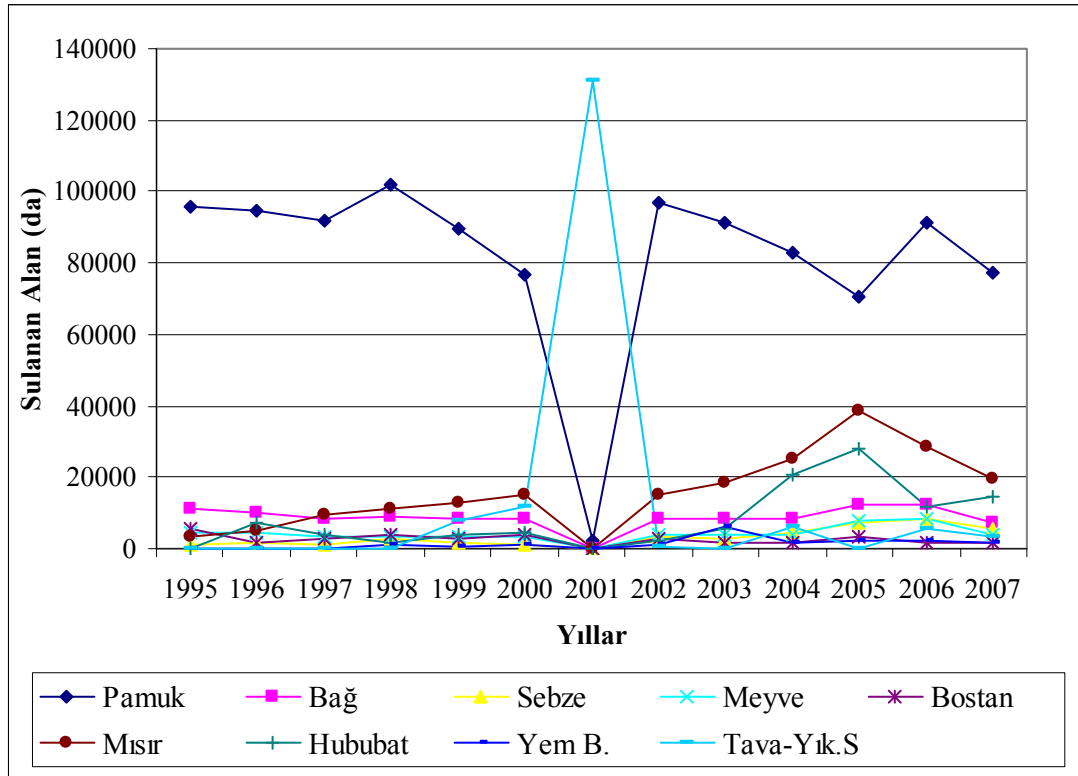
ürün bitki deseninden çıkmış ve 133590 dekarlık alanda tava ve yıkama suyu uygulaması yapılmıştır (Şekil 4.77, Çizelge 4.29).



Şekil 4.76 Menemen Sol Sahil Sulama Birliğinde yıllar itibariyle toplam sulanan alanlar (da)

Çizelge 4.29 Menemen Sol Sahil Sulama Birliğinde yıllara göre sulanan ürünler ve kapladığı alanlar (da)

Yıllar	Bitki Desenindeki Ürünler								
	Pamuk	Bağ	Sebze	Meyve	Bostan	Mısır	Hububat	Y.Bit	Tava-Y.suyu
1995	95630	11100	1090	4460	5430	3180	0	0	0
1996	94570	10260	1580	4540	1430	5250	7410	0	0
1997	91920	8540	1290	3210	2730	9690	3990	0	0
1998	101970	8980	2640	3420	3790	11200	1860	1090	0
1999	89780	8260	1870	3630	2660	12690	3940	650	7580
2000	76990	8440	1020	3570	3720	15270	4530	870	11710
2001	2440	0	0	0	0	0	0	0	131150
2002	96720	8470	3420	3650	2990	15300	2380	940	560
2003	91328	8363	3070	3813	1824	18541	5731	6149	0
2004	83045	8315	4746	3962	1433	25034	20573	1428	6104
2005	70397	12514	7138	7659	3148	38722	27885	2099	0
2006	91390	12300	8675	8130	1810	28500	12030	2150	5870
2007	77356	7002	5601	3878	1674	19853	14712	1844	3266



Şekil 4.77 Menemen Sol Sahil Sulama Birliğinde yıllar itibariyle sulanan ürünler ve kapladıkları alan (da)

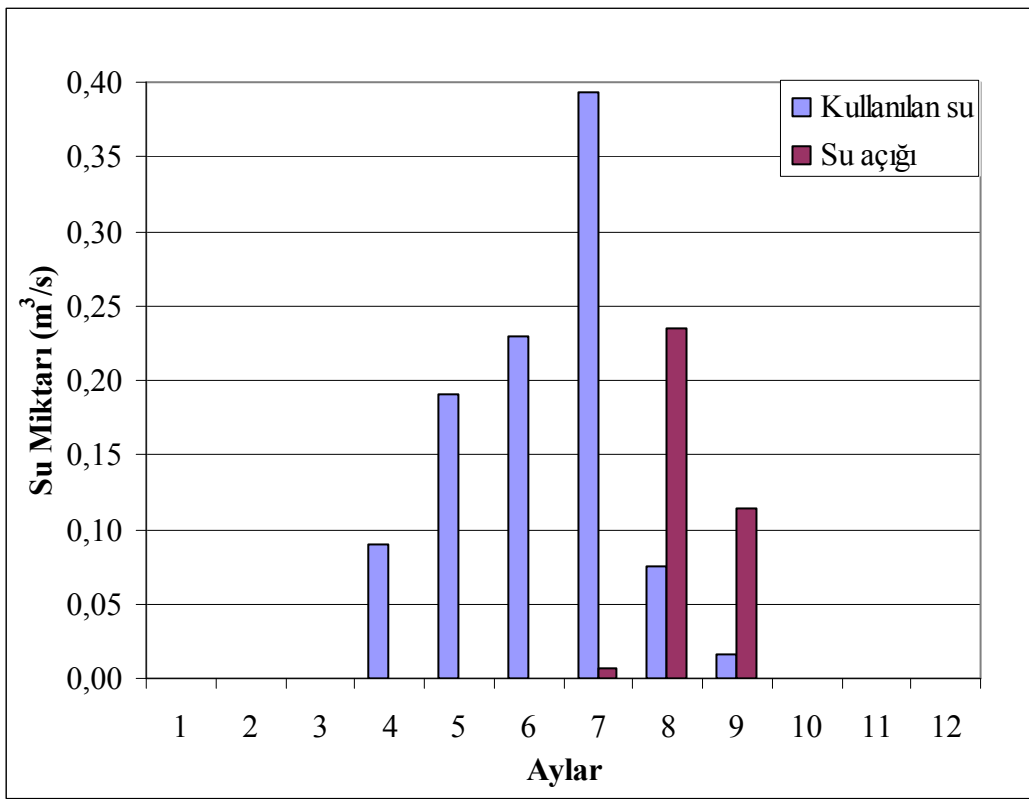
4.7 Gediz Havzası İçin İleriye Yönelik Senaryolar

4.7.1 MIKE BASIN modeli 2005 yılı sonuçları

4.7.1.1 Sarıgöl sulaması

Sarıgöl sulamasında su Buldan barajından alınarak Sarıgöl Bağ Sulama Birliğine iletilmektedir. Buldan barajının suyundan sadece bu birlik yararlanmaktadır. Birliğin 2005 yılı ürün deseninden yararlanılarak hesaplanan bitki su ihtiyacı, barajı besleyen havzanın su verimi ve baraj karakteristikleri modele girilmiş ve bitkinin ihtiyaç duyduğu su miktarı ile sistemden kullanılan su miktarı 2005 yılı için grafiksel olarak belirlenmiştir (Şekil 4.78).

Şekilden de anlaşılacağı gibi, 2005 yılında bitki gelişiminin ilk evresinin başlangıcı olan Nisan ayında birlik alanında bulunan ürünlerin su tüketimi başlamış ve Eylül sonuna kadar devam etmiştir. Sistemde mevcut olan su Haziran sonuna kadar yeterli olmuş ancak Temmuz ayından itibaren Eylül sonuna kadar bitki su ihtiyacını karşılayamamıştır. En fazla su açığı Ağustos ve Eylül aylarında meydana gelmiştir. Sarıgöl sulamasında toplam kullanılan su miktarı $0.99 \text{ m}^3/\text{s}$, meydana gelen su açığı ise $0.36 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir.

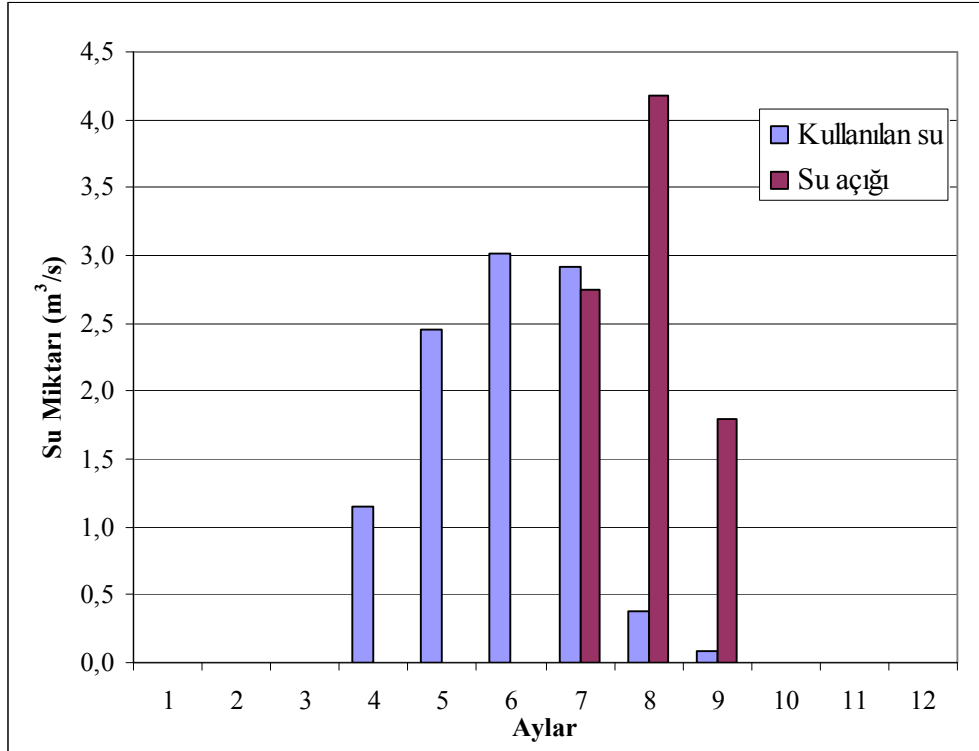


Şekil 4.78 Sarıgöl sulaması 2005 yılı model sonuçları

4.7.1.2 Alaşehir sulaması

Alaşehir sulamasında su kaynağı Avşar barajıdır ve bu sulamadan Bağ ve Üzüm Sulama Birlikleri tarımsal su ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar. Alaşehir Sulaması için modelden elde edilen 2005 yılı sonuçları Şekil 4.79'da verilmiştir.

Alaşehir Sulamasında sulama birlikleri alanında bulunan ürünlerin suya ihtiyaç göstermeye başladığı Nisan ayından Temmuz ayına kadar sistemdeki su bitki ihtiyaçlarını tamamiyle karşılamaya yetmiştir. Su açığı Temmuz ayında başlamış ve sulama sezonunun bittiği Eylül sonuna kadar devam etmiştir. En çok su açığı Ağustos ve Eylül aylarında meydana gelmiştir. Alaşehir sulamasında toplam kullanılan su miktarı 10.01 m³/s, su açığı ise 8.72 m³/s'dir. Su açığının 2.74 m³/s'si Temmuz, 4.18 m³/s'si Ağustos ve 1.80 m³/s'si Eylül ayında meydana gelmiştir. Kullanılan su miktarları ise Nisan ayında 1.15 m³/s, Mayıs ayında 2.46 m³/s, Haziran ayında 3.02 m³/s, Temmuz ayında 2.92 m³/s, Ağustos ayında 0.38 m³/s ve Eylül ayında 0.08 m³/s'dir.



Şekil 4.79 Alaşehir sulaması 2005 yılı model sonuçları

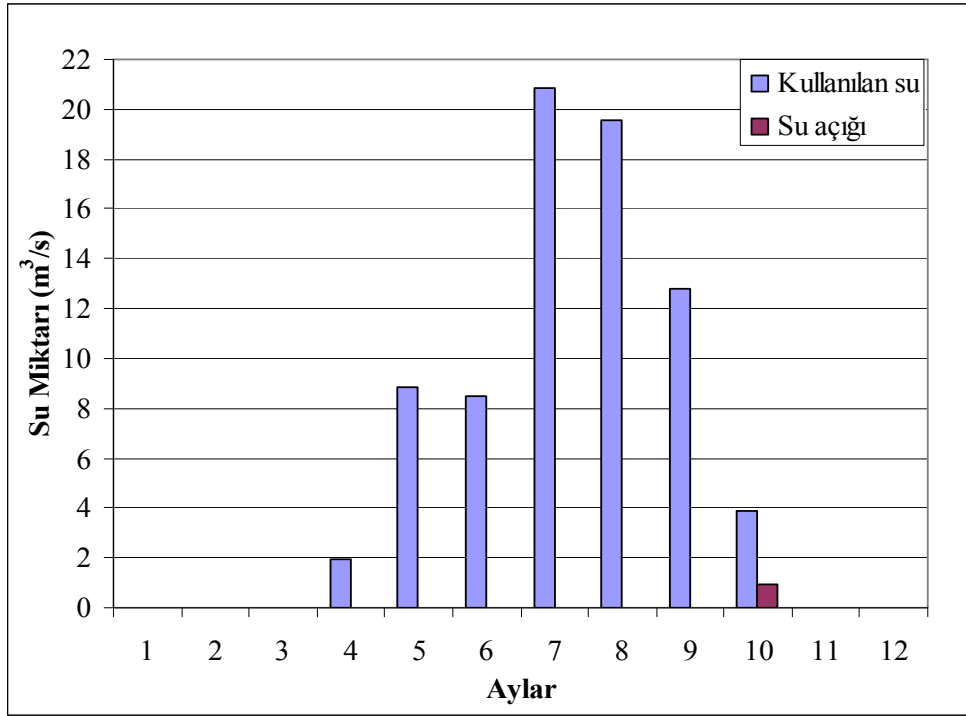
4.7.1.3 Adala sulaması

Adala sulamasında su kaynağı Demirköprü Barajıdır. Sağ ve Sol ana kanallardan Salihli Sağ, salihli Sol ve Gökkaya sulama birliklerinin tamamı, Ahmetli ve Turgutlu Sulama Birliklerinin ise bir kısmı (3462 ha) su ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar. Modelden elde edilen Adala Sulaması 2005 yılı simulasyon sonuçları Şekil 4.80’de verilmiştir.

Grafik analiz edildiğinde Nisan ayında başlayan bitki su ihtiyacı tamamıyla sistem tarafından karşılanmıştır. 2005 yılının yağışlar açısından normal bir yıl ve bir önceki 2004 yılının da kurak bir yıl olmaması nedeniyle su kaynakları bitkilerin su ihtiyacını karşılamada yeterli olmuştur. Sadece Ekim ayında su açığı meydana gelmiştir. Ayrıca Adala sulamasının su kaynağı olan Demirköprü barajına yakın olması kanallardan meydana gelen su kayıplarının az olmasına neden olmuştur. Adala sulamasında toplam kullanılan su miktarı $76.29 \text{ m}^3/\text{s}$, su açığı ise $0.97 \text{ m}^3/\text{s}$ ’dir. Su açığının hepsi Ekim ayında meydana gelmiştir. Kullanılan su miktarları ise Nisan ayında $1.91 \text{ m}^3/\text{s}$, Mayıs ayında $8.81 \text{ m}^3/\text{s}$, Haziran ayında $8.50 \text{ m}^3/\text{s}$, Temmuz ayında $20.85 \text{ m}^3/\text{s}$, Ağustos ayında $19.55 \text{ m}^3/\text{s}$, Eylül ayında $12.81 \text{ m}^3/\text{s}$ ve Ekim ayında $3.86 \text{ m}^3/\text{s}$ ’dir.

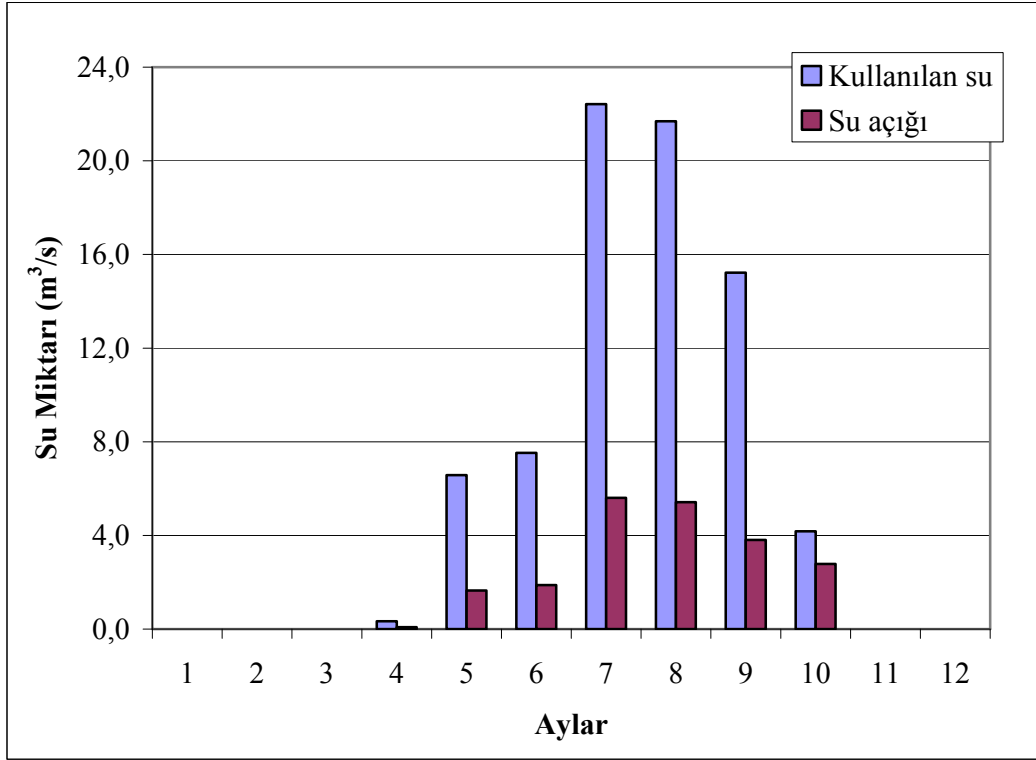
4.7.1.4 Ahmetli sulaması

Ahmetli sulamasında su kaynağı Demirköprü Barajı ve Gölarmara’dır. Sağ ve Sol ana kanallardan Mesir, Sarıkız ve Gediz sulama birliklerinin tamamı, Ahmetli ve Turgutlu Sulama Birliklerinin ise büyük bir bölümü (11915 ha) su ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar. Modelden elde edilen Ahmetli Sulaması simulasyon sonuçları Şekil 4.81’de verilmiştir.



Şekil 4.80 Adala sulaması 2005 yılı model sonuçları

Ahmetli sulaması model simulasyon sonuçları incelendiğinde, tarımsal su ihtiyacının başladığı Nisan ayından Kasım ayının başına kadar her ay az da olsa su açığı meydana gelmiştir. En fazla su açığı en sıcak aylardan biri olan ve bitkilerin en çok suya ihtiyaç duyduğu Temmuz ayında, en az su açığı ise Ekim ayında meydana gelmiştir. Ahmetli sulamasında bitki su tüketimi arttıkça meydana gelen su açığı da artmıştır. Ahmetli sulamasında toplam kullanılan su miktarı $77.95 \text{ m}^3/\text{s}$, su açığı ise $21.23 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Su açığının $0.08 \text{ m}^3/\text{s}$ 'si Nisan ayında, $1.64 \text{ m}^3/\text{s}$ 'si Mayıs ayında, $1.88 \text{ m}^3/\text{s}$ 'si Haziran ayında, $5.61 \text{ m}^3/\text{s}$ 'si Temmuz ayında, $5.42 \text{ m}^3/\text{s}$ 'si Ağustos ayında, $3.81 \text{ m}^3/\text{s}$ 'si Eylül ayında ve $2.78 \text{ m}^3/\text{s}$ 'si Ekim ayında meydana gelmiştir. Bu aylarda kullanılan su miktarları ise sırasıyla 0.34 , 6.58 , 7.53 , 22.42 , 21.69 , 15.22 ve $4.18 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir.



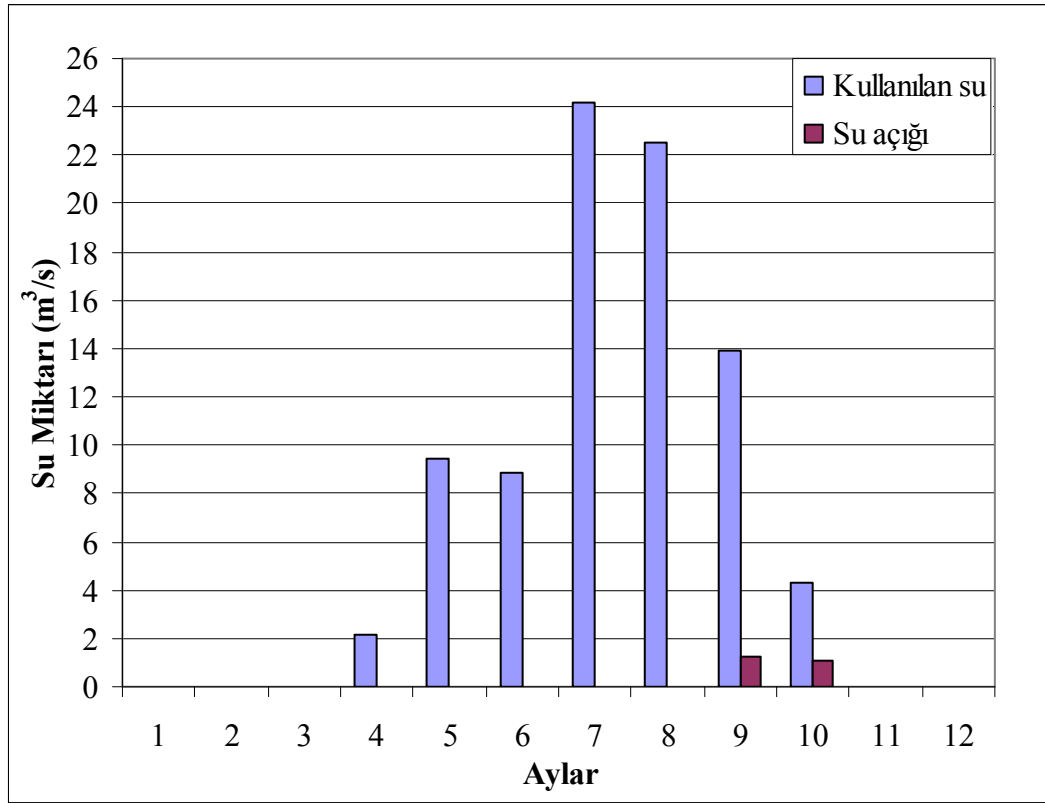
Şekil 4.81 Ahmetli sulaması 2005 yılı model sonuçları

4.7.1.5 Menemen sulaması

Menemen Sulamasında su kaynağı Demirköprü Barajı ile Gölarmara'dır. Emiralem regülatöründe ikiye ayrılan sağ ve sol ana kanallar vasıtasıyla Menemen Sağ ve Menemen Sol Sulama Birlikleri sulama alanları sulanmaktadır. Menemen sulaması için MIKE BASIN Modelinden elde edilen 2005 yılı sonuçları Şekil 4.82'de grafik olarak verilmiştir.

Menemen sulaması için modelden elde edilen 2005 yılı sonuçlarını gösteren grafik incelendiğinde sistemdeki mevcut suyun, Eylül ve Ekim ayları hariç, bitki su ihtiyacını tamamen karşılamada yeterli olduğu görülmektedir. Menemen Sağ ve Sol sulama birliklerinde yetiştirilen ürünler 2005 yılında suya en çok Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında ihtiyaç duymuşlardır. Bu aylardan sadece Eylül ayında su açığı meydana gelmiştir. Menemen sulamasında toplam kullanılan su miktarı 85.40 m³/s, su

açığı ise 2.33 m³/s'dir. Su açığının 1.29 m³/s'si Eylül ayında, 1.09 m³/s'si ise Ekim ayında meydana gelmiştir. Kullanılan su miktarları ise Nisan ayında 2.15 m³/s, Mayıs ayında 9.46 m³/s, Haziran ayında 8.90 m³/s, Temmuz ayında 24.17 m³/s, Ağustos ayında 22.50 m³/s, Eylül ayında 13.88 m³/s ve Ekim ayında 4.37 m³/s'dir.



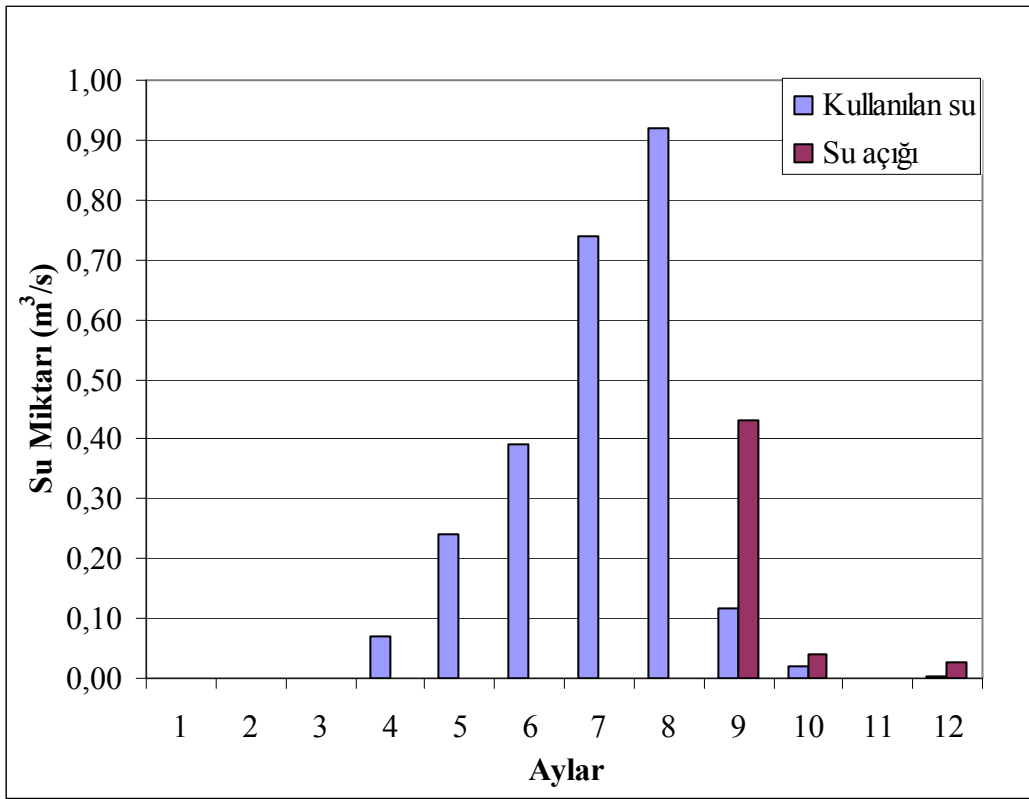
Şekil 4.82 Menemen sulaması 2005 yılı model sonuçları

4.7.2 MIKE BASIN modeli 2006 yılı sonuçları

4.7.2.1 Sarıgöl sulaması

Sarıgöl Sulaması için 2006 yılı Model simülasyon sonucu Şekil 4.83'de grafiksel olarak gösterilmiştir. Modelden elde edilen 2006 yılı sonuçlarına göre sistemdeki mevcut su bitki su ihtiyacını Eylül ayına kadar tamamen karşılamış, Eylül, Ekim ve Aralık aylarında mevcut su bitki su ihtiyacını karşılamaya yeterli olmamıştır. En fazla su açığı

Eylül ayında meydana gelmiştir. Bunun nedeni ise Sarıgöl Sulama birliğinde 2006 yılında sulanan alanın 2005 yılına oranla iki katından daha fazla olmasıdır. Sarıgöl sulamasında toplam kullanılan su miktarı $2.50 \text{ m}^3/\text{s}$, su açığı ise $0.50 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Su açığının $0.43 \text{ m}^3/\text{s}$ 'si Eylül ayında, $0.04 \text{ m}^3/\text{s}$ 'si Ekim ayında ve $0.03 \text{ m}^3/\text{s}$ 'si Aralık ayında meydana gelmiştir. Kullanılan su miktarları ise Nisan ayında $0.07 \text{ m}^3/\text{s}$, Mayıs ayında $0.24 \text{ m}^3/\text{s}$, Haziran ayında $0.39 \text{ m}^3/\text{s}$, Temmuz ayında $0.92 \text{ m}^3/\text{s}$, Ağustos ayında $0.12 \text{ m}^3/\text{s}$ ve Eylül ayında $0.02 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir.

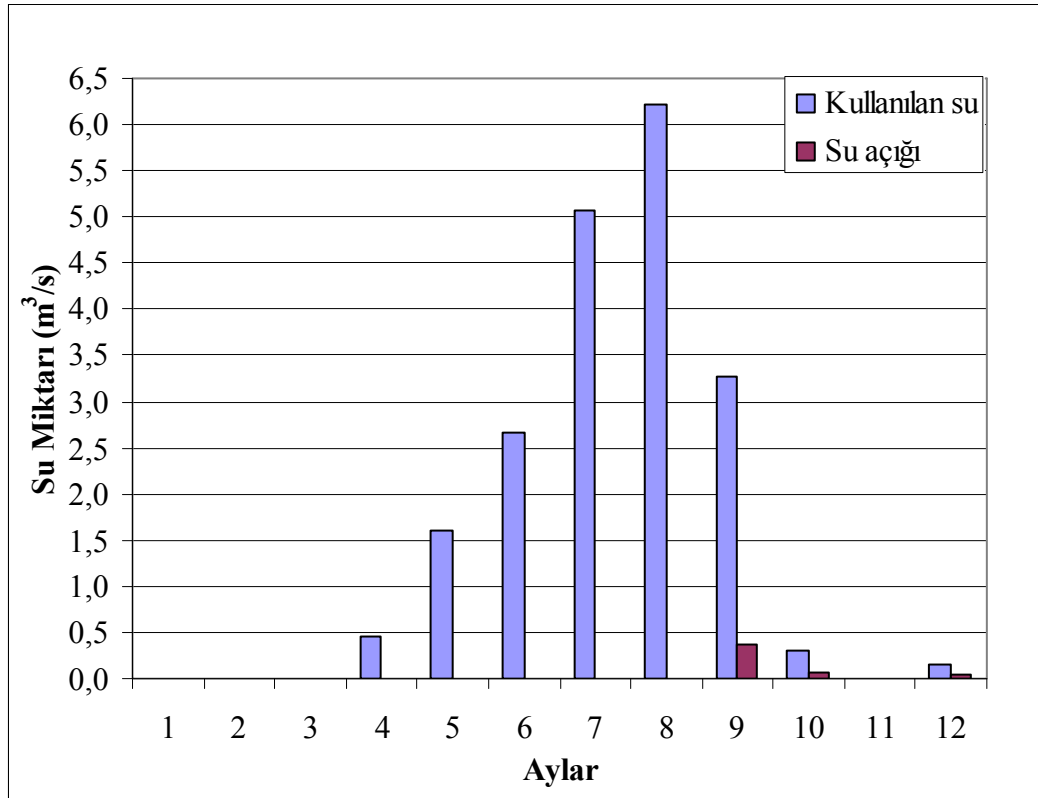


Şekil 4.83 Sarıgöl sulaması 2006 yılı model sonuçları

4.7.2.2 Alaşehir sulaması

Alaşehir sulaması için modelin 2006 yılı simülasyon sonuçları Şekil 4.84'de verilmiştir. MIKE BASIN Modelinin Alaşehir simülasyonu sonuçlarına göre sistemdeki mevcut su bitki su ihtiyacını Eylül ayına kadar tamamen karşılamış, Eylül, Ekim ve Aralık aylarında mevcut su bitki su ihtiyacını karşılamaya yeterli olmamıştır. Sistemdeki su

açığı en fazla Eylül ayında meydana gelmiştir. Bitki su ihtiyacının en yüksek olduğu Temmuz ve Ağustos aylarında su açığı meydana gelmemiştir. Alaşehir sulamasında toplam kullanılan su miktarı 19.71 m³/s, su açığı ise 0.48 m³/s'dir. Su açığının 0.37 m³/s'si Eylül ayında, 0.07 m³/s'si Ekim ayında ve 0.04 m³/s'si Aralık ayında meydana gelmiştir. Kullanılan su miktarları ise Nisan ayında 0.46 m³/s, Mayıs ayında 1.61 m³/s, Haziran ayında 2.67 m³/s, Temmuz ayında 5.06 m³/s, Ağustos ayında 6.21 m³/s, Eylül ayında 3.26 m³/s, Ekim ayında 0.30 m³/s ve Aralık ayında 0.14 m³/s'dir. En fazla su açığı ise Eylül ayında meydana gelmiştir.

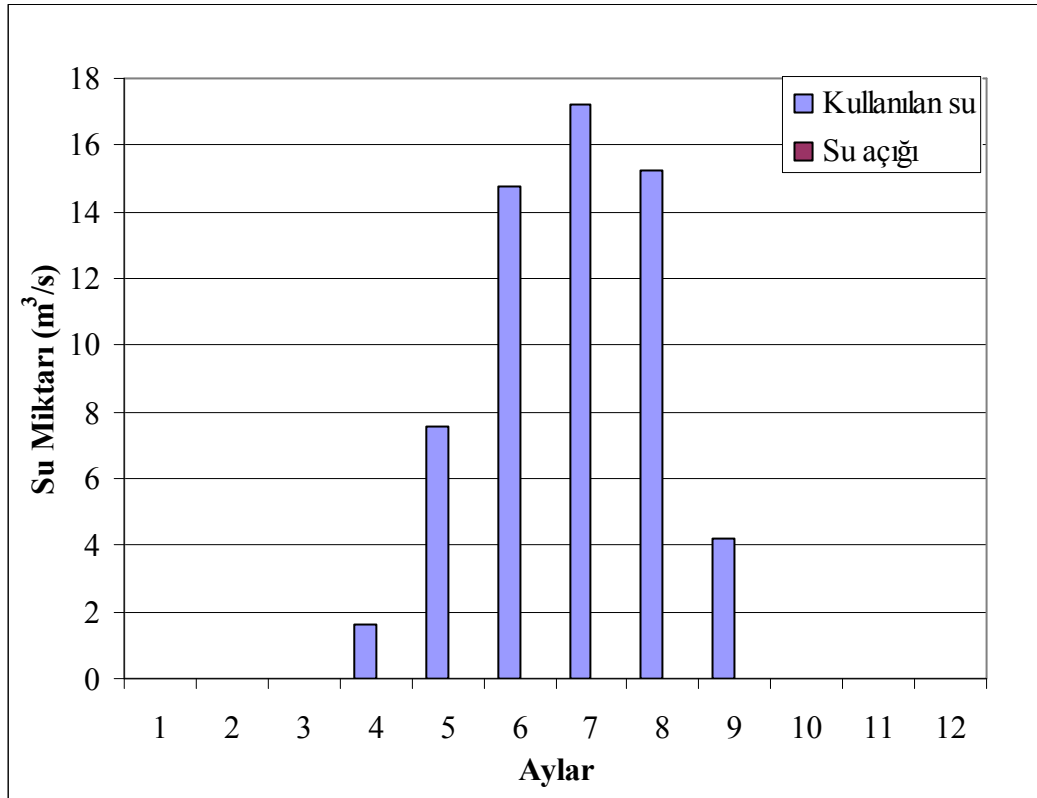


Şekil 4.84 Alaşehir sulaması 2006 yılı model sonuçları

4.7.2.3 Adala sulaması

Adala Sulaması için elde edilen 2006 yılı Model sonuçları Şekil 4.85'da gösterilmektedir. Adala Sulamasına ait sulama birlikleri alanlarında bulunan ürünlerin

ihtiyaç duyduğu su miktarı 2006 yılında da sistemden tamamıyla karşılanmış ve herhangi bir su açığı yaşanmamıştır. Adala sulaması ile suyu karşılanan sulama birliklerinde 2006 yılı sulama yapılan alan miktarı 2005 yılından daha düşüktür ve bu nedenle bitki su ihtiyacı 2005 yılından az olmuştur. Adala sulamasında toplam kullanılan su miktarı $60.61 \text{ m}^3/\text{s}$ olup herhangi bir su açığı meydana gelmemiştir. Aylar itibariyle kullanılan su miktarları ise Nisan ayında $1.61 \text{ m}^3/\text{s}$, Mayıs ayında $7.57 \text{ m}^3/\text{s}$, Haziran ayında $14.73 \text{ m}^3/\text{s}$, Temmuz ayında $17.24 \text{ m}^3/\text{s}$, Ağustos ayında $15.27 \text{ m}^3/\text{s}$ ve Eylül ayında $4.19 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir.

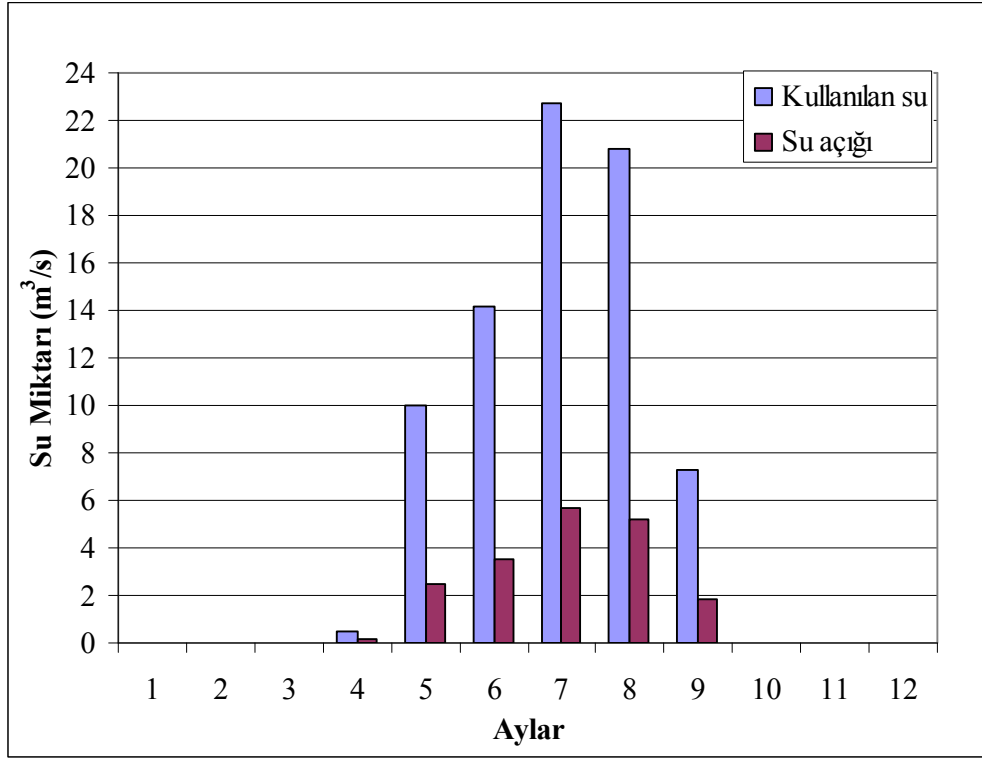


Şekil 4.85 Adala sulaması 2006 yılı model sonuçları

4.7.2.4 Ahmetli sulaması

MIKE BASIN Modelinin 2006 yılı Ahmetli sulaması için elde ettiği sonuçlar Şekil 4.86'da verilmiştir. Ahmetli sulamasında 2006 yılında da bitki su ihtiyacı arttıkça su

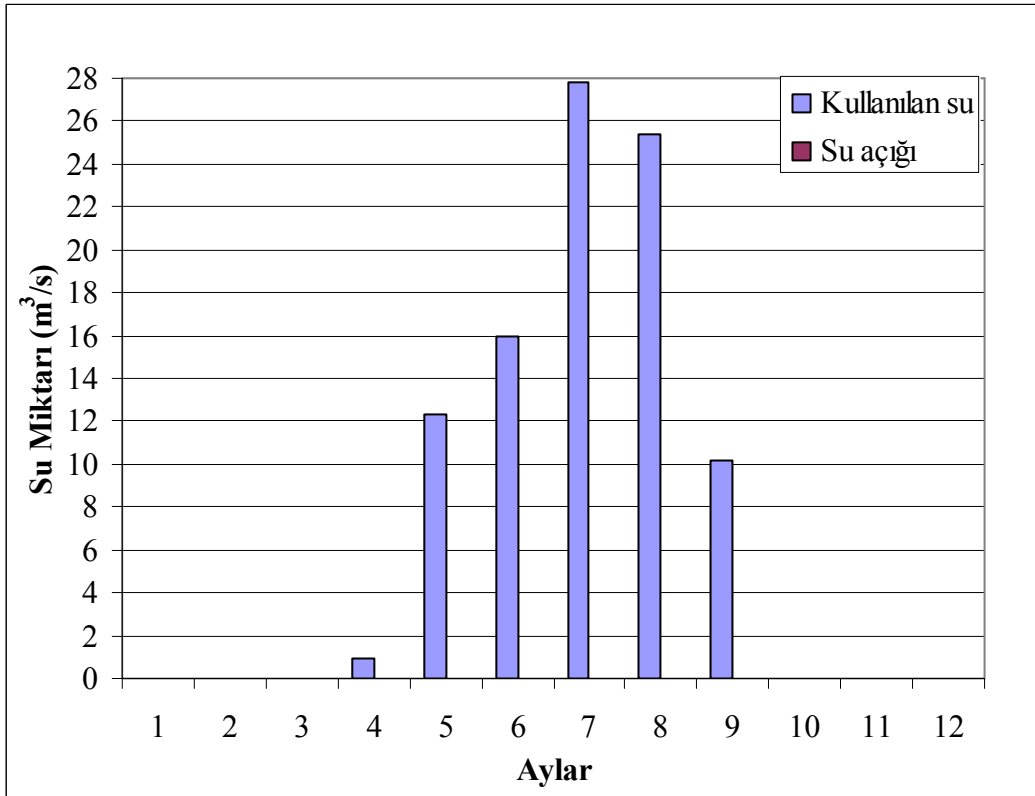
açığı da artış göstermiştir. Bitki su ihtiyacının en yüksek ay olduğu Temmuz'da su açığı da en yüksek düzeye ulaşmıştır. Yıl içerisinde en düşük düzeyde su açığı ise bitki gelişimlerinin başladığı Nisan ayında gerçekleşmiştir. Ahmetli sulamasında toplam kullanılan su miktarı $75.60 \text{ m}^3/\text{s}$, su açığı ise $18.90 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Su açığının $0.13 \text{ m}^3/\text{s}$ 'si Nisan ayında, $2.51 \text{ m}^3/\text{s}$ 'si Mayıs ayında, $3.56 \text{ m}^3/\text{s}$ 'si Haziran ayında, $5.69 \text{ m}^3/\text{s}$ 'si Temmuz ayında, $5.21 \text{ m}^3/\text{s}$ 'si Ağustos ayında ve $1.82 \text{ m}^3/\text{s}$ 'si Eylül ayında meydana gelmiştir. Kullanılan su miktarları ise Nisan ayında $0.50 \text{ m}^3/\text{s}$, Mayıs ayında $10.03 \text{ m}^3/\text{s}$, Haziran ayında $14.18 \text{ m}^3/\text{s}$, Temmuz ayında $22.76 \text{ m}^3/\text{s}$, Ağustos ayında $20.84 \text{ m}^3/\text{s}$ ve Eylül ayında $7.28 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. En fazla su açığı ise Temmuz ve Ağustos aylarında, en az ise Nisan ayında meydana gelmiştir.



Şekil 4.86 Ahmetli sulaması 2006 yılı model sonuçları

4.7.2.5 Menemen sulaması

Menemen Sulaması 2006 yılı model simülasyon sonuçları Şekil 4.87’de yer almaktadır. Menemen sulamasında 2006 yılında da su açığı belirlenmemiştir. Yıl içerisinde en yüksek bitki su ihtiyacı Temmuz ayında en düşük ise Nisan ayında olmuştur. Su açığının her iki yılda da yaşanmadığı Menemen sulamasına bağlı olan birliklerde 2006 yılında sulanan alan miktarı 2005’e oranla daha fazladır. En fazla bitki su ihtiyacı Temmuz ayında ve onu takip eden Ağustos ayında olmuştur. Menemen sulamasında toplam kullanılan su miktarı $92.66 \text{ m}^3/\text{s}$ olup herhangi bir su açığı meydana gelmemiştir. Aylar itibariyle kullanılan su miktarları ise Nisan ayında $0.98 \text{ m}^3/\text{s}$, Mayıs ayında $12.32 \text{ m}^3/\text{s}$, Haziran ayında $15.93 \text{ m}^3/\text{s}$, Temmuz ayında $27.83 \text{ m}^3/\text{s}$, Ağustos ayında $25.38 \text{ m}^3/\text{s}$ ve Eylül ayında $10.22 \text{ m}^3/\text{s}$ ’dir.

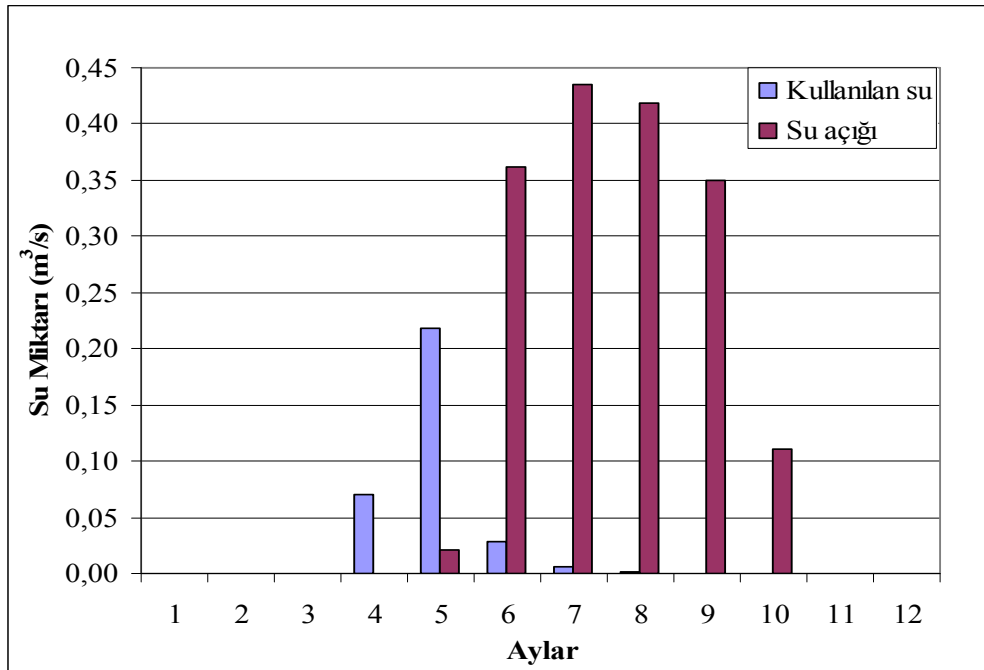


Şekil 4.87 Menemen sulaması 2006 yılı model sonuçları

4.7.3 MIKE BASIN modeli 2007 yılı sonuçları

4.7.3.1 Sarıgöl sulaması

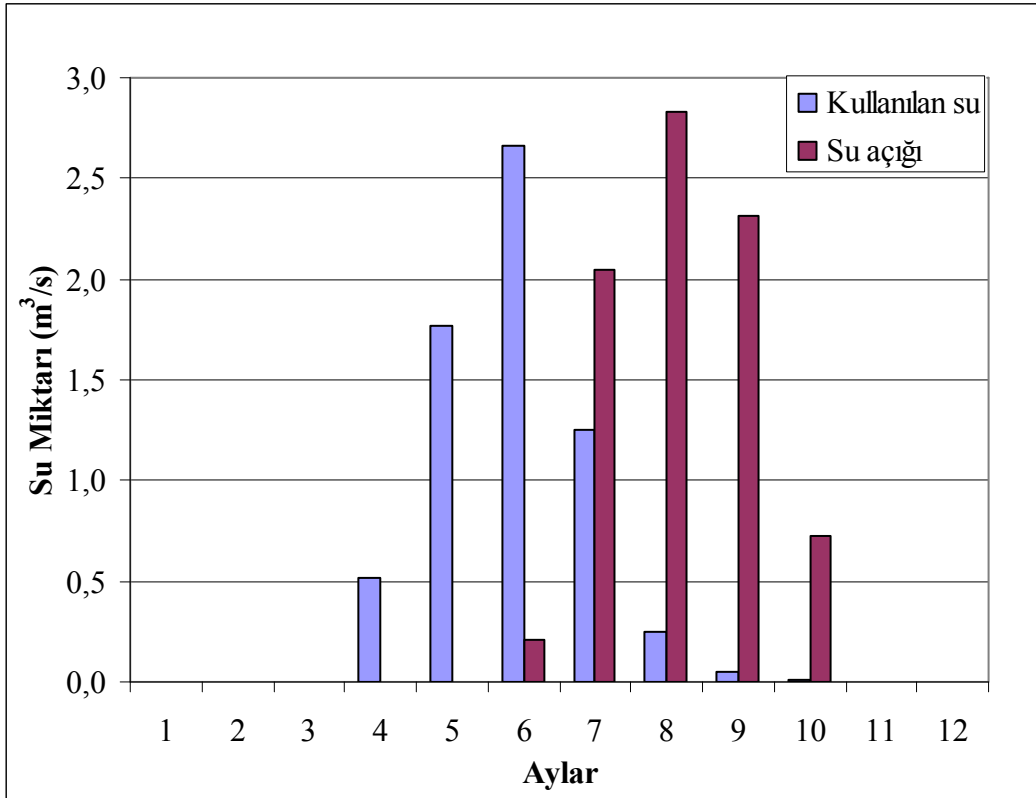
MIKE BASIN Modelinin Sarıgöl Sulaması 2007 yılı sonuçları Şekil 4.88’de verilmiştir. Havza genelinde 2007 yılı 2005 ve 2006 yıllarından daha kurak geçmiştir. Kuraklık nedeniyle havzada bulunan birliklerde 2007 yılında sulamaya açılan alan miktarları oldukça düşmüştür. Sarıgöl sulamasında 2007 yılında sistemde mevcut su sadece Nisan ve Mayıs aylarında bitki su ihtiyacını karşılayabilmiş ve yılın diğer aylarında mevcut su bitkilerin ihtiyaç duyduğu miktarın çok altında kalmıştır. 2007 yılının kurak bir yıl olması su açığının bu kadar fazla olmasına neden olmuştur. Sarıgöl sulamasında toplam kullanılan su miktarı $0.32 \text{ m}^3/\text{s}$, su açığı ise $1.70 \text{ m}^3/\text{s}$ ’dir. Su açığının $0.02 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Mayıs ayında, $0.36 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Haziran ayında, $0.43 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Temmuz ayında, $0.42 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Ağustos ayında, $0.35 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Eylül ayında ve $0.11 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Ekim ayında meydana gelmiştir. Kullanılan su miktarları ise Nisan ayında $0.07 \text{ m}^3/\text{s}$, Mayıs ayında $0.22 \text{ m}^3/\text{s}$, Haziran ayında $0.03 \text{ m}^3/\text{s}$ ve Temmuz ayında $0.01 \text{ m}^3/\text{s}$ ’dir.



Şekil 4.88 Sarıgöl sulaması 2007 yılı model sonuçları

4.7.3.2 Alaşehir sulaması

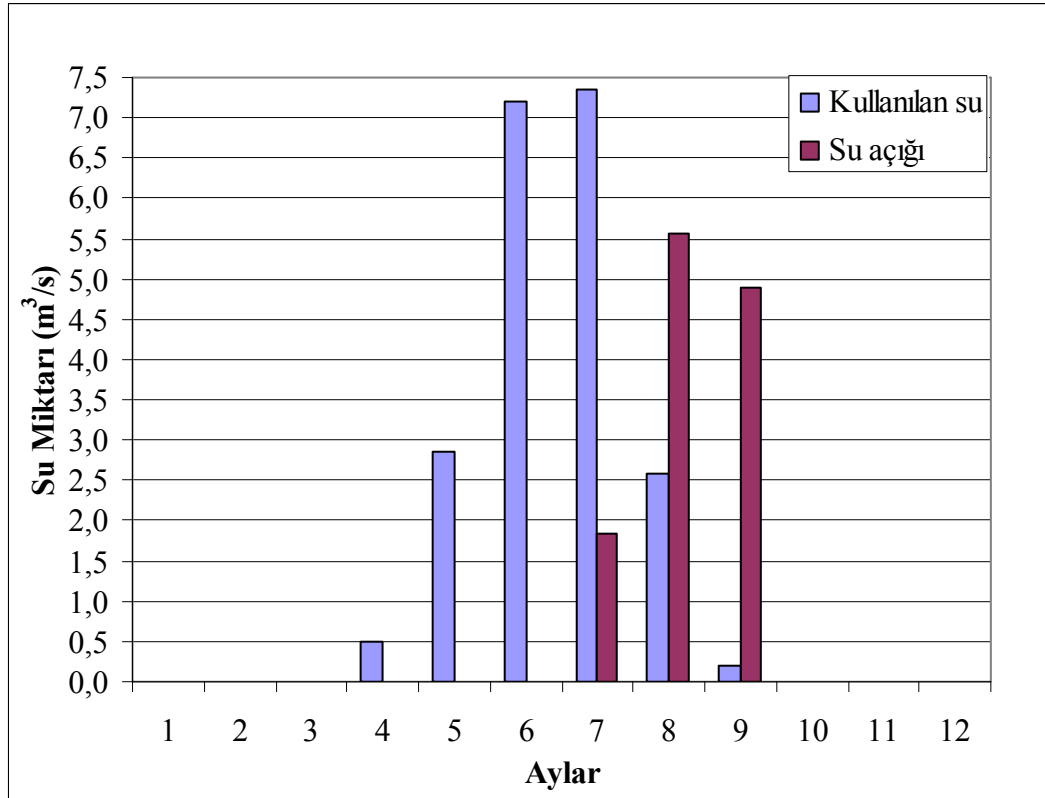
MIKE BASIN Modelinin 2007 yılı Alaşehir Sulaması için elde ettiği simülasyon sonuçları Şekil 4. 89’da verilmiştir. Modelin ürettiği grafik incelendiğinde sistemdeki mevcut suyun Nisan ve Mayıs aylarında bitki su ihtiyacını karşılamaya yettiği, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında kısmen karşıladığı, Eylül ve Ekim aylarında ise yetersiz kaldığı görülmektedir. 2007 yılının diğer yıllardan kurak olması sulamaya açılan alanların azalmasına neden olmuştur. Alaşehir sulamasında toplam kullanılan su miktarı $6.51 \text{ m}^3/\text{s}$, su açığı ise $8.14 \text{ m}^3/\text{s}$ ’dir. Su açığının $0.21 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Haziran ayında, $2.05 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Temmuz ayında, $2.83 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Ağustos ayında, $2.32 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Eylül ayında ve $0.13 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Ekim ayında meydana gelmiştir. Kullanılan su miktarları ise Nisan ayında $0.52 \text{ m}^3/\text{s}$, Mayıs ayında $1.77 \text{ m}^3/\text{s}$, Haziran ayında $2.66 \text{ m}^3/\text{s}$, Temmuz ayında $1.25 \text{ m}^3/\text{s}$, Ağustos ayında $0.25 \text{ m}^3/\text{s}$, Eylül ayında $0.05 \text{ m}^3/\text{s}$ ve Ekim ayında $0.01 \text{ m}^3/\text{s}$ ’dir. En fazla su açığı Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında meydana gelmiştir.



Şekil 4.89 Alaşehir sulaması 2007 yılı model sonuçları

4.7.3.3 Adala sulaması

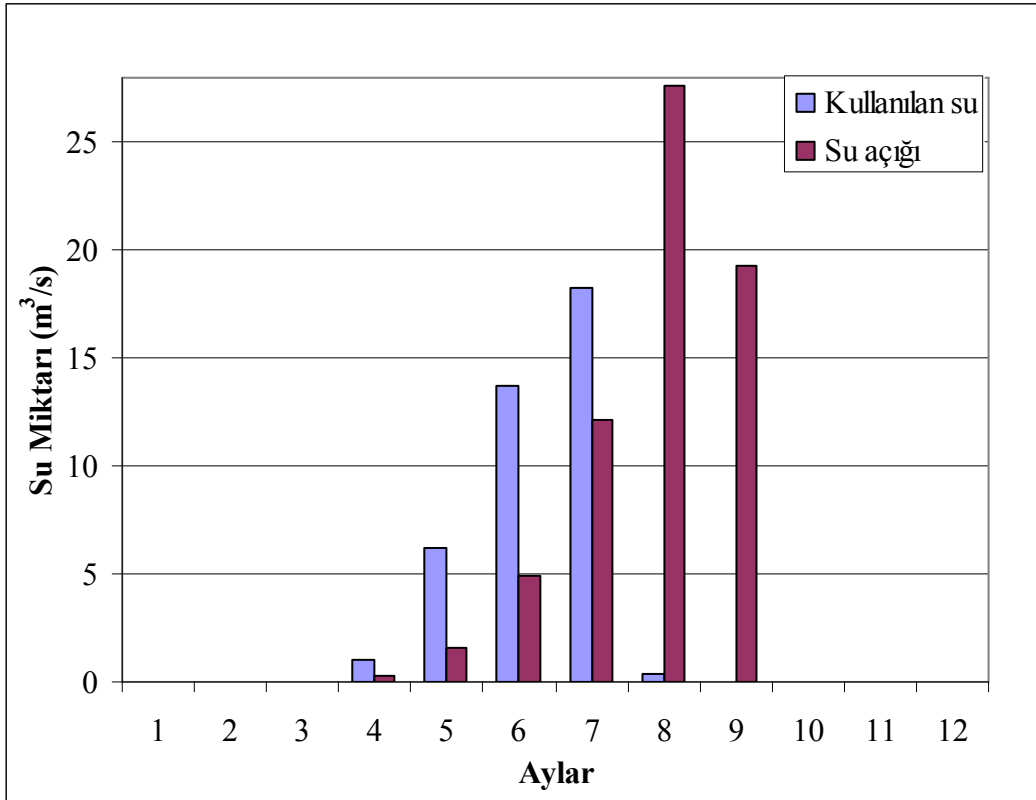
MIKE BASIN Modelinin Adala Sulaması için elde edilen 2007 yılı Model sonuçları Şekil 4.90'da gösterilmektedir. Modelin Adala için 2007 yılında ürettiği sonuçlara göre Bitkinin suya ihtiyaç duymaya başladığı Nisan ayından Temmuz başına kadar sistemde mevcut olan su ihtiyacı karşılamaya tamamiyle yeterli olmuştur. Temmuz ayından itibaren su açığı başlamış Ağustos ve Eylül aylarında maksimum düzeye ulaşmıştır. Adala sulamasında toplam kullanılan su miktarı $20.68 \text{ m}^3/\text{s}$, su açığı ise $12.30 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Su açığının $1.84 \text{ m}^3/\text{s}$ 'si Temmuz ayında, $5.57 \text{ m}^3/\text{s}$ 'si Ağustos ayında ve $4.89 \text{ m}^3/\text{s}$ 'si Eylül ayında meydana gelmiştir. Kullanılan su miktarları ise Nisan ayında $0.50 \text{ m}^3/\text{s}$, Mayıs ayında $2.86 \text{ m}^3/\text{s}$, Haziran ayında $7.20 \text{ m}^3/\text{s}$, Temmuz ayında $7.36 \text{ m}^3/\text{s}$, Ağustos ayında $2.57 \text{ m}^3/\text{s}$ ve Eylül ayında $0.19 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. En fazla su açığı Ağustos ve Eylül aylarında meydana gelmiştir.



Şekil 4.90 Adala sulaması 2007 yılı model sonuçları

4.7.3.4 Ahmetli sulaması

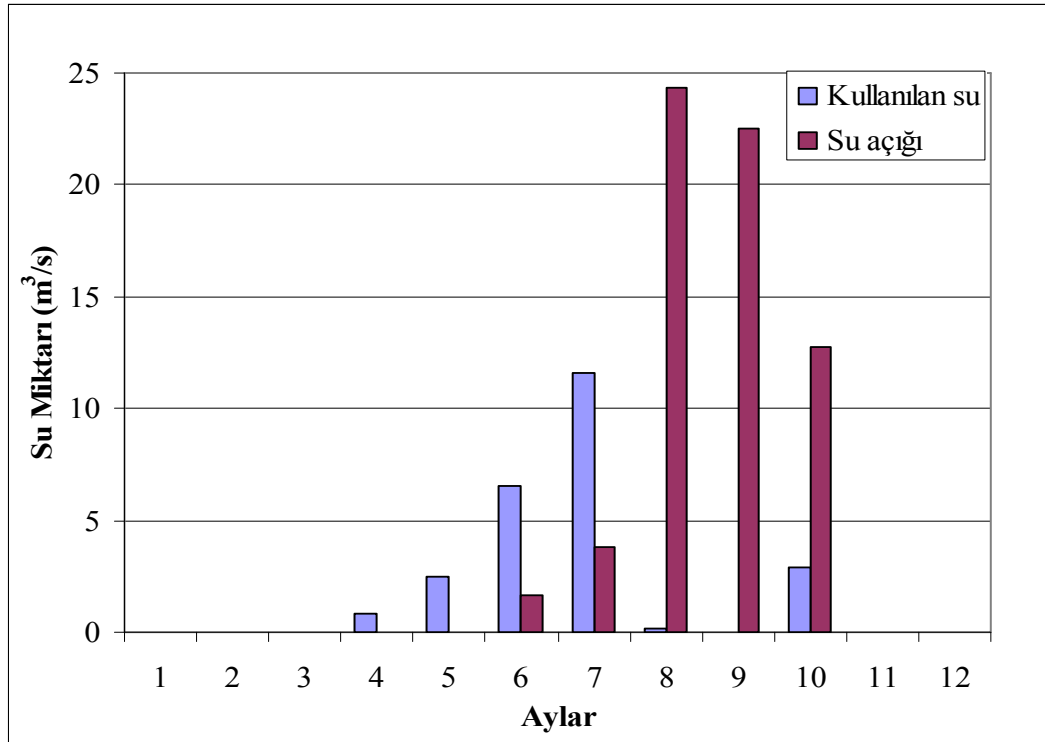
MIKE BASIN Modelinin 2007 yılı Ahmetli sulaması için elde ettiği sonuçlar Şekil 4.91’de verilmiştir. Ahmetli Sulaması için modelin ürettiği grafiğe göre bitki su ihtiyacının başladığı Nisan ayından Ekim başına kadar her ay bitki su tüketimine paralel bir eğilim gösteren su açığı belirlenmiştir. 2005 ve 2006 yılında sistemdeki su, bitki su ihtiyacını karşılar iken 2007 yılında her ay su açığı meydana gelmiş ve Ağustos ayında maksimumu seviyeye ulaşmıştır. Ahmetli sulamasında toplam kullanılan su miktarı $39.54 \text{ m}^3/\text{s}$, su açığı ise $65.81 \text{ m}^3/\text{s}$ ’dir. Su açığının $0.24 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Nisan ayında, $1.55 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Mayıs ayında, $4.95 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Haziran ayında, $12.15 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Temmuz ayında, $27.59 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Ağustos ayında ve $19.32 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Eylül ayında meydana gelmiştir. Kullanılan su miktarları ise Nisan ayında $0.98 \text{ m}^3/\text{s}$, Mayıs ayında $6.21 \text{ m}^3/\text{s}$, Haziran ayında $13.72 \text{ m}^3/\text{s}$, Temmuz ayında $18.22 \text{ m}^3/\text{s}$, Ağustos ayında $0.39 \text{ m}^3/\text{s}$ ve Eylül ayında $0.03 \text{ m}^3/\text{s}$ ’dir. En fazla su açığı Ağustos ve Eylül aylarında meydana gelmiştir.



Şekil 4.91 Ahmetli sulaması 2007 yılı model sonuçları

4.7.3.5 Menemen sulaması

MIKE BASIN Modelinin Menemen Sulaması 2007 yılı model simülasyon sonuçları Şekil 4.92’de yer almaktadır. Menemen Sulaması için modelin elde ettiği sonuçlara göre, Nisan ve Mayıs aylarında bitki su ihtiyacı sistemdeki su ile karşılanmış, ancak Haziran başından Ağustos sonuna kadar sistemde su açığı meydana gelmiştir. Eylül ayında sistemde hiç su kalmamış ancak Ekim ayında meydana gelen yağışlar ile sistemde bir miktar su birikmiş ve Ekim ayı bitki su ihtiyacının az bir bölümünü karşılamıştır. Menemen sulamasında toplam kullanılan su miktarı $24.54 \text{ m}^3/\text{s}$, su açığı ise $65.06 \text{ m}^3/\text{s}$ ’dir. Su açığının $1.63 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Haziran ayında, $3.82 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Temmuz ayında, $24.32 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Ağustos ayında, $22.53 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Eylül ayında ve $12.75 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Ekim ayında meydana gelmiştir. Kullanılan su miktarları ise Nisan ayında $0.81 \text{ m}^3/\text{s}$, Mayıs ayında $2.50 \text{ m}^3/\text{s}$, Haziran ayında $6.50 \text{ m}^3/\text{s}$, Temmuz ayında $11.62 \text{ m}^3/\text{s}$, Ağustos ayında $0.21 \text{ m}^3/\text{s}$, Eylül ayında $0.02 \text{ m}^3/\text{s}$ ve Ekim ayında $2.89 \text{ m}^3/\text{s}$ ’dir. En fazla su açığı Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında meydana gelmiştir.

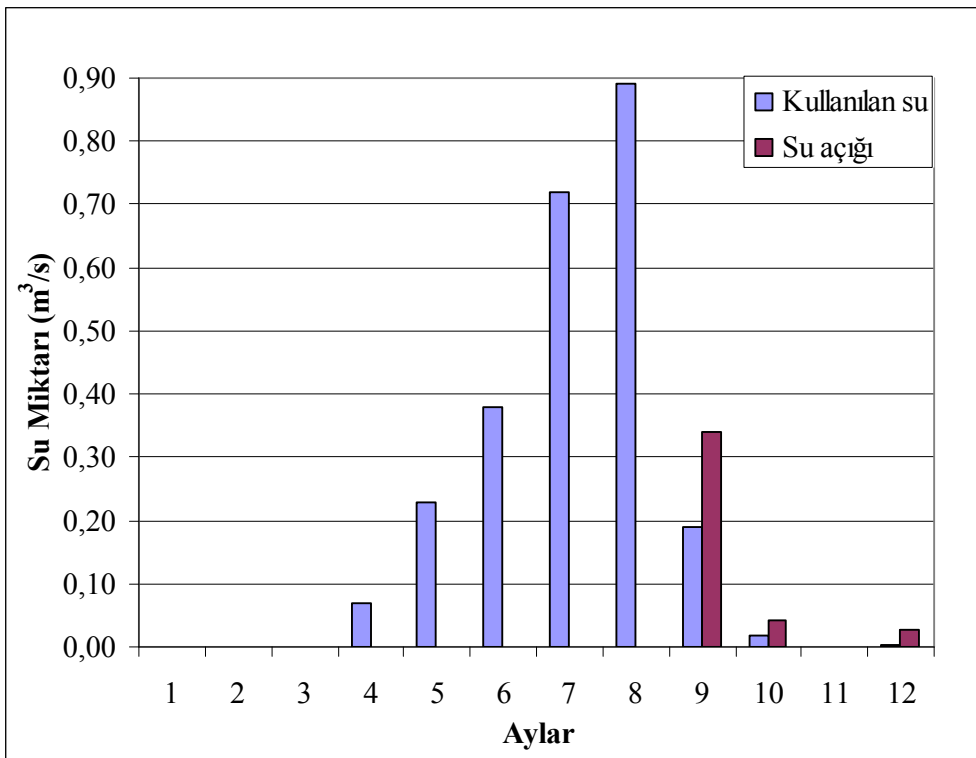


Şekil 4.92 Menemen sulaması 2007 yılı model sonuçları

4.7.4 MIKE BASIN modelinin sulama birliklerine ait net sulama alanının basınçlı sulama ile sulanması senaryosu sonuçları

4.7.4.1 Sarıgöl sulaması

Sarıgöl sulamasından su alan Sarıgöl Sulama Birliğinin net sulama alanı olan 1927 hektarlık alanın basınçlı sulama ile sulanması model sonuçları Şekil 4.93’de verilmiştir. Modelden elde edilen Sarıgöl sulamasına ait net sulama alanının basınçlı sulama ile sulanması senaryosu sonuçlarına göre göre 2006 yılında Buldan Barajında yıl boyunca depolanan su bitki su ihtiyacını Eylül ayına kadar tamamen karşılamakta, Eylül, Ekim ve Aralık aylarında mevcut su bitki su ihtiyacını karşılamaya yeterli olmamaktadır.

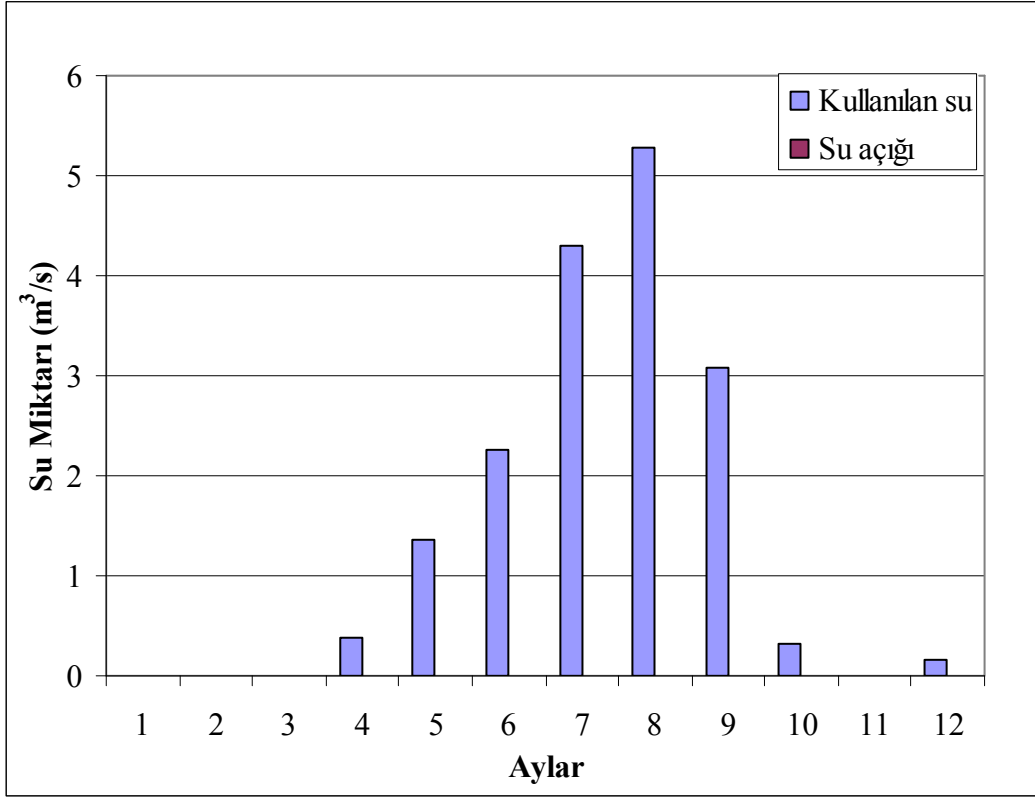


Şekil 4.93 MIKE BASIN Modeli Sarıgöl Sulaması net sulama alanının basınçlı sulama ile sulanması senaryosu sonuçları

En fazla su açığı Eylül ayında meydana gelmektedir. Sarıgöl sulamasında toplam kullanılan su miktarı $2.50 \text{ m}^3/\text{s}$, su açığı ise $0.41 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Su açığının $0.34 \text{ m}^3/\text{s}$ 'si Eylül ayında, $0.04 \text{ m}^3/\text{s}$ 'si Ekim ayında ve $0.03 \text{ m}^3/\text{s}$ 'si Aralık ayında meydana gelmektedir. Kullanılan su miktarları ise Nisan ayında $0.07 \text{ m}^3/\text{s}$, Mayıs ayında $0.23 \text{ m}^3/\text{s}$, Haziran ayında $0.28 \text{ m}^3/\text{s}$, Temmuz ayında $0.72 \text{ m}^3/\text{s}$, Ağustos ayında $0.89 \text{ m}^3/\text{s}$, Eylül ayında $0.19 \text{ m}^3/\text{s}$ ve Ekim ayında $0.02 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir.

4.7.4.2 Alaşehir sulaması

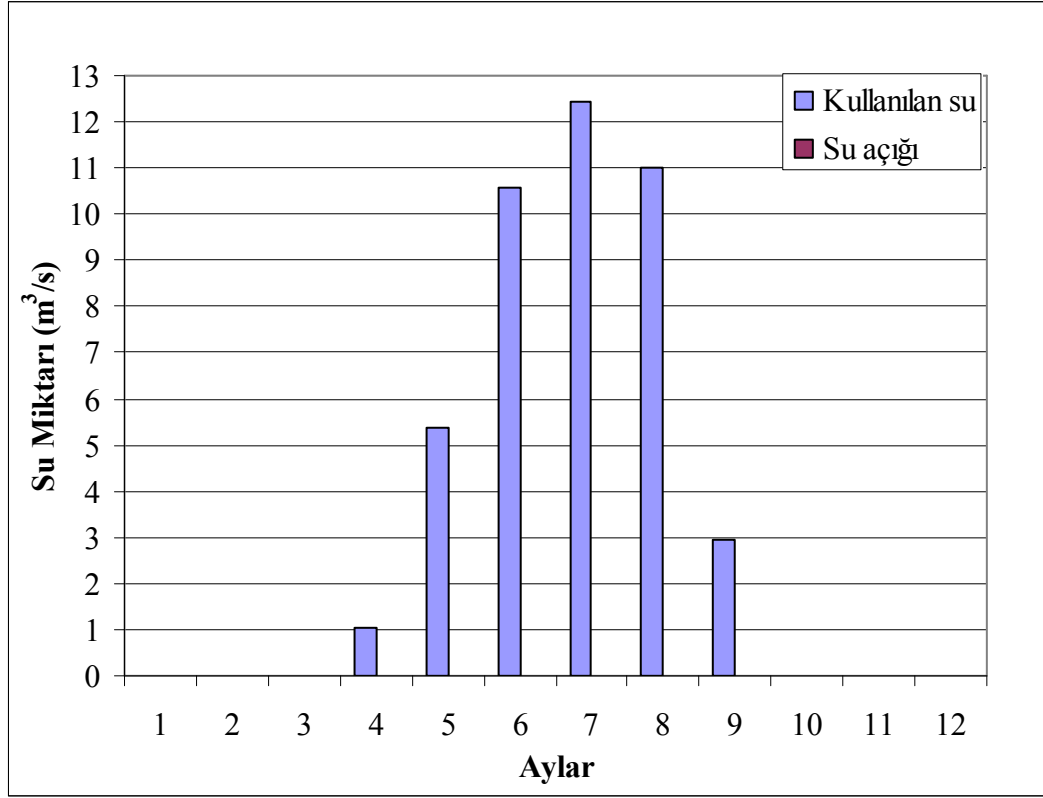
Alaşehir sulamasından su alan Üzüm ve Bağ Sulama Birliklerinin net sulama alanı olan 11416 hektarlık alanın basınçlı sulama ile sulanması model sonuçları Şekil 4.94'de verilmiştir. Modelden elde edilen Alaşehir sulamasına ait net sulama alanının basınçlı sulama ile sulanması senaryosu sonuçlarına göre, 2006 yılında Avşar Barajında yıl boyunca depolanan su bitki su ihtiyacını Nisan'dan başlayarak Aralık ayına kadar tamamıyla karşılamaya yeterli olmaktadır. Alaşehir sulamasında toplam kullanılan su miktarı $17.19 \text{ m}^3/\text{s}$ olup herhangi bir su açığı meydana gelmemektedir. Kullanılan su miktarları ise Nisan ayında $0.39 \text{ m}^3/\text{s}$, Mayıs ayında $1.37 \text{ m}^3/\text{s}$, Haziran ayında $2.27 \text{ m}^3/\text{s}$, Temmuz ayında $4.31 \text{ m}^3/\text{s}$, Ağustos ayında $5.28 \text{ m}^3/\text{s}$, Eylül ayında $3.09 \text{ m}^3/\text{s}$ ve Ekim ayında $0.32 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir.



Şekil 4.94 MIKE BASIN Modeli Alaşehir Sulaması net sulama alanının basınçlı sulama ile sulanması senaryosu sonuçları

4.7.4.3 Adala sulaması

Adala Sulamasından su alan Sulama Birliklerinin net sulama alanı olan 22797 hektarlık alanın basınçlı sulama ile sulanması model sonuçları Şekil 4.95’de verilmiştir. Modelden elde edilen Adala sulamasına ait net sulama alanının basınçlı sulama ile sulanması senaryosu sonuçlarına göre, 2006 yılında Demirköprü ve Gölarmara Barajlarında yıl boyunca depolanan su bitki su ihtiyacını Nisan’dan başlayarak Ekim ayı başına kadar tamamıyla karşılamaya yeterli olmaktadır. Adala sulamasında toplam kullanılan su miktarı $17.19 \text{ m}^3/\text{s}$ olup herhangi bir su açığı meydana gelmemektedir. Kullanılan su miktarları ise Nisan ayında $1.06 \text{ m}^3/\text{s}$, Mayıs ayında $5.36 \text{ m}^3/\text{s}$, Haziran ayında $10.58 \text{ m}^3/\text{s}$, Temmuz ayında $12.44 \text{ m}^3/\text{s}$, Ağustos ayında $11.02 \text{ m}^3/\text{s}$ ve Eylül ayında $2.94 \text{ m}^3/\text{s}$ ’dir. Bitki su tüketiminin en yüksek olduğu ay Temmuz ayı, en düşük olduğu ay ise Nisan ayıdır.

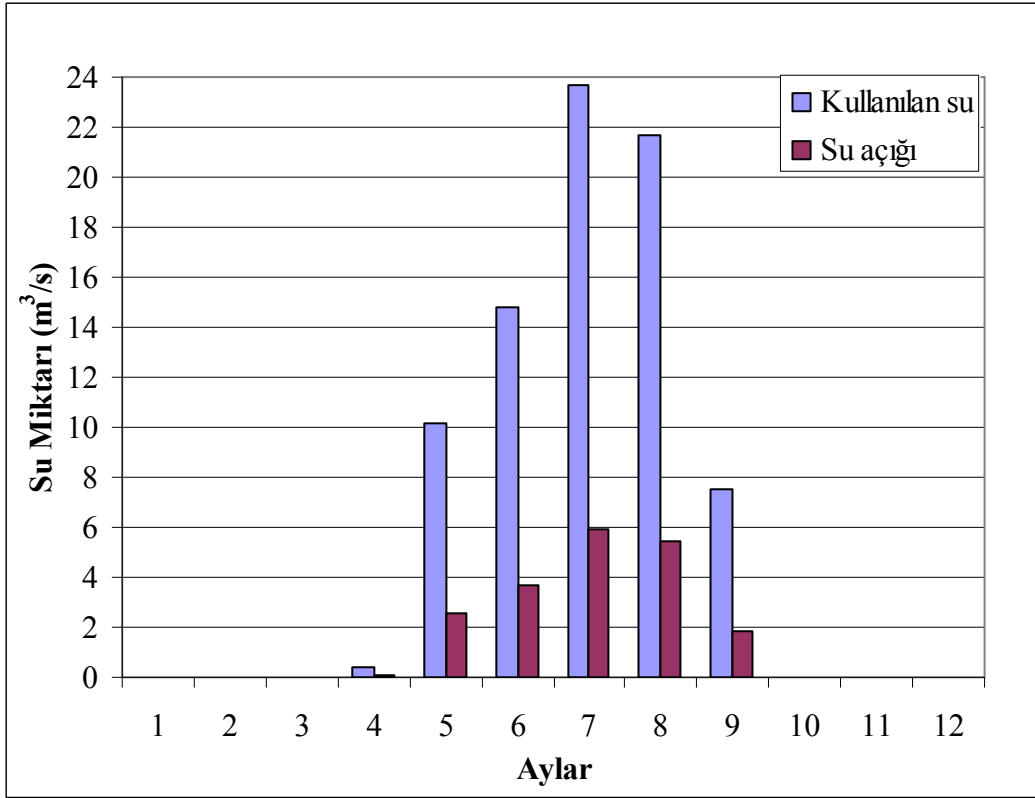


Şekil 4.95 MIKE BASIN Modeli Adala Sulaması net sulama alanının basınçlı sulama ile sulanması senaryosu sonuçları

4.7.4.4 Ahmetli sulaması

Ahmetli Sulamasından su alan Sulama Birliklerinin net sulama alanı olan 50232 hektarlık alanın basınçlı sulama ile sulanması model sonuçları Şekil 4.96’da verilmiştir. Modelden elde edilen Ahmetli sulamasına ait net sulama alanının basınçlı sulama ile sulanması senaryosu sonuçlarına göre, 2006 yılında Demirköprü ve Gölarmara Barajlarında yıl boyunca depolanan su bitki su ihtiyacını, sulama sezonu başlangıcı olan Nisan ayından itibaren Ekim ayı başına kadar karşılamaya yeterli olmamaktadır. Su açığı en fazla Temmuz ayında, en az ise Nisan ayında meydana gelmektedir. Ahmetli sulamasında toplam kullanılan su miktarı $78.29 \text{ m}^3/\text{s}$, su açığı ise $19.57 \text{ m}^3/\text{s}$ ’dir. Su açığının $0.11 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Nisan ayında, $2.55 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Mayıs ayında, $3.70 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Haziran ayında, $5.93 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Temmuz ayında, $5.42 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Ağustos ayında ve $1.87 \text{ m}^3/\text{s}$ ’si Eylül ayında meydana gelmektedir. Kullanılan su miktarları ise Nisan ayında $0.43 \text{ m}^3/\text{s}$,

Mayıs ayında 10.19 m³/s, Haziran ayında 14.78 m³/s, Temmuz ayında 23.70 m³/s, Ağustos ayında 21.69 m³/s ve Eylül ayında 7,49 m³/s'dir.

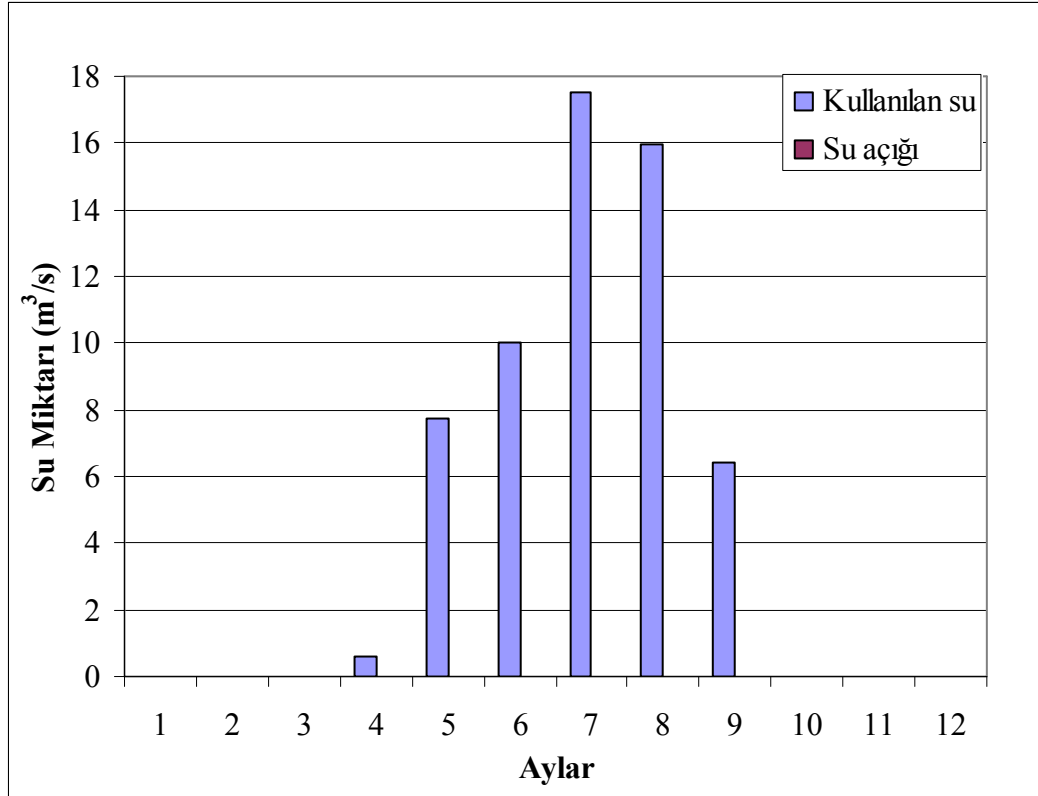


Şekil 4.96 MIKE BASIN Modeli Ahmetli Sulaması net sulama alanının basınçlı sulama ile sulanması senaryosu sonuçları

4.7.4.5 Menemen sulaması

Menemen Sulamasından su alan Sulama Birliklerinin net sulama alanı olan 22865 hektarlık alanın basınçlı sulama ile sulanması model sonuçları Şekil 4.97’de verilmiştir. Modelden elde edilen Menemen sulamasına ait net sulama alanının basınçlı sulama ile sulanması senaryosu sonuçlarına göre, 2006 yılında Demirköprü ve Gölarmara Barajlarında yıl boyunca depolanan su bitki su ihtiyacını, sulama sezonu başlangıcı olan Nisan ayından itibaren Ekim ayı başına kadar karşılamaya yeterli olmaktadır. Menemen sulamasında toplam kullanılan su miktarı 58.38 m³/s olup herhangi bir su açığı meydana gelmemektedir. Kullanılan su miktarları ise Nisan ayında 0.62 m³/s, Mayıs ayında 7.76

m³/s, Haziran ayında 10.04 m³/s, Temmuz ayında 17.53 m³/s, Ağustos ayında 15.99 m³/s ve Eylül ayında 6.44 m³/s'dir. Bitki su tüketiminin en yüksek olduğu ay Temmuz ayı, en düşük olduğu ay ise Nisan ayıdır.



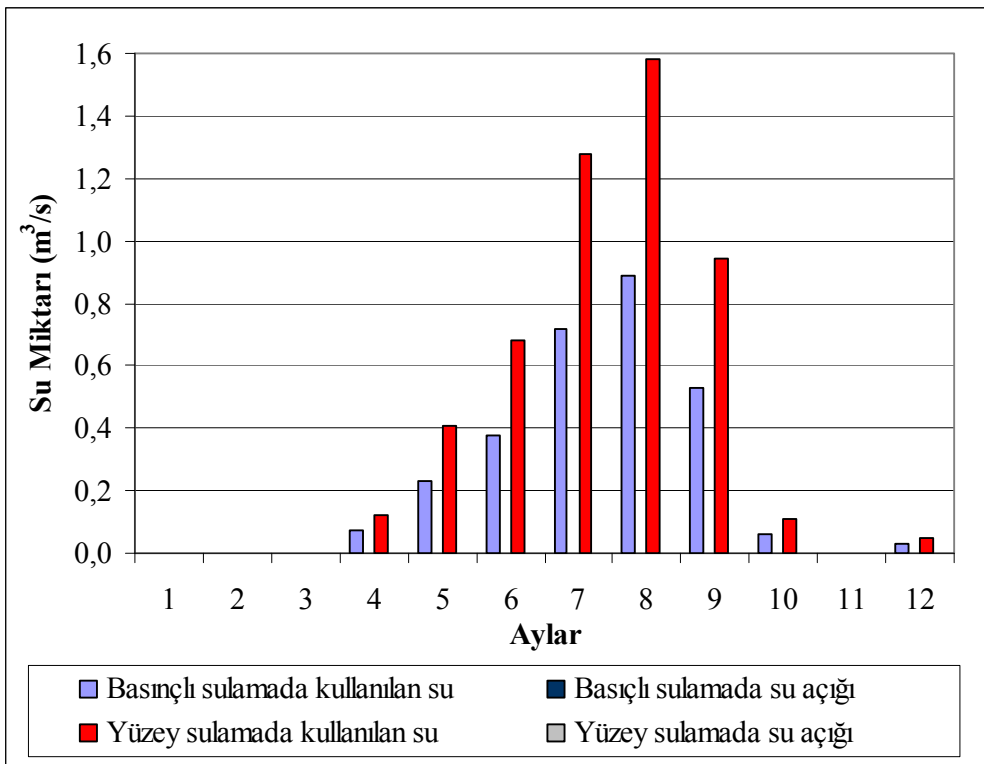
Şekil 4.97 MIKE BASIN Modeli Menemen Sulaması net sulama alanının basınçlı sulama ile sulanması senaryosu sonuçları

4.7.5 MIKE BASIN modelinin sulama birliklerine ait net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve su kaynaklarının tam kapasitede kullanılması senaryosu sonuçları

4.7.5.1 Sarıgöl sulaması

Sarıgöl sulamasından su alan Sarıgöl Sulama Birliğinin net sulama alanı olan 1927 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Buldan Barajının tam kapasitede kullanılması ile elde edilen model sonuçları Şekil 4.98'de verilmiştir.

Modelden elde edilen sonuçlara göre, hem basınçlı hemde yüzey sulamada mevcut su bitki su ihtiyacını Nisan'dan başlayarak Aralık ayı sonuna kadar tamamıyla karşılamaya yeterli olmaktadır. Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında sırasıyla 0.07 ve 0.12 m³/s, Mayıs ayında 0.23 ve 0.41 m³/s, Haziran ayında 0.38 ve 0.68 m³/s, Temmuz ayında 0.72 ve 1.28 m³/s, Ağustos ayında 0.89 ve 1.58 m³/s, Eylül ayında 0.53 ve 0.94 m³/s, Ekim ayında 0.06 ve 0.11 m³/s ve Aralık ayında 0.03 ve 0.05 m³/s'dir.

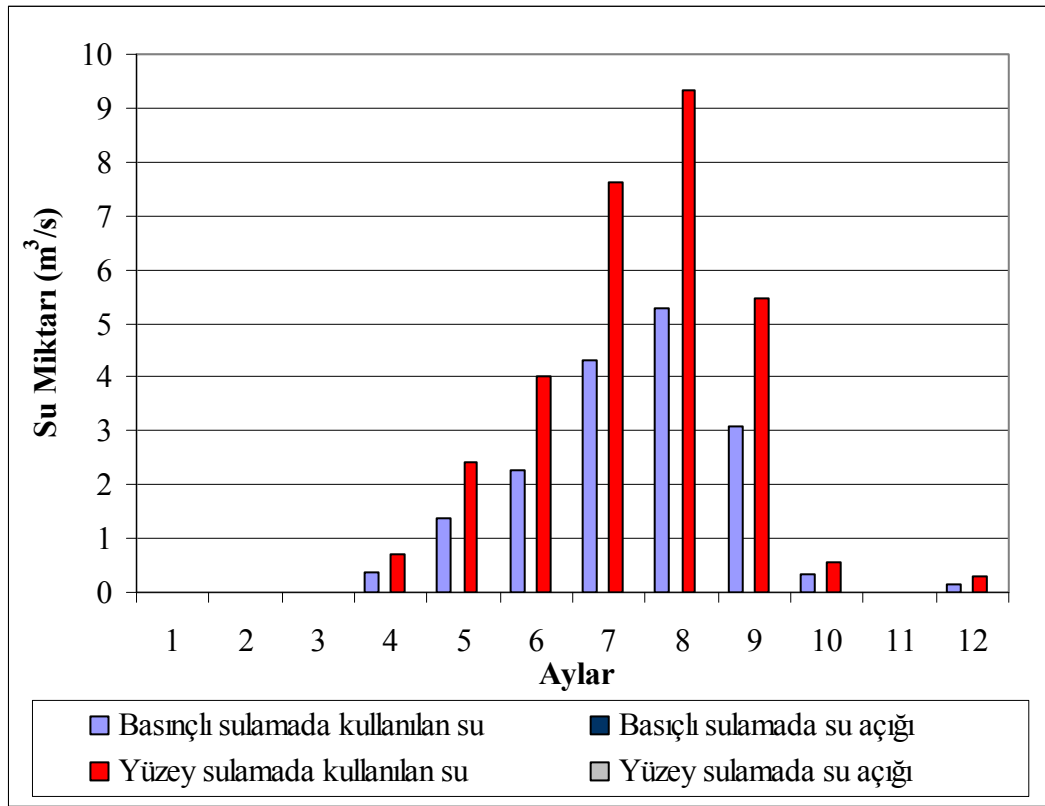


Şekil 4.98 MIKE BASIN Modeli Sarıgöl Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Buldan Barajının tam kapasitede kullanılması senaryosu sonuçları

4.7.5.2 Alaşehir sulaması

Alaşehir sulamasından su alan Üzüm ve Bağ Sulama Birliklerinin net sulama alanı olan 11416 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Avşar Barajının tam kapasitede kullanılması ile elde edilen model sonuçları Şekil 4.99'da verilmiştir.

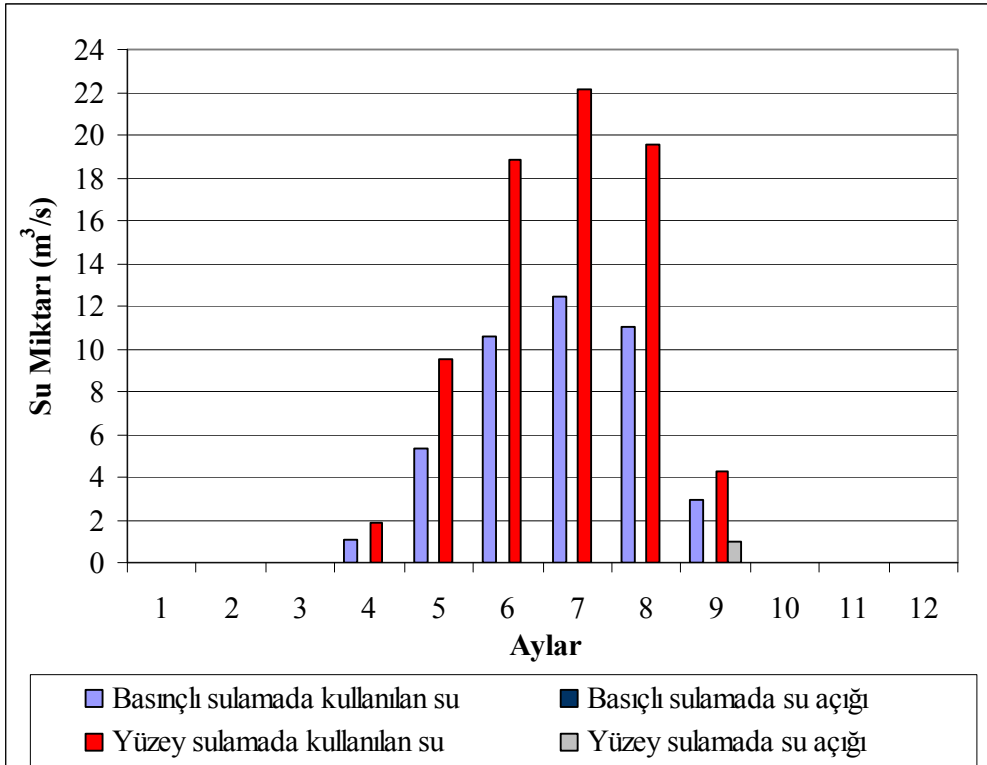
Modelden elde edilen sonuçlara göre, hem basınçlı hemde yüzey sulamada mevcut su bitki su ihtiyacını Nisan'dan başlayarak Aralık ayı sonuna kadar tamamıyla karşılamaya yeterli olmaktadır. Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında sırasıyla 0.39 ve 0.69 m³/s, Mayıs ayında 1.37 ve 2.42 m³/s, Haziran ayında 2.27 ve 4.02 m³/s, Temmuz ayında 4.31 ve 7.63 m³/s, Ağustos ayında 5.28 ve 9.35 m³/s, Eylül ayında 3.09 ve 5.47 m³/s, Ekim ayında 0.32 ve 0.57 m³/s ve Aralık ayında 0.16 ve 0.28 m³/s'dir.



Şekil 4.99 MIKE BASIN Modeli Alaşehir Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Avşar Barajının tam kapasitede kullanılması senaryosu sonuçları

4.7.5.3 Adala sulaması

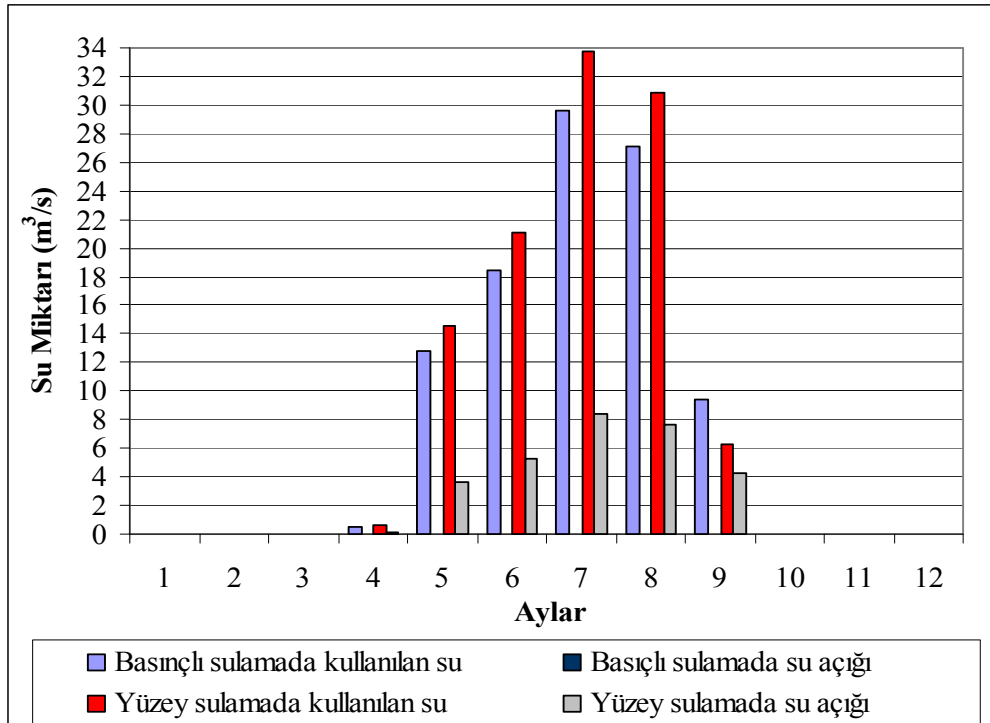
Adala sulamasından su alan Sulama Birliklerinin net sulama alanı olan 22797 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitede kullanılması ile elde edilen model sonuçları Şekil 4.100’de verilmiştir. Modelden elde edilen sonuçlara göre, basınçlı sulamada mevcut su bitki su ihtiyacını Nisan’dan başlayarak Eylül ayı sonuna kadar tamamıyla karşılamaya yeterli olmakta, ancak yüzey sulamada Eylül ayında yeterli olmamaktadır. Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında sırasıyla 1.06 ve 1.88 m³/s, Mayıs ayında 5.36 ve 9.53 m³/s, Haziran ayında 10.58 ve 18.81 m³/s, Temmuz ayında 12.44 ve 22.12 m³/s, Ağustos ayında 11.02 ve 19.59 m³/s ve Eylül ayında 2.94 ve 4.24 m³/s’dir. Eylül ayında meydana gelen su açığı 0.99 m³/s’dir.



Şekil 4.100 MIKE BASIN Modeli Adala Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitede kullanılması senaryosu sonuçları

4.7.5.4 Ahmetli sulaması

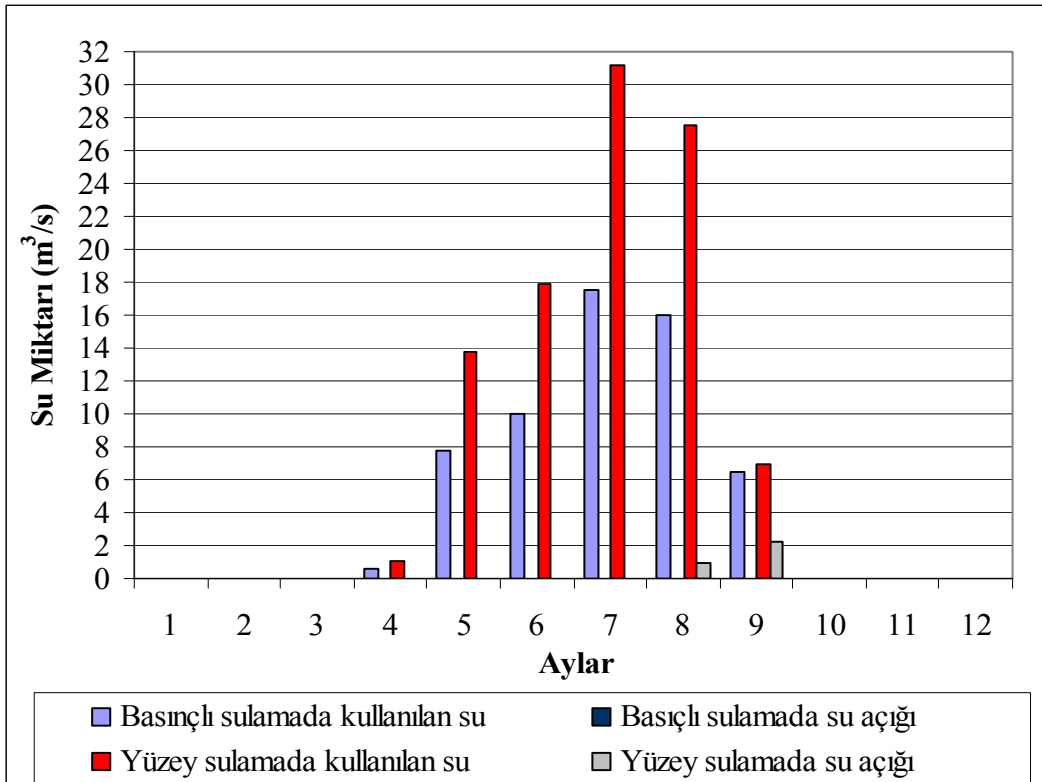
Ahmetli sulamasından su alan Sulama Birliklerinin net sulama alanı olan 50232 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitede kullanılması ile elde edilen model sonuçları Şekil 4.101’de verilmiştir. Modelden elde edilen sonuçlara göre, basınçlı sulamada mevcut su bitki su ihtiyacını Nisan’dan başlayarak Eylül ayı sonuna kadar tamamıyla karşılamaya yeterli olmakta, ancak yüzey sulamada yeterli olmamaktadır. Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında sırasıyla 0.54 ve 0.62 m³/s, Mayıs ayında 12.74 ve 14.50 m³/s, Haziran ayında 18.48 ve 21.03 m³/s, Temmuz ayında 29.63 ve 33.72 m³/s, Ağustos ayında 27.11 ve 30.85 m³/s ve Eylül ayında 9.36 ve 6.12 m³/s’dir. Yüzey sulama ile meydana gelen su açığının 0.15 m³/s’i Nisan ayında, 3.62 m³/s’i Mayıs ayında, 5.26 m³/s’i Haziran ayında, 8.43 m³/s’i Temmuz ayında, 7.71 m³/s’i Ağustos ayında ve 4.21 m³/s’i Eylül ayında meydana gelmektedir.



Şekil 4.101 MIKE BASIN Modeli Ahmetli Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitede kullanılması senaryosu sonuçları

4.7.5.5 Menemen sulaması

Menemen sulamasından su alan Sulama Birliklerinin net sulama alanı olan 22865 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitede kullanılması ile elde edilen model sonuçları Şekil 4.102’de verilmiştir. Modelden elde edilen sonuçlara göre, basınçlı sulamada mevcut su bitki su ihtiyacını Nisan’dan başlayarak Eylül ayı sonuna kadar tamamıyla karşılamaya yeterli olmakta, ancak yüzey sulamada Ağustos ve Eylül aylarında yeterli olmamaktadır. Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında sırasıyla 0.62 ve 1.10 m³/s, Mayıs ayında 7.76 ve 13.80 m³/s, Haziran ayında 10.04 ve 17.85 m³/s, Temmuz ayında 17.53 ve 31.17 m³/s, Ağustos ayında 15.99 ve 28.33 m³/s ve Eylül ayında 6.44 ve 7.33 m³/s’dir. Yüzey sulama ile meydana gelen su açığının 0.10 m³/s’si Ağustos ayında ve 1.83 m³/s’si Eylül ayında meydana gelmektedir.

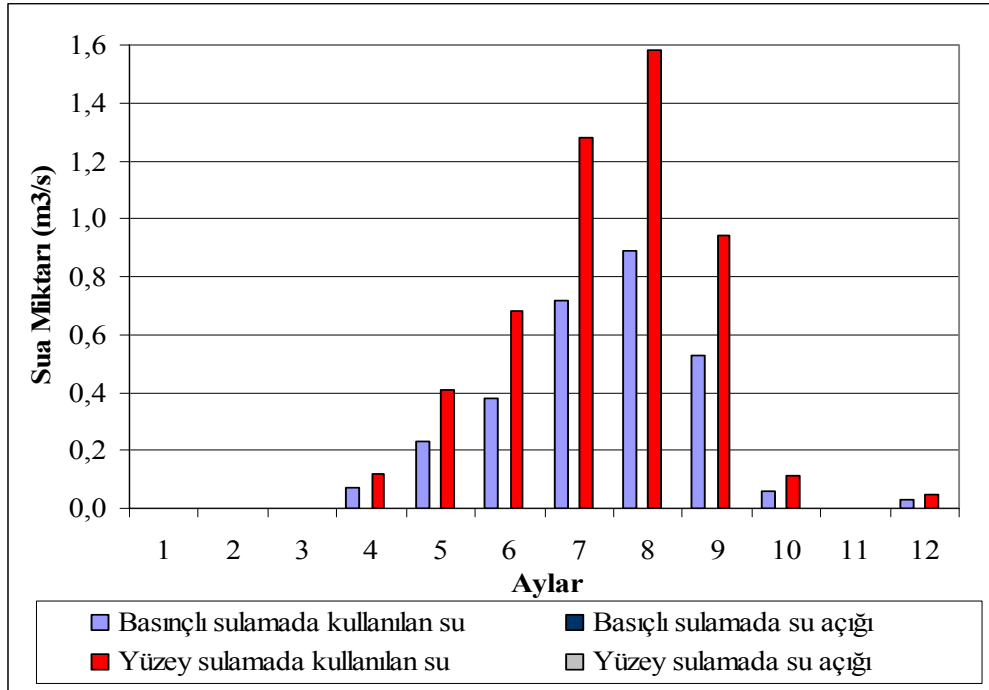


Şekil 4.102 MIKE BASIN Modeli Menemen Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitede kullanılması senaryosu sonuçları

4.7.6 MIKE BASIN modelinin sulama birliklerine ait net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve su kaynaklarının tam kapasitesinin %20 azalması senaryosu sonuçları

4.7.6.1 Sarıgöl sulaması

Sarıgöl sulamasından su alan Sarıgöl Sulama Birliğinin net sulama alanı olan 1927 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Buldan Barajının tam kapasitesinde %20 azalma meydana gelmesi senaryosu model sonuçları Şekil 4.103’de verilmiştir. Modelden elde edilen sonuçlara göre, hem basınçlı hemde yüzey sulamada mevcut su bitki su ihtiyacını Nisan’den başlayarak Aralık ayı sonuna kadar tamamıyla karşılamaya yeterli olmaktadır.



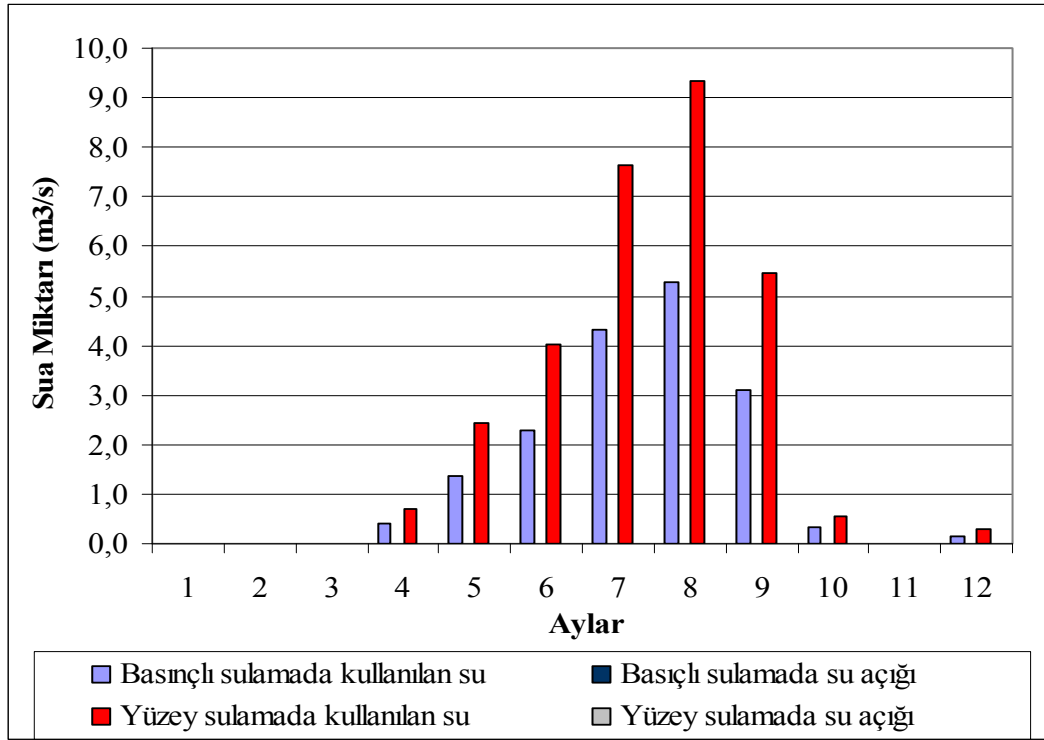
Şekil 4.103 MIKE BASIN Modeli Sarıgöl Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Buldan Barajının tam kapasitesinin %20 azalması senaryosu sonuçları

Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında sırasıyla 0.07 ve 0.12 m³/s, Mayıs ayında 0.23 ve 0.41 m³/s, Haziran ayında 0.38 ve

0.68 m³/s, Temmuz ayında 0.72 ve 1.28 m³/s, Ağustos ayında 0.89 ve 1.58 m³/s, Eylül ayında 0.53 ve 0.94 m³/s, Ekim ayında 0.06 ve 0.11 m³/s ve Aralık ayında 0.03 ve 0.05 m³/s'dir.

4.7.6.2 Alaşehir sulaması

Alaşehir sulamasından su alan Üzüm ve Bağ Sulama Birliklerinin net sulama alanı olan 11416 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Avşar Barajının tam kapasitesinde %20 azalma meydana gelmesi senaryosu model sonuçları Şekil 4.104'de verilmiştir. Modelden elde edilen sonuçlara göre, hem basınçlı hemde yüzey sulamada mevcut su bitki su ihtiyacını Nisan'dan başlayarak Aralık ayı sonuna kadar tamamiyle karşılamaya yeterli olmaktadır.

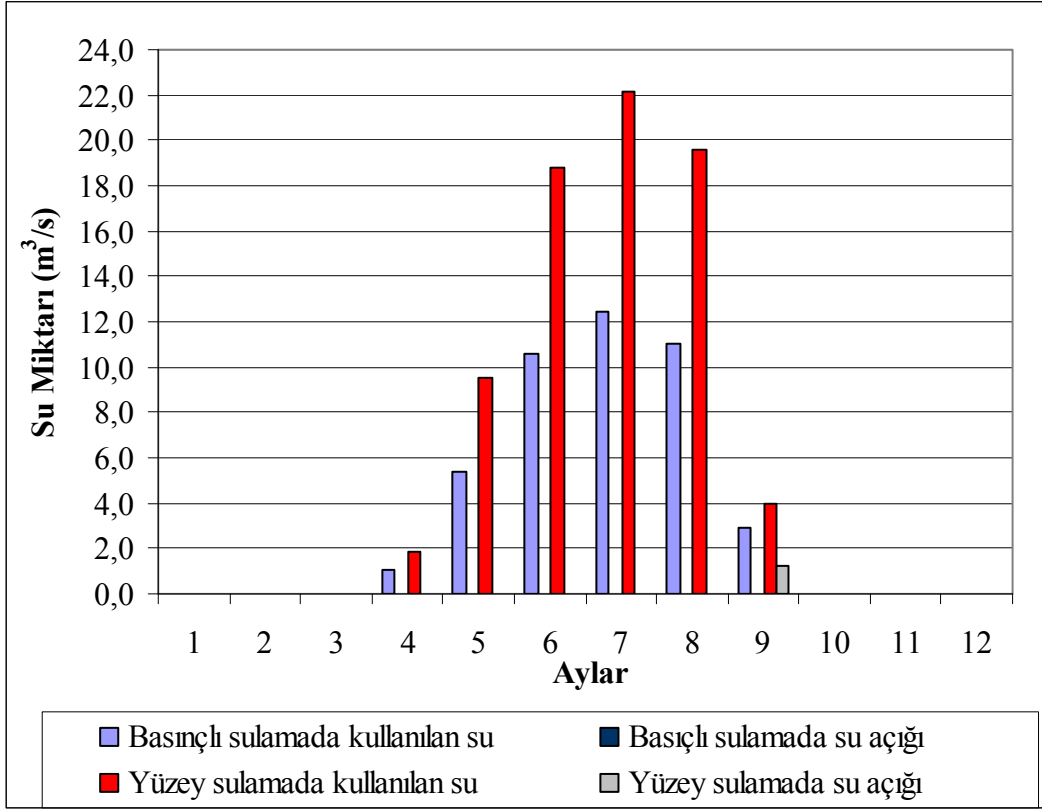


Şekil 4.104 MIKE BASIN Modeli Alaşehir Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Avşar Barajının tam kapasitesinin %20 azalması senaryosu sonuçları

Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında sırasıyla 0.39 ve 0.69 m³/s, Mayıs ayında 1.37 ve 2.42 m³/s, Haziran ayında 2.27 ve 4.02 m³/s, Temmuz ayında 4.31 ve 7.63 m³/s, Ağustos ayında 5.28 ve 9.35 m³/s, Eylül ayında 3.09 ve 5.47 m³/s, Ekim ayında 0.32 ve 0.57 m³/s ve Aralık ayında 0.16 ve 0.28 m³/s'dir.

4.7.6.3 Adala sulaması

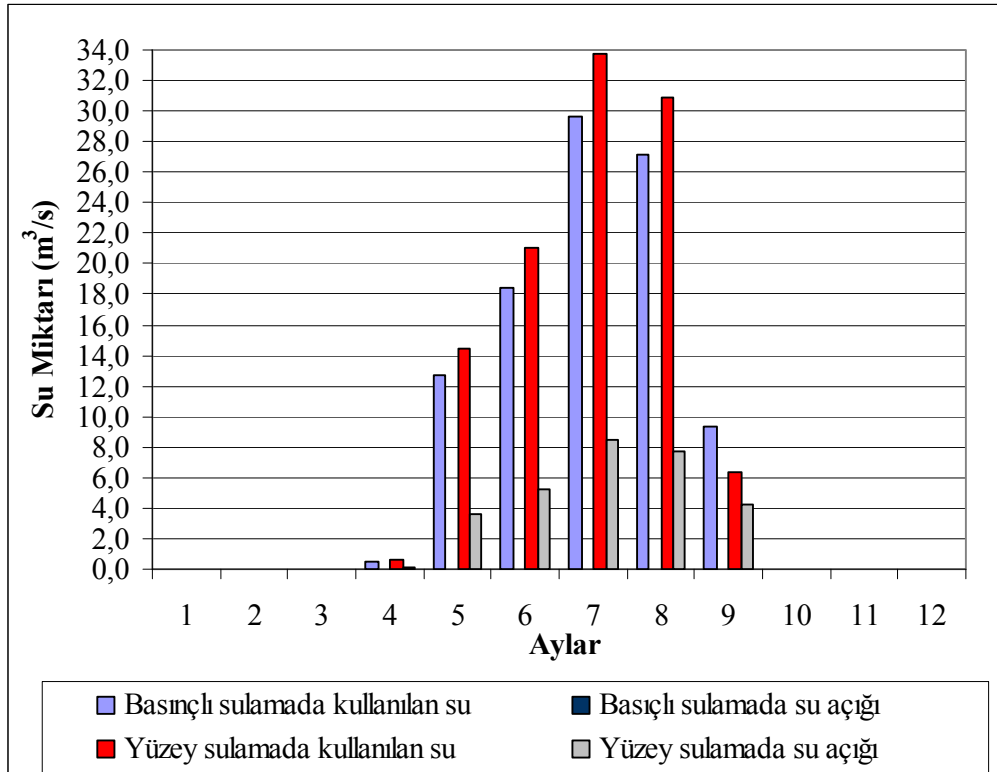
Adala sulamasından su alan Sulama Birliklerinin net sulama alanı olan 22797 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinde %20 azalma meydana gelmesi senaryosu model sonuçları Şekil 4.105'de verilmiştir. Modelden elde edilen sonuçlara göre, basınçlı sulamada mevcut su bitki su ihtiyacını Nisan'dan başlayarak Eylül ayı sonuna kadar tamamıyla karşılamaya yeterli olmakta, ancak yüzey sulamada Eylül ayında yeterli olmamaktadır. Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında sırasıyla 1.06 ve 1.88 m³/s, Mayıs ayında 5.36 ve 9.53 m³/s, Haziran ayında 10.58 ve 18.81 m³/s, Temmuz ayında 12.44 ve 22.12 m³/s, Ağustos ayında 11.02 ve 19.59 m³/s ve Eylül ayında 2.94 ve 4.00 m³/s'dir. Eylül ayında meydana gelen su açığı 1.23 m³/s'dir.



Şekil 4.105 MIKE BASIN Modeli Adala Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinin %20 azalması senaryosu sonuçları

4.7.6.4 Ahmetli sulaması

Ahmetli sulamasından su alan Sulama Birliklerinin net sulama alanı olan 50232 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinde %20 azalma meydana gelmesi senaryosu model sonuçları Şekil 4.106'da verilmiştir. Modelden elde edilen sonuçlara göre, basınçlı sulamada mevcut su bitki su ihtiyacını Nisan'dan başlayarak Eylül ayı sonuna kadar tamamıyla karşılamaya yeterli olmakta, ancak yüzey sulamada yeterli olmamaktadır.



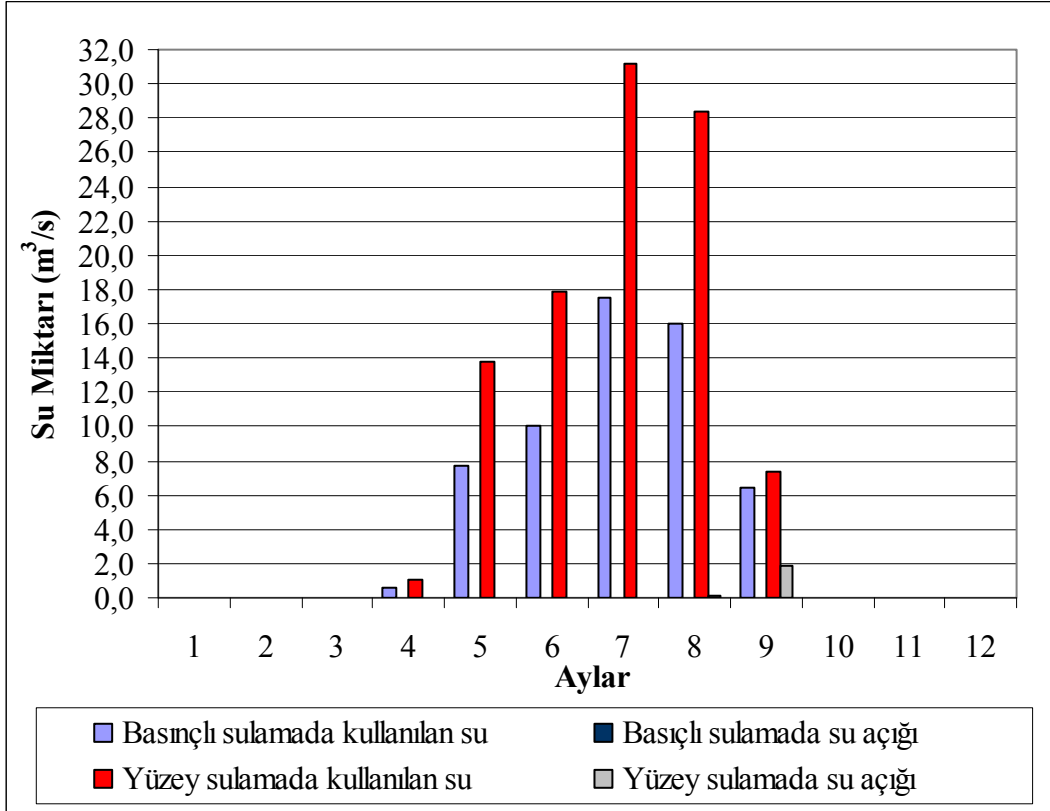
Şekil 4.106 MIKE BASIN Modeli Ahmetli Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinin %20 azalması senaryosu sonuçları

Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında sırasıyla 0.54 ve 0.50 m³/s, Mayıs ayında 12.74 ve 14.01 m³/s, Haziran ayında 18.48 ve 20.50 m³/s, Temmuz ayında 29.63 ve 33.02 m³/s, Ağustos ayında 27.11 ve 30.05 m³/s ve Eylül ayında 9.36 ve 6.12 m³/s'dir. Yüzey sulama ile meydana gelen su açığının 0.27 m³/s'si Nisan ayında, 4.11 m³/s'si Mayıs ayında, 5.79 m³/s'si Haziran ayında, 9.13 m³/s'si Temmuz ayında, 8.51 m³/s'si Ağustos ayında ve 4.41 m³/s'si Eylül ayında meydana gelmektedir.

4.7.6.5 Menemen sulaması

Menemen sulamasından su alan Sulama Birliklerinin net sulama alanı olan 22865 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinde %20 azalma meydana gelmesi senaryosu model

sonuçları Şekil 4.107’de verilmiştir. Modelden elde edilen sonuçlara göre, basınçlı sulamada mevcut su bitki su ihtiyacını Nisan’den başlayarak Eylül ayı sonuna kadar tamamıyla karşılamaya yeterli olmakta, ancak yüzey sulamada Ağustos ve Eylül aylarında yeterli olmamaktadır.



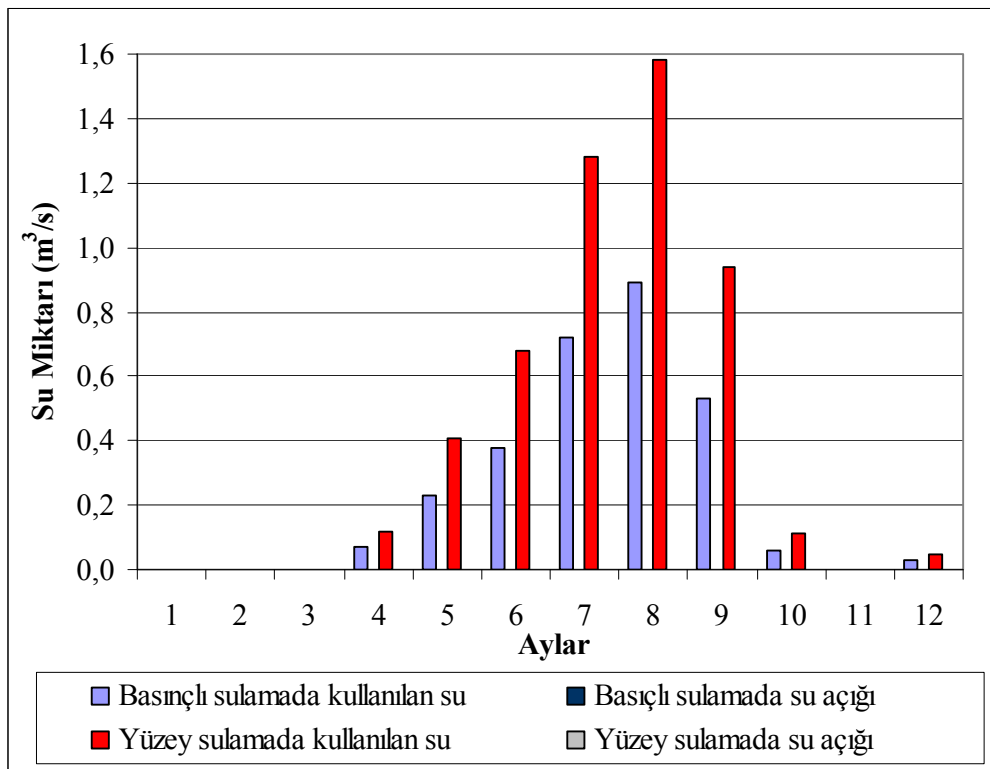
Şekil 4.107 MIKE BASIN Modeli Menemen Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinin %20 azalması senaryosu sonuçları

Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında sırasıyla 0.62 ve 1.10 m³/s, Mayıs ayında 7.76 ve 13.80 m³/s, Haziran ayında 10.04 ve 17.85 m³/s, Temmuz ayında 17.53 ve 31.17 m³/s, Ağustos ayında 15.99 ve 27.53 m³/s ve Eylül ayında 6.44 ve 6.93 m³/s’dir. Yüzey sulama ile meydana gelen su açığının 0.90 m³/s’si Ağustos ayında ve 2.23 m³/s’si Eylül ayında meydana gelmektedir.

4.7.7 MIKE BASIN modelinin sulama birliklerine ait net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve su kaynaklarının tam kapasitesinin %40 azalması senaryosu sonuçları

4.7.7.1 Sarıgöl Sulaması

Sarıgöl sulamasından su alan Sarıgöl Sulama Birliğinin net sulama alanı olan 1927 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Buldan Barajının tam kapasitesinde %40 azalma meydana gelmesi senaryosu model sonuçları Şekil 4.108’de verilmiştir.

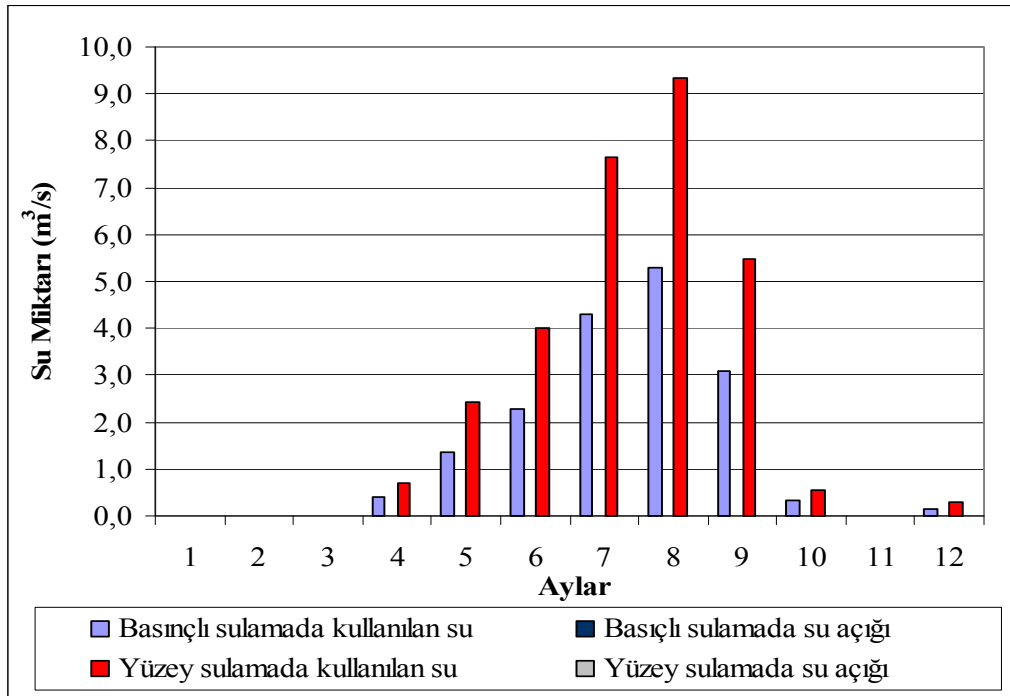


Şekil 4.108 MIKE BASIN Modeli Sarıgöl Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Buldan Barajının tam kapasitesinin %40 azalması senaryosu sonuçları

Modelden elde edilen sonuçlara göre, hem basınçlı hemde yüzey sulamada mevcut su bitki su ihtiyacını Nisan'dan başlayarak Aralık ayı sonuna kadar tamamıyla karşılamaya yeterli olmaktadır. Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında sırasıyla 0.07 ve 0.12 m³/s, Mayıs ayında 0.23 ve 0.41 m³/s, Haziran ayında 0.38 ve 0.68 m³/s, Temmuz ayında 0.72 ve 1.28 m³/s, Ağustos ayında 0.89 ve 1.58 m³/s, Eylül ayında 0.53 ve 0.94 m³/s, Ekim ayında 0.06 ve 0.11 m³/s ve Aralık ayında 0.03 ve 0.05 m³/s'dir.

4.7.7.2 Alaşehir sulaması

Alaşehir sulamasından su alan Üzüm ve Bağ Sulama Birliklerinin net sulama alanı olan 11416 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Avşar Barajının tam kapasitesinde %40 azalma meydana gelmesi senaryosu model sonuçları Şekil 4.109'da verilmiştir.

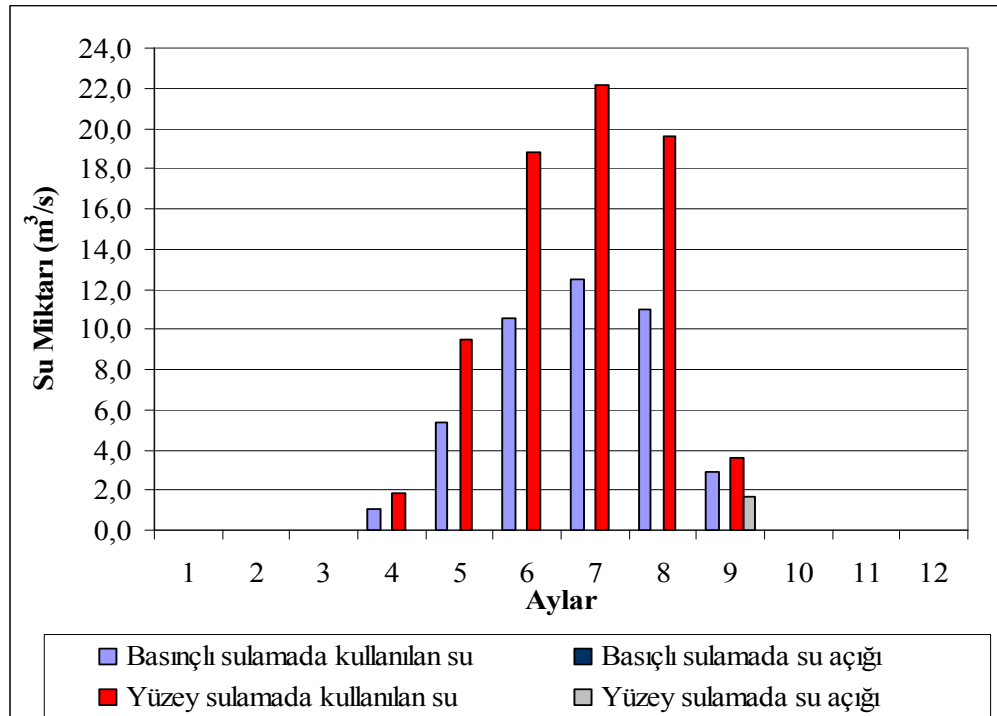


Şekil 4.109 MIKE BASIN Modeli Alaşehir Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Avşar Barajının tam kapasitesinin %40 azalması senaryosu sonuçları

Modelden elde edilen sonuçlara göre, hem basınçlı hemde yüzey sulamada mevcut su bitki su ihtiyacını Nisan'dan başlayarak Aralık ayı sonuna kadar tamamıyla karşılamaya yeterli olmaktadır. Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında sırasıyla 0.39 ve 0.69 m³/s, Mayıs ayında 1.37 ve 2.42 m³/s, Haziran ayında 2.27 ve 4.02 m³/s, Temmuz ayında 4.31 ve 7.63 m³/s, Ağustos ayında 5.28 ve 9.35 m³/s, Eylül ayında 3.09 ve 5.47 m³/s, Ekim ayında 0.32 ve 0.57 m³/s ve Aralık ayında 0.16 ve 0.28 m³/s'dir.

4.7.7.3 Adala sulaması

Adala sulamasından su alan Sulama Birliklerinin net sulama alanı olan 22797 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinde %40 azalma meydana gelmesi senaryosu model sonuçları Şekil 4.110'da verilmiştir.

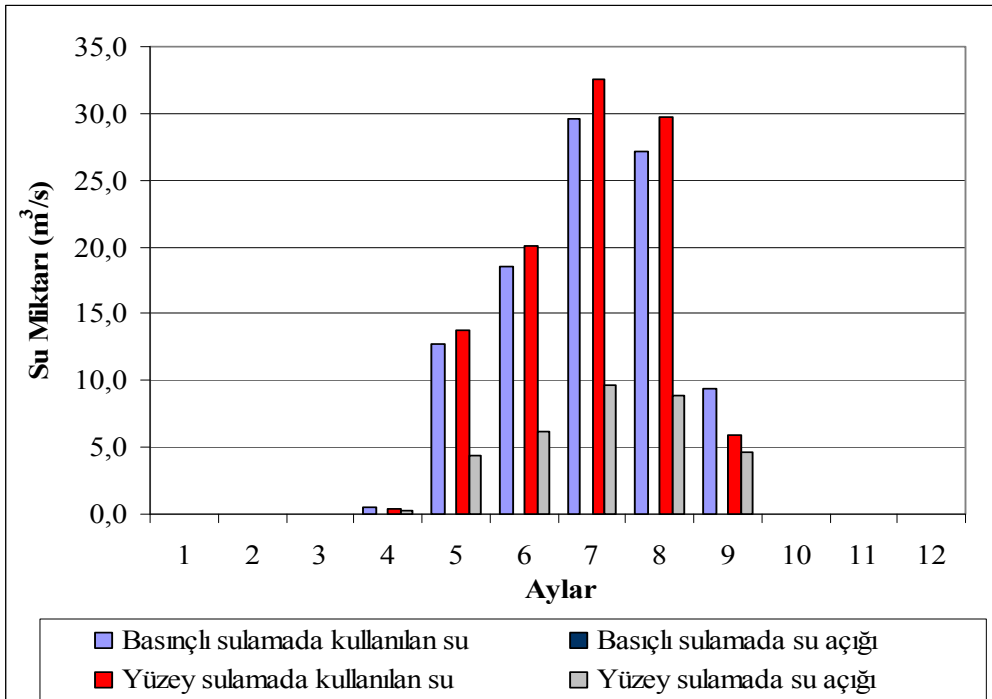


Şekil 4.110 MIKE BASIN Modeli Adala Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinin %40 azalması senaryosu sonuçları

Modelden elde edilen sonuçlara göre, basınçlı sulamada mevcut su bitki su ihtiyacını Nisan'dan başlayarak Eylül ayı sonuna kadar tamamıyla karşılamaya yeterli olmakta, ancak yüzey sulamada Eylül ayında yeterli olmamaktadır. Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında sırasıyla 1.06 ve 1.88 m³/s, Mayıs ayında 5.36 ve 9.53 m³/s, Haziran ayında 10.58 ve 18.81 m³/s, Temmuz ayında 12.44 ve 22.12 m³/s, Ağustos ayında 11.02 ve 19.59 m³/s ve Eylül ayında 2.94 ve 3.60 m³/s'dir. Eylül ayında meydana gelen su açığı 1.63 m³/s'dir.

4.7.7.4 Ahmetli sulaması

Ahmetli sulamasından su alan Sulama Birliklerinin net sulama alanı olan 50232 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinde %40 azalma meydana gelmesi senaryosu model sonuçları Şekil 4.111'de verilmiştir.

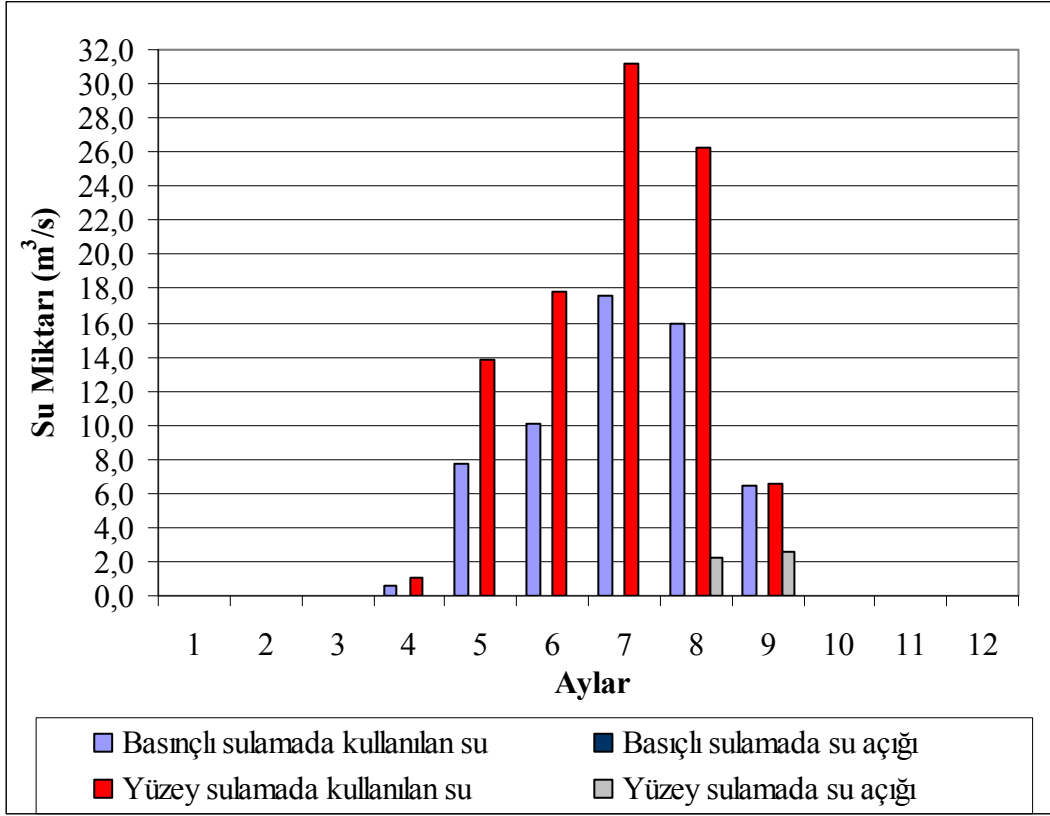


Şekil 4.111 MIKE BASIN Modeli Ahmetli Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinin %40 azalması senaryosu sonuçları

Modelden elde edilen sonuçlara göre, basınçlı sulamada mevcut su bitki su ihtiyacını Nisan'dan başlayarak Eylül ayı sonuna kadar tamamıyla karşılamaya yeterli olmakta, ancak yüzey sulamada yeterli olmamaktadır. Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında sırasıyla 0.54 ve 0.45 m³/s, Mayıs ayında 12.74 ve 13.71 m³/s, Haziran ayında 18.48 ve 20.10 m³/s, Temmuz ayında 29.63 ve 32.52 m³/s, Ağustos ayında 27.11 ve 29.74 m³/s ve Eylül ayında 9.36 ve 5.90 m³/s'dir. Yüzey sulama ile meydana gelen su açığının 0.32 m³/s'si Nisan ayında, 4.41 m³/s'si Mayıs ayında, 6.19 m³/s'si Haziran ayında, 9.63 m³/s'si Temmuz ayında, 8.82 m³/s'si Ağustos ayında ve 4.63 m³/s'si Eylül ayında meydana gelmektedir.

4.7.7.5 Menemen sulaması

Menemen sulamasından su alan Sulama Birliklerinin net sulama alanı olan 22865 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinde %40 azalma meydana gelmesi senaryosu model sonuçları Şekil 4.112'de verilmiştir. Modelden elde edilen sonuçlara göre, basınçlı sulamada mevcut su bitki su ihtiyacını Nisan'dan başlayarak Eylül ayı sonuna kadar tamamıyla karşılamaya yeterli olmakta, ancak yüzey sulamada Ağustos ve Eylül aylarında yeterli olmamaktadır. Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında sırasıyla 0.62 ve 1.10 m³/s, Mayıs ayında 7.76 ve 13.80 m³/s, Haziran ayında 10.04 ve 17.85 m³/s, Temmuz ayında 17.53 ve 31.17 m³/s, Ağustos ayında 15.99 ve 26.22 m³/s ve Eylül ayında 6.44 ve 6.53 m³/s'dir. Yüzey sulama ile meydana gelen su açığının 2.21 m³/s'si Ağustos ayında ve 2.63 m³/s'si Eylül ayında meydana gelmektedir.



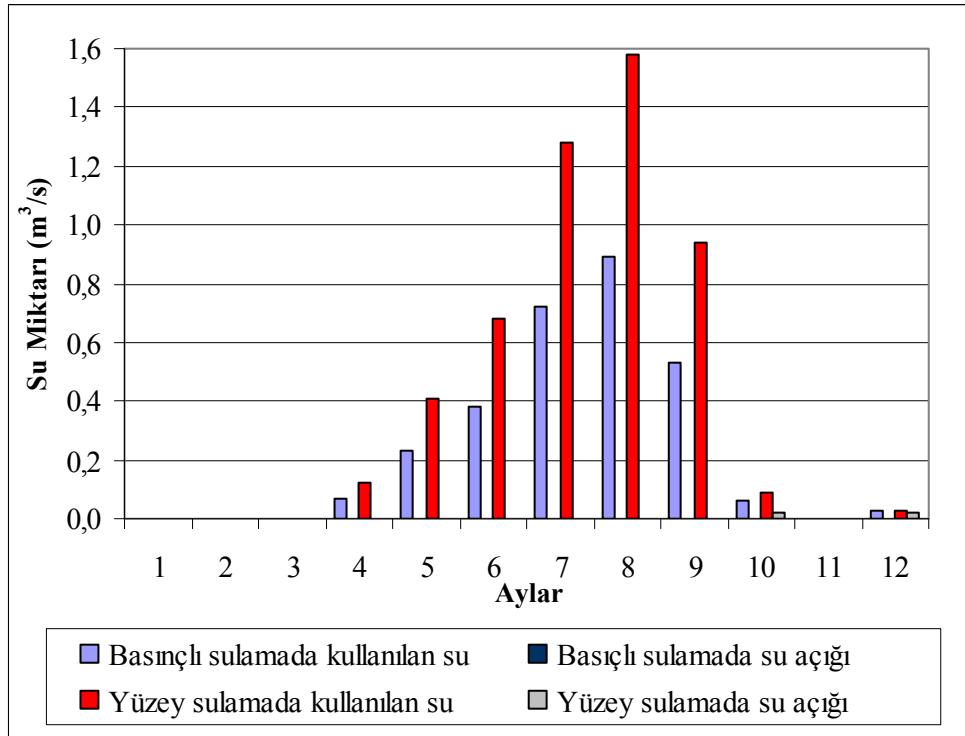
Şekil 4.112 MIKE BASIN Modeli Menemen Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinin %40 azalması senaryosu sonuçları

4.7.8 MIKE BASIN modelinin sulama birliklerine ait net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve su kaynaklarının tam kapasitesinin %60 azalması senaryosu sonuçları

4.7.8.1 Sarıgöl sulaması

Sarıgöl sulamasından su alan Sarıgöl Sulama Birliğinin net sulama alanı olan 1927 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Buldan Barajının tam kapasitesinde %60 azalma meydana gelmesi senaryosu model sonuçları Şekil 4.113’de verilmiştir. Basınçlı sulamada mevcut su bitki su ihtiyacını tamamıyla karşılamaya yeterli olmakta, yüzey sulamada ise su açığı meydana gelmektedir. Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında sırasıyla 0.07 ve 0.12

m^3/s , Mayıs ayında 0.23 ve $0.41 \text{ m}^3/\text{s}$, Haziran ayında 0.38 ve $0.68 \text{ m}^3/\text{s}$, Temmuz ayında 0.72 ve $1.28 \text{ m}^3/\text{s}$, Ağustos ayında 0.89 ve $1.58 \text{ m}^3/\text{s}$, Eylül ayında 0.53 ve $0.94 \text{ m}^3/\text{s}$, Ekim ayında 0.06 ve $0.09 \text{ m}^3/\text{s}$ ve Aralık ayında 0.03 ve $0.03 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Su açığı Ekim ayında $0.02 \text{ m}^3/\text{s}$ ve Aralık ayında yine $0.02 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir.

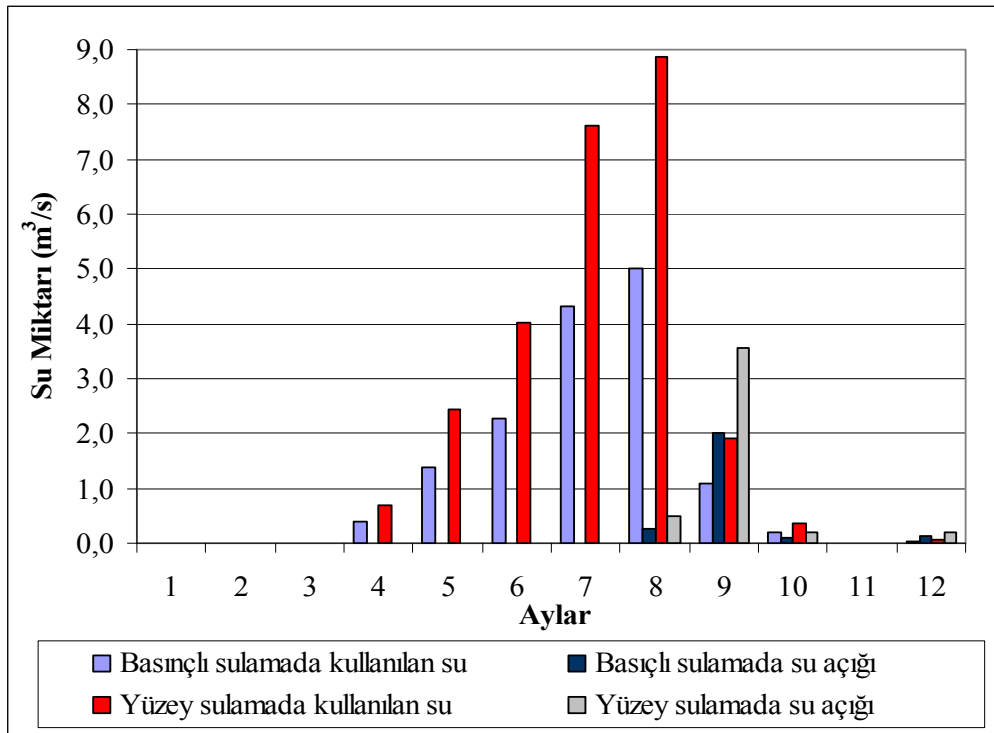


Şekil 4.113 MIKE BASIN Modeli Sarıgöl Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Buldan Barajının tam kapasitesinin %60 azalması senaryosu sonuçları

4.7.8.2 Alaşehir sulaması

Alaşehir sulamasından su alan Üzüm ve Bağ Sulama Birliklerinin net sulama alanı olan 11416 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Avşar Barajının tam kapasitesinde %60 azalma meydana gelmesi senaryosu model sonuçları Şekil 4.114'de verilmiştir. Modelden elde edilen sonuçlara göre, hem basınçlı hemde yüzey sulamada mevcut su bitki su ihtiyacını Nisan'dan başlayarak Temmuz ayı sonuna kadar karşılamaya yeterli olmakta, Temmuz'dan Aralık sonuna kadar yeterli olmamaktadır. Aylar itibarıyla basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında

sırasıyla 0.39 ve 0.69 m³/s, Mayıs ayında 1.37 ve 2.42 m³/s, Haziran ayında 2.27 ve 4.02 m³/s, Temmuz ayında 4.31 ve 7.63 m³/s, Ağustos ayında 5.01 ve 8.87 m³/s, Eylül ayında 1.08 ve 1.91 m³/s, Ekim ayında 0.21 ve 0.37 m³/s ve Aralık ayında 0.04 ve 0.07 m³/s'dir. Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada oluşan su açığı miktarları Ağustos ayında sırasıyla 0.27 ve 0.48 m³/s, Eylül ayında 2.01 ve 3.56 m³/s, Ekim ayında 0.11 ve 0.20 m³/s ve Aralık ayında 0.12 ve 0.21 m³/s'dir.

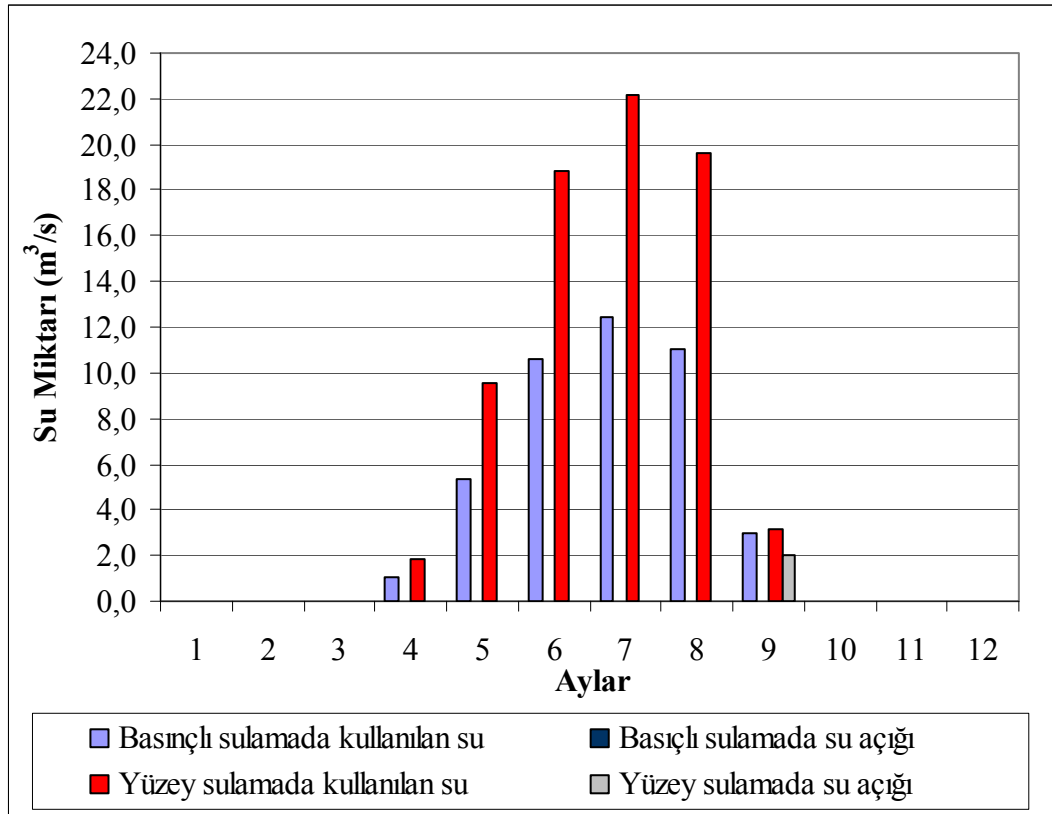


Şekil 4.114 MIKE BASIN Modeli Alaşehir Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Avşar Barajının tam kapasitesinin %60 azalması senaryosu sonuçları

4.7.8.3 Adala sulaması

Adala sulamasından su alan Sulama Birliklerinin net sulama alanı olan 22797 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinde %60 azalma meydana gelmesi senaryosu model sonuçları Şekil 4.115'de verilmiştir. Modelden elde edilen sonuçlara göre, basınçlı sulamada mevcut su bitki su ihtiyacını Nisan'dan başlayarak Eylül ayı sonuna kadar

tamamıyla karşılamaya yeterli olmakta, ancak yüzey sulamada Eylül ayında yeterli olmamaktadır. Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında sırasıyla 1.06 ve 1.88 m³/s, Mayıs ayında 5.36 ve 9.53 m³/s, Haziran ayında 10.58 ve 18.81 m³/s, Temmuz ayında 12.44 ve 22.12 m³/s, Ağustos ayında 11.02 ve 19.59 m³/s ve Eylül ayında 2.94 ve 3.18 m³/s'dir. Eylül ayında meydana gelen su açığı 2.05 m³/s'dir.

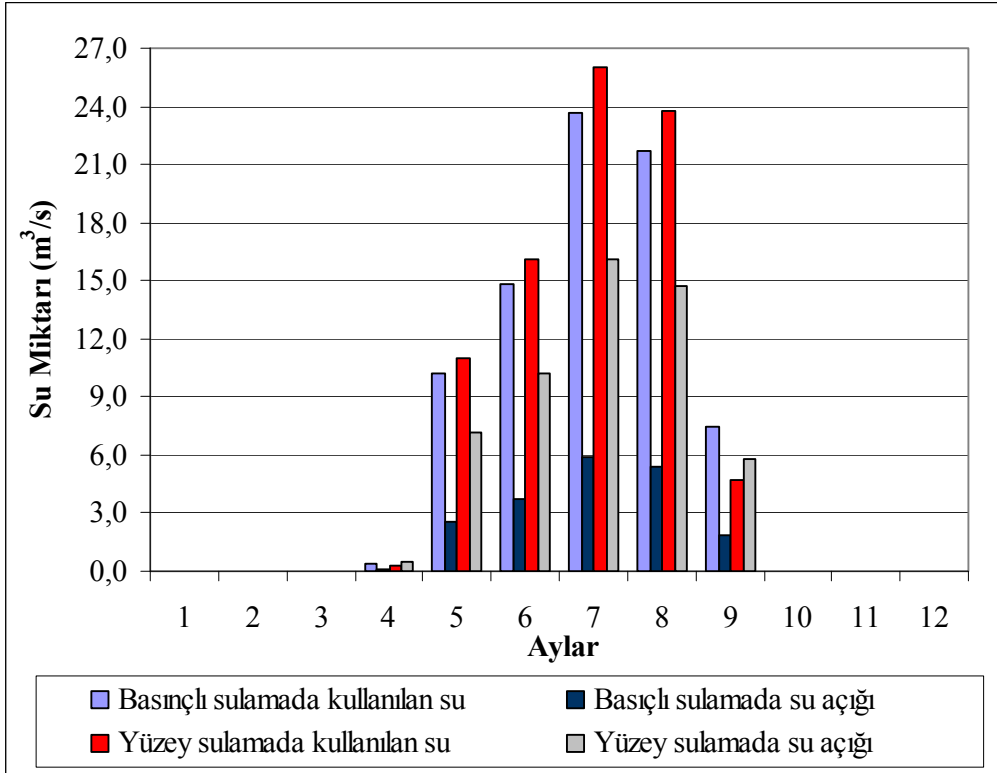


Şekil 4.115 MIKE BASIN Modeli Adala Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinin %60 azalması senaryosu sonuçları

4.7.8.4 Ahmetli sulaması

Ahmetli sulamasından su alan Sulama Birliklerinin net sulama alanı olan 50232 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinde %60 azalma meydana gelmesi senaryosu model

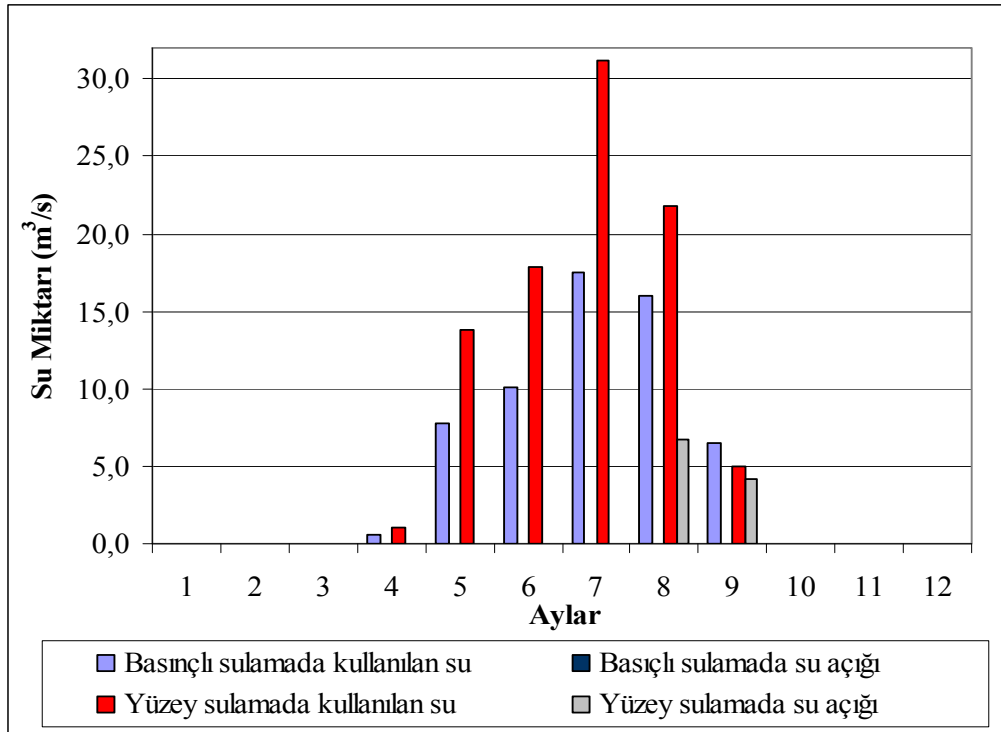
sonuçları Şekil 4.116'da verilmiştir. Modelden elde edilen sonuçlara göre, hem basınçlı hemde yüzey sulamada mevcut su bitki su ihtiyacını Nisan'dan başlayarak Eylül ayı sonuna kadar tamamıyla karşılamaya yeterli olmamaktadır. Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında sırasıyla 0.43 ve 0.32 m³/s, Mayıs ayında 10.19 ve 10.97 m³/s, Haziran ayında 14.78 ve 16.08 m³/s, Temmuz ayında 23.70 ve 26.02 m³/s, Ağustos ayında 21.69 ve 23.79 m³/s ve Eylül ayında 7.49 ve 4.72 m³/s'dir. Basınçlı ve yüzey sulama ile meydana gelen su açığı Nisan ayında sırasıyla 0.11 ve 0.45 m³/s, Mayıs ayında 2.56 ve 7.15 m³/s, Haziran ayında 3.70 ve 10.21 m³/s, Temmuz ayında 5.93 ve 16.13 m³/s, Ağustos ayında 5.42 ve 14.77 m³/s ve Eylül ayında 1.87 ve 5.81 m³/s'dir.



Şekil 4.116 MIKE BASIN Modeli Ahmetli Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinin %60 azalması senaryosu sonuçları

4.7.8.5 Menemen sulaması

Menemen sulamasından su alan Sulama Birliklerinin net sulama alanı olan 22865 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinde %60 azalma meydana gelmesi senaryosu model sonuçları Şekil 4.117’de verilmiştir. Modelden elde edilen sonuçlara göre, basınçlı sulamada mevcut su bitki su ihtiyacını Nisan’dan başlayarak Eylül ayı sonuna kadar tamamıyla karşılamaya yeterli olmakta, ancak yüzey sulamada Ağustos ve Eylül aylarında yeterli olmamaktadır. Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında sırasıyla 0.62 ve 1.10 m³/s, Mayıs ayında 7.76 ve 13.80 m³/s, Haziran ayında 10.04 ve 17.85 m³/s, Temmuz ayında 17.53 ve 31.17 m³/s, Ağustos ayında 15.99 ve 21.75 m³/s ve Eylül ayında 6.44 ve 4.95 m³/s’dir. Yüzey sulama ile meydana gelen su açığının 6.68 m³/s’si Ağustos ayında ve 4.21 m³/s’si Eylül ayında meydana gelmektedir.

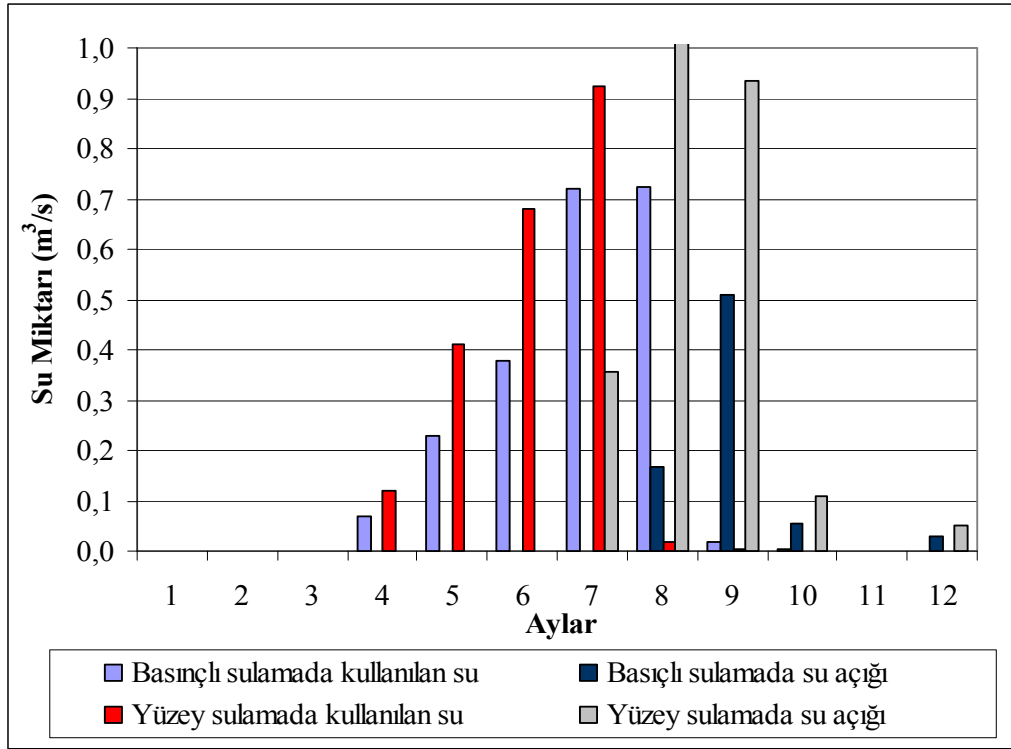


Şekil 4.117 MIKE BASIN Modeli Menemen Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinin %60 azalması senaryosu sonuçları

4.7.9 MIKE BASIN modelinin sulama birliklerine ait net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve su kaynaklarının tam kapasitesinin %80 azalması senaryosu sonuçları

4.7.9.1 Sarıgöl sulaması

Sarıgöl sulamasından su alan Sarıgöl Sulama Birliğinin net sulama alanı olan 1927 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Buldan Barajının tam kapasitesinde %80 azalma meydana gelmesi senaryosu model sonuçları Şekil 4.118’de verilmiştir. Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında sırasıyla 0.07 ve 0.12 m³/s, Mayıs ayında 0.23 ve 0.41 m³/s, Haziran ayında 0.38 ve 0.68 m³/s, Temmuz ayında 0.72 ve 0.92 m³/s, Ağustos ayında 0.72 ve 0.02 m³/s ve Eylül ayında sadece basınçlı sulamada 0.02 m³/s’dir. Basınçlı sulamada su açığının 0.17 m³/s’si Ağustos ayında, 0.51 m³/s’si Eylül ayında, 0.06 m³/s’si Ekim ayında ve 0.03 m³/s’si Aralık ayında meydana gelmiştir. Basınçlı sulamada ise su açığının 0.36 m³/s’si Temmuz ayında, 1.56 m³/s’si Ağustos ayında, 0.94 m³/s’si Eylül ayında, 0.11 m³/s’si Ekim ayında ve 0.05 m³/s’si Aralık ayında meydana gelmiştir.

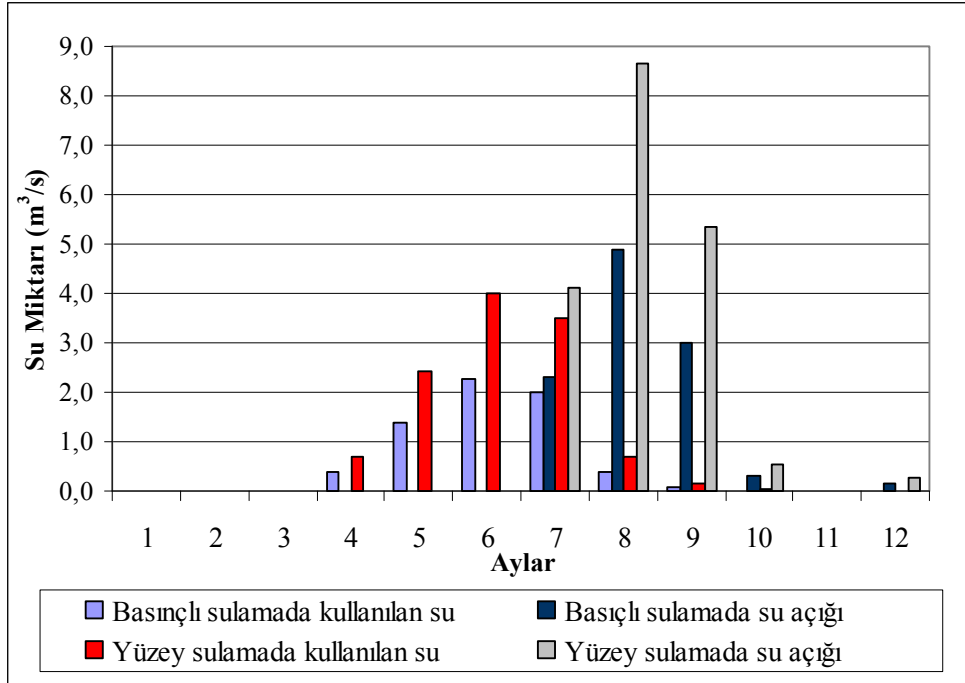


Şekil 4.118 MIKE BASIN Modeli Sarıgöl Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Buldan Barajının tam kapasitesinin %80 azalması senaryosu sonuçları

4.7.9.2 Alaşehir sulaması

Alaşehir sulamasından su alan Üzüm ve Bağ Sulama Birliklerinin net sulama alanı olan 11416 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Avşar Barajının tam kapasitesinde %80 azalma meydana gelmesi senaryosu model sonuçları Şekil 4.119’da verilmiştir. Modelden elde edilen sonuçlara göre, hem basınçlı hemde yüzey sulamada mevcut su bitki su ihtiyacını Nisan’dan başlayarak Temmuz ayı başına kadar karşılamaya yeterli olmakta, Temmuz’dan Aralık sonuna kadar yeterli olmamaktadır. Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında sırasıyla 0.39 ve 0.69 m³/s, Mayıs ayında 1.37 ve 2.42 m³/s, Haziran ayında 2.27 ve 4.02 m³/s, Temmuz ayında 1.99 ve 3.52 m³/s, Ağustos ayında 0.38 ve 0.68 m³/s, Eylül ayında 0.08 ve 0.14 m³/s, Ekim ayında 0.02 ve 0.03 m³/s ve Aralık ayında sadece yüzey sulamada 0.01 m³/s’dir. Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada oluşan su açığı miktarları Temmuz ayında sırasıyla 2.32 ve 4.11 m³/s, Ağustos ayında 4.90 ve 8.67

m³/s, Eylül ayında 3.01 ve 5.33 m³/s, Ekim ayında 0.30 ve 0.54 m³/s ve Aralık ayında 0.16 ve 0.28 m³/s'dir.

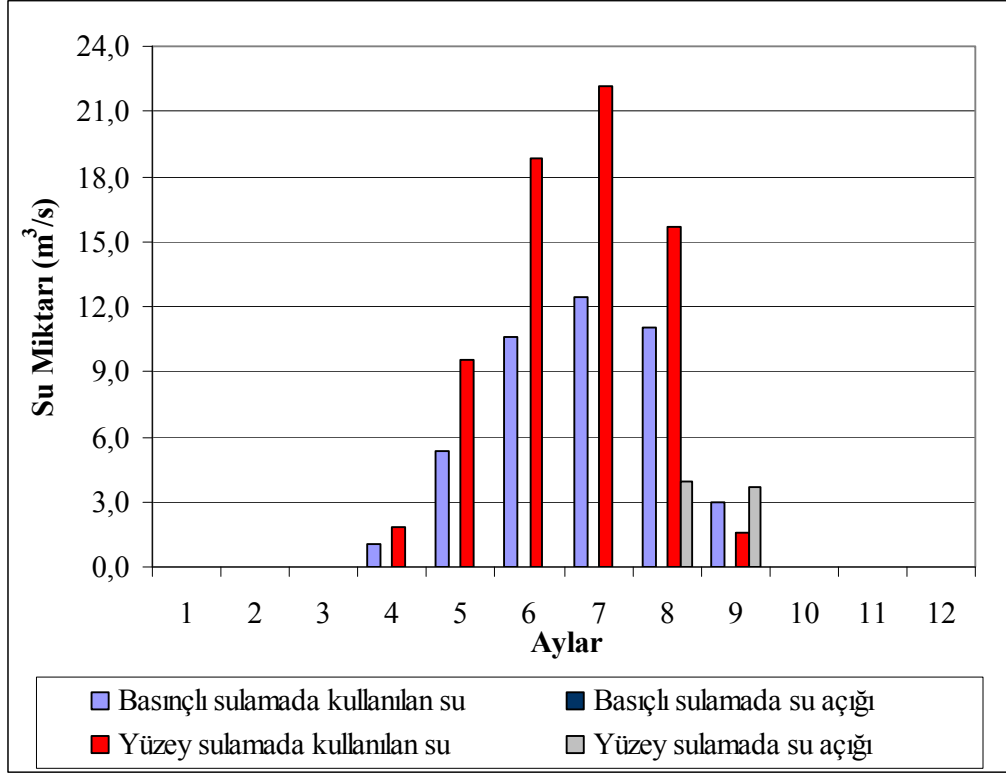


Şekil 4.119 MIKE BASIN Modeli Alaşehir Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Avşar Barajının tam kapasitesinin %80 azalması senaryosu sonuçları

4.7.9.3 Adala sulaması

Adala sulamasından su alan Sulama Birliklerinin net sulama alanı olan 22797 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinde %80 azalma meydana gelmesi senaryosu model sonuçları Şekil 4.120'de verilmiştir. Modelden elde edilen sonuçlara göre, basınçlı sulamada mevcut su bitki su ihtiyacını Nisan'dan başlayarak Eylül ayı sonuna kadar tamamıyla karşılamaya yeterli olmakta, ancak yüzey sulamada Ağustos ve Eylül aylarında yeterli olmamaktadır. Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında sırasıyla 1.06 ve 1.88 m³/s, Mayıs ayında 5.36 ve 9.53 m³/s, Haziran ayında 10.58 ve 18.81 m³/s, Temmuz ayında 12.44 ve 22.12 m³/s, Ağustos

ayında 11.02 ve 15.67 m³/s ve Eylül ayında 2.94 ve 1.56 m³/s'dir. Ağustos ayında meydana gelen su açığı 3.92 m³/s ve Eylül ayında 3.67 m³/s'dir.

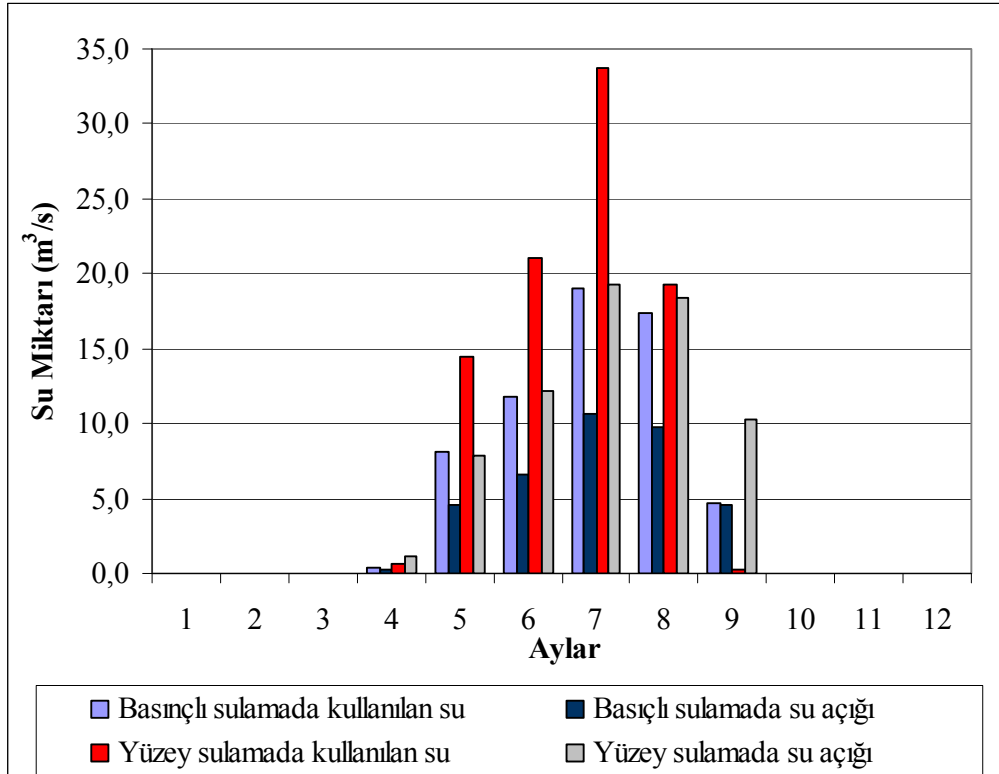


Şekil 4.120 MIKE BASIN Modeli Adala Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinin %80 azalması senaryosu sonuçları

4.7.9.4 Ahmetli sulaması

Ahmetli sulamasından su alan Sulama Birliklerinin net sulama alanı olan 50232 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinde %80 azalma meydana gelmesi senaryosu model sonuçları Şekil 4.121'de verilmiştir. Modelden elde edilen sonuçlara göre, hem basınçlı hemde yüzey sulamada mevcut su bitki su ihtiyacını Nisan'dan başlayarak Eylül ayı sonuna kadar tamamiyle karşılamaya yeterli olmamaktadır. Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında sırasıyla 0.35 ve 0.62 m³/s, Mayıs ayında 8.15 ve 14.50 m³/s, Haziran ayında 11.83 ve 21.03 m³/s, Temmuz ayında 18.96

ve 33.72 m³/s, Ağustos ayında 17.35 ve 19.26 m³/s ve Eylül ayında 4.74 ve 0.23 m³/s'dir. Basınçlı ve yüzey sulama ile meydana gelen su açığı Nisan ayında sırasıyla 0.19 ve 1.15 m³/s, Mayıs ayında 4.59 ve 7.82 m³/s, Haziran ayında 6.65 ve 12.23 m³/s, Temmuz ayında 10.67 ve 19.22 m³/s, Ağustos ayında 5.42 ve 18.42 m³/s ve Eylül ayında 1.87 ve 10.23 m³/s'dir.

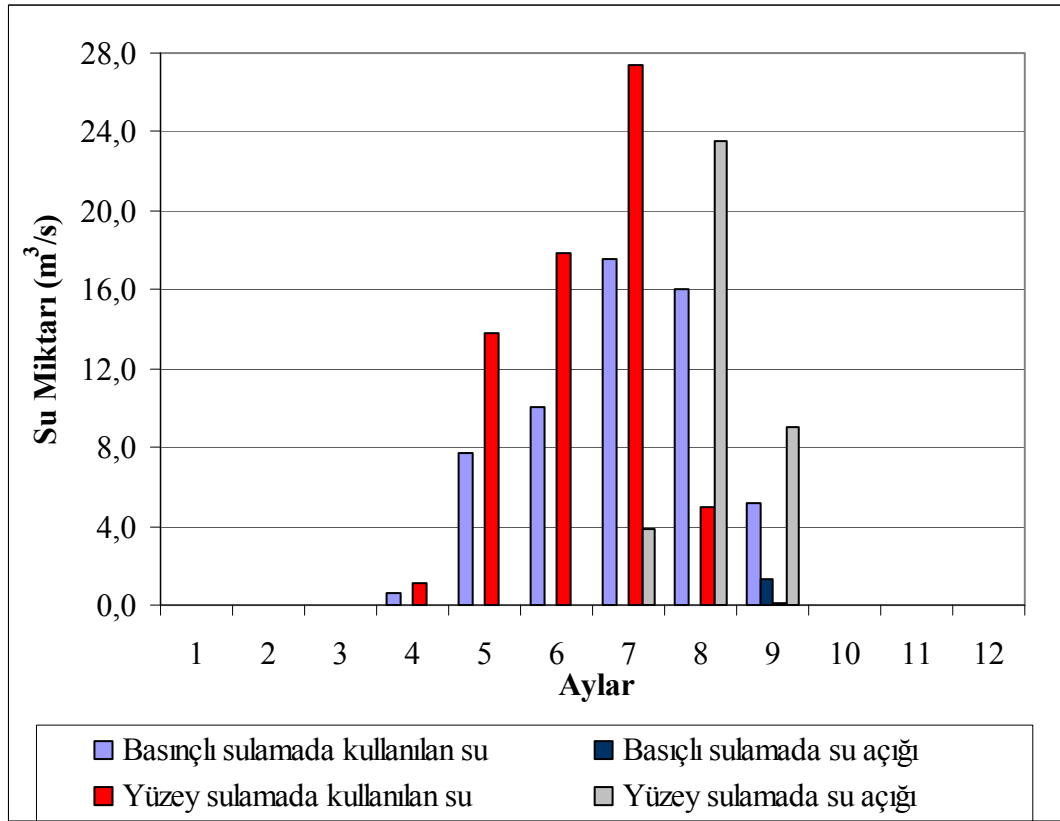


Şekil 4.121 MIKE BASIN Modeli Ahmetli Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinin %80 azalması senaryosu sonuçları

4.7.9.5 Menemen sulaması

Menemen sulamasından su alan Sulama Birliklerinin net sulama alanı olan 22865 hektarlık alanın basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinde %80 azalma meydana gelmesi senaryosu model sonuçları Şekil 4.122'de verilmiştir. Modelden elde edilen sonuçlara göre, basınçlı sulamada mevcut su bitki su ihtiyacını Nisan'dan başlayarak Eylül ayı başına kadar

tamamıyla karşılamaya yeterli olmakta, Eylül ayında $1.29 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik bir su açığı meydana gelmektedir. Ancak yüzey sulamada Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında sırasıyla 3.81, 23.49, ve $9.03 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik bir su açığı meydana gelmektedir. Aylar itibariyle basınçlı ve yüzey sulamada kullanılan su miktarları Nisan ayında sırasıyla 0.62 ve $1.10 \text{ m}^3/\text{s}$, Mayıs ayında 7.76 ve $13.80 \text{ m}^3/\text{s}$, Haziran ayında 10.04 ve $17.85 \text{ m}^3/\text{s}$, Temmuz ayında 17.53 ve $27.36 \text{ m}^3/\text{s}$, Ağustos ayında 15.99 ve $4.94 \text{ m}^3/\text{s}$ ve Eylül ayında 5.15 ve $0.13 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir.

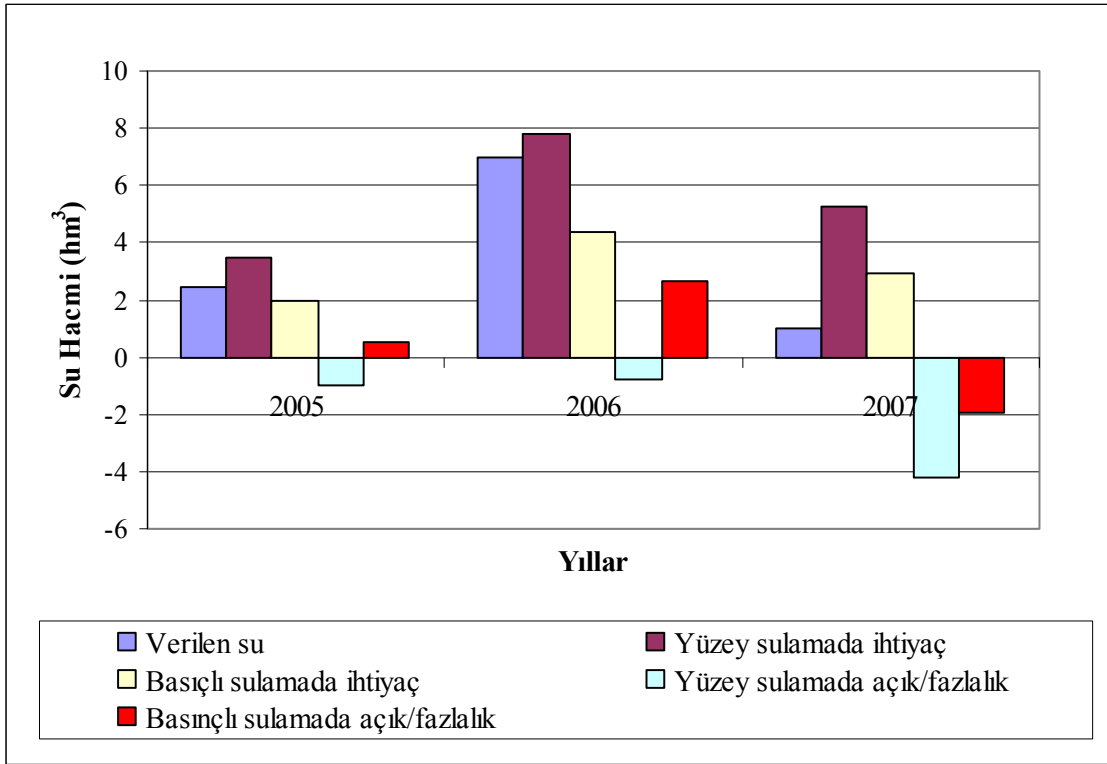


Şekil 4.122 MIKE BASIN Modeli Menemen Sulaması net sulama alanının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve Demirköprü ve Gölarmara Barajlarının tam kapasitesinin %80 azalması senaryosu sonuçları

4.7.10 MIKE BASIN modelinden elde edilen sonuçların değerlendirilmesi

4.7.10.1 MIKE BASIN modeli sarıgöl sulaması 2005-2006-2007 sonuçları

Sarıgöl Sulamasından su alan Sarıgöl sulama birliğinin 2005, 2006 ve 2007 yıllarında belirlenen bitki su ihtiyacı, kullanılan su ve su açığı miktarları grafiksel olarak Şekil 4.123’de verilmiştir.

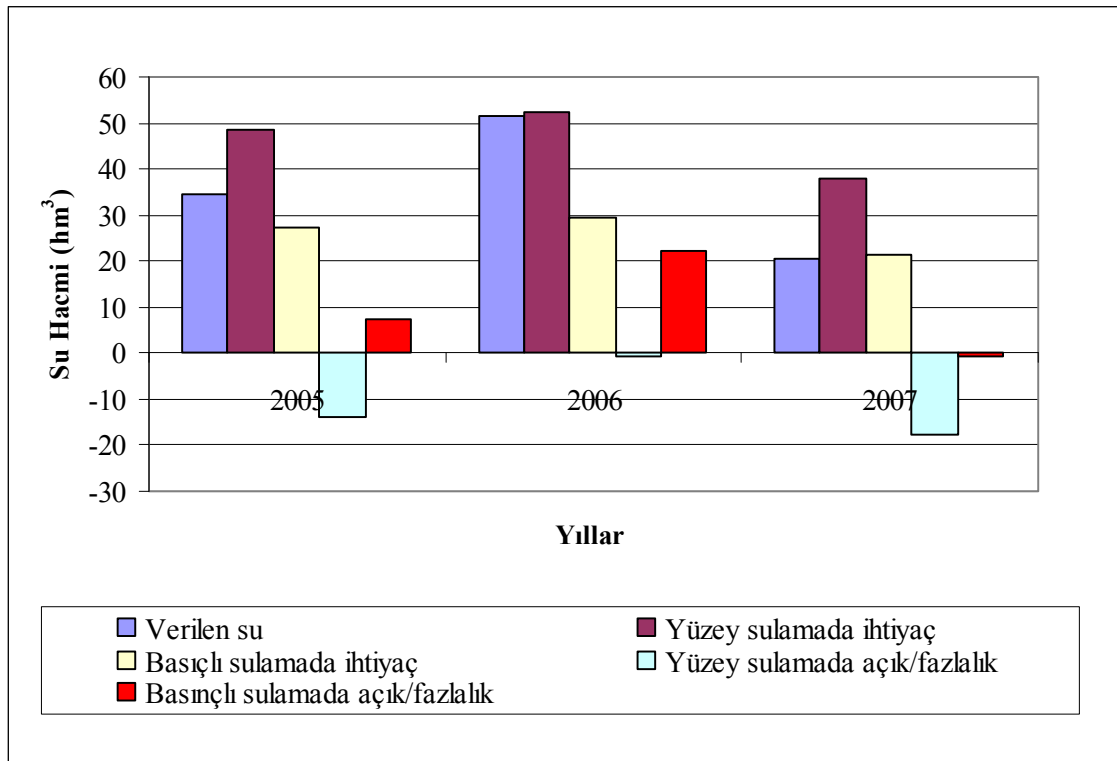


Şekil 4.123 MIKE BASIN Modeli Sarıgöl Sulaması 2005-2006-2007 sonuçları

Şekil 4.123 incelendiğinde su açığının en fazla yüzey sulamada 2007 yılında (4.24 hm^3) meydana geldiği ve bunu yine yüzey sulamada 2005 (1.02 hm^3) ve 2006 (0.78 hm^3) yıllarının izlediği görülmektedir. Basıncı sulamada sadece 2007 yılında 1.95 hm^3 ’lük bir su açığı meydana gelmiş diğer yıllarda su fazlalığı oluşmuştur. 2007 yılının kurak geçmesi hem basıncı sulamada su açığı meydana getirmiş hemde yüzey sulamada 2007 yılında su açığının fazla olmasına neden olmuştur.

4.7.10.2 MIKE BASIN modeli alaşehir sulaması 2005-2006-2007 sonuçları

Alaşehir Sulamasından su alan Üzüm ve Bağ sulama birliklerinin 2005, 2006 ve 2007 yıllarında belirlenen bitki su ihtiyacı, kullanılan su ve su açığı miktarları grafiksel olarak Şekil 4.124’de verilmiştir.

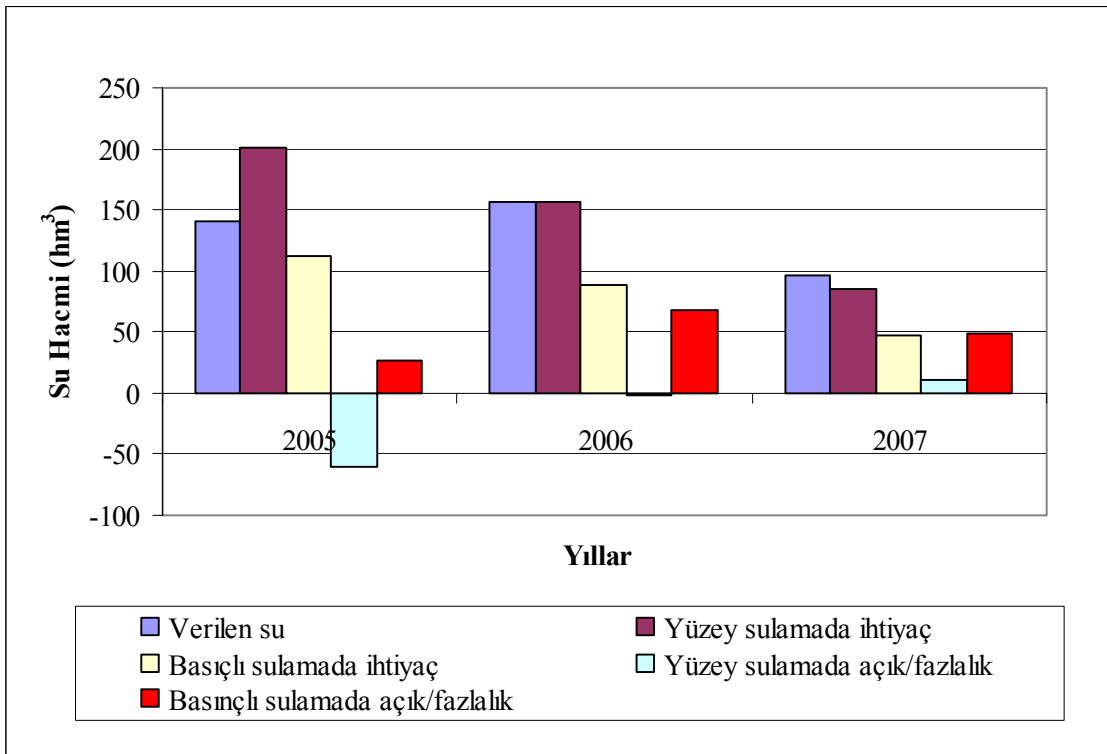


Şekil 4.124 MIKE BASIN Modeli Alaşehir Sulaması 2005-2006-2007 sonuçları

Şekil 4.124 incelendiğinde su açığının en fazla yüzey sulamada 2007 yılında (17.49 hm^3) meydana geldiği ve bunu yine yüzey sulamada 2005 (14.07 hm^3) ve 2006 (0.79 hm^3) yıllarının izlediği görülmektedir. Basınçlı sulamada sadece kurak geçen 2007 yılında 0.86 hm^3 'lük bir su açığı meydana gelmiş diğer yıllarda su fazlalığı oluşmuştur. 2007 yılının kurak geçmesi hem basıçlı hemde yüzey sulamada su açığının diğer yıllardan daha fazla olmasına neden olmuştur.

4.7.10.3 MIKE BASIN modeli adala sulaması 2005-2006-2007 sonuçları

Adala Sulamasından su alan sulama birliklerinin 2005, 2006 ve 2007 yıllarında belirlenen bitki su ihtiyacı, kullanılan su ve su açığı miktarları grafiksel olarak Şekil 4.125’de verilmiştir.

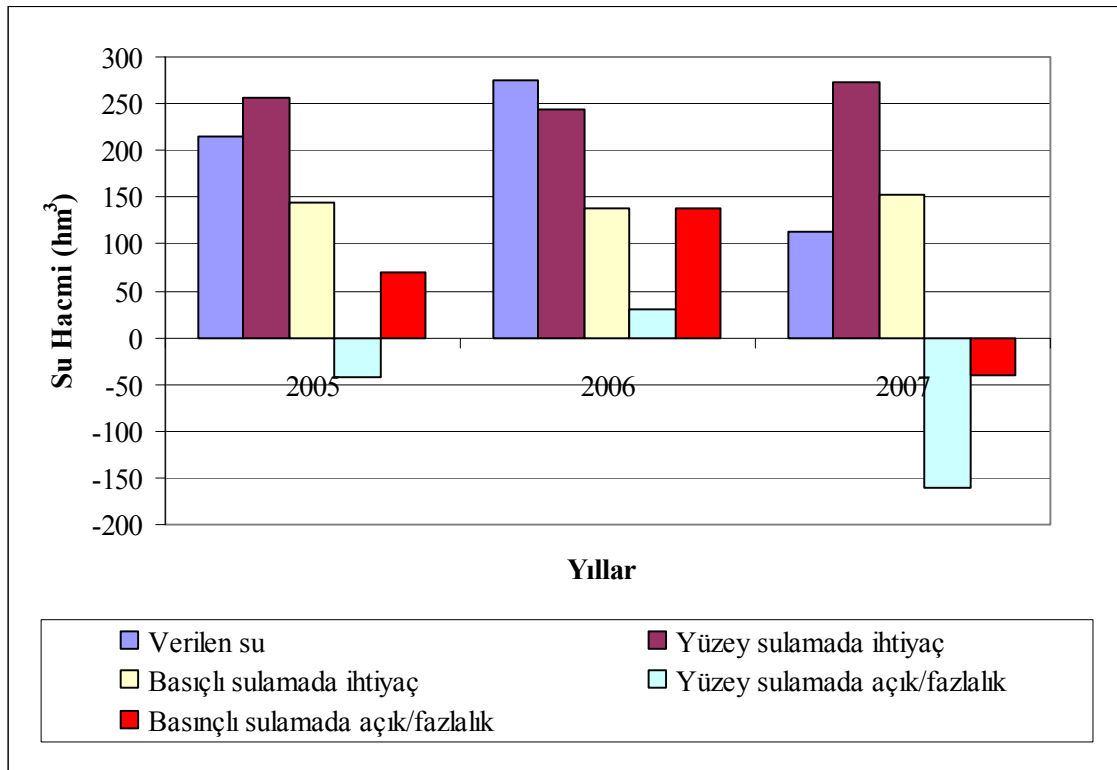


Şekil 4.125 MIKE BASIN Modeli Adala Sulaması 2005-2006-2007 sonuçları

Adala Sulaması 2005-2006-2007 sonuçlarını özetleyen Şekil 4.125 incelendiğinde su açığının en fazla yüzey sulamada 2005 yılında (60.2 hm^3) meydana geldiği ve bunu yine 2006 (1.07 hm^3) yılının izlediği görülmektedir. Basınçlı sulamada herhangi bir su açığı meydana gelmemiş her üç yılda da su fazlalığı oluşmuştur. Kurak geçen 2007 yılında yüzey sulamada 11.58 hm^3 'lük bir su fazlalığı meydana gelmiştir. Bunun nedeni 2007 yılında Adala sulamasından su alan sulama birliklerinin sulamaya açtıkları alanların azalma göstermesidir.

4.7.10.4 MIKE BASIN modeli ahmetli sulaması 2005-2006-2007 sonuçları

Ahmetli Sulamasından su alan sulama birliklerinin 2005, 2006 ve 2007 yıllarında belirlenen bitki su ihtiyacı, kullanılan su ve su açığı miktarları grafiksel olarak Şekil 4.126'da verilmiştir.

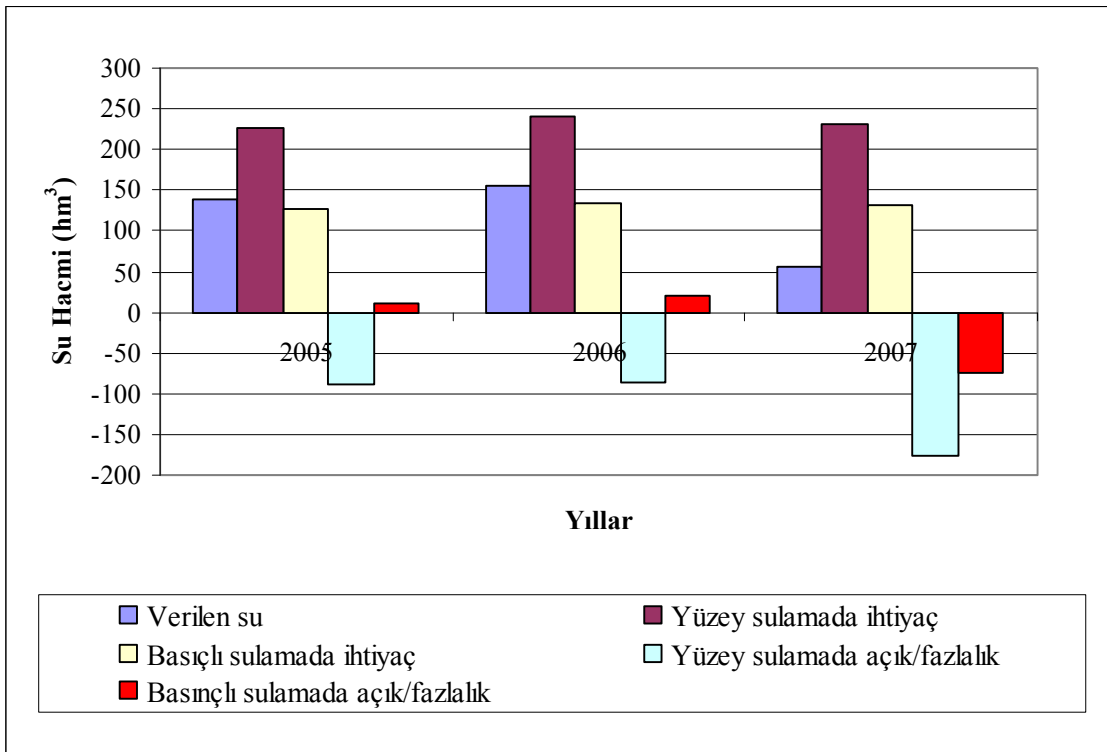


Şekil 4.126 MIKE BASIN Modeli Ahmetli Sulaması 2005-2006-2007 sonuçları

Adala Sulaması 2005-2006-2007 sonuçlarının grafik halinde verildiği Şekil 4.126 incelendiğinde su açığının en fazla yüzey sulamada 2007 yılında (160.09 hm^3) meydana geldiği ve bunu yine yüzey sulamada 2005 (43.07 hm^3) yılının izlediği görülmektedir. Basınçlı sulamada ise kurak geçen 2007 yılında 40.61 hm^3 'lük bir su açığı meydana gelmiş diğer yıllarda su fazlalığı oluşmuştur. Yüzey sulamada ise sadece yağış bakımından ortalama bir yıl olan 2006 yılında 31.16 hm^3 'lük bir su fazlalığı oluşmuştur.

4.7.10.5 MIKE BASIN modeli menemen sulaması 2005-2006-2007 sonuçları

Menemen Sulamasından su alan sulama birliklerinin 2005, 2006 ve 2007 yıllarında belirlenen bitki su ihtiyacı, kullanılan su ve su açığı miktarları grafiksel olarak Şekil 4.127’de verilmiştir.

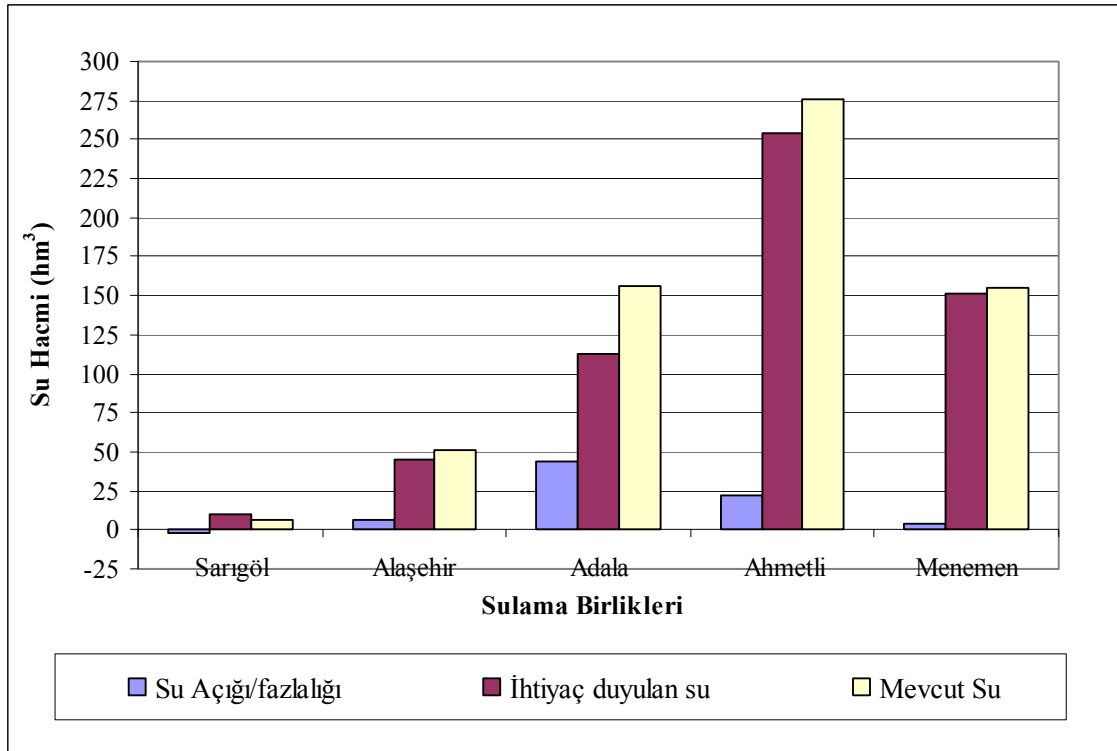


Şekil 4.127 MIKE BASIN Modeli Menemen Sulaması 2005-2006-2007 sonuçları

Menemen Sulaması 2005-2006-2007 sonuçlarının grafik halinde verildiği Şekil 4.127 incelendiğinde su açığının en fazla yüzey sulamada 2007 yılında (176.29 hm^3) meydana geldiği ve bunu yine yüzey sulamada 2005 (88.47 hm^3) ve 2006 (85.13 hm^3) yıllarının izlediği görülmektedir. Basınçlı sulamada ise kurak geçen 2007 yılında 74.66 hm^3 'lük bir su açığı meydana gelmiş diğer yıllarda su fazlalığı oluşmuştur.

4.7.10.6 MIKE BASIN modelinin sulama birlikleri net sulama alanının basınçlı sulama ile sulanması senaryosu sonuçlarının toplu değerlendirilmesi

Gediz havzasında bulunan rezervuarlardan sulama suyunu temin eden sulama birliklerinin net sulama alanlarının 2006 bitki deseni dikkate alınarak regülatörler bazında belirlenen bitki su ihtiyacı ile sistemde bulunan su miktarlarının MIKE BASIN Modeli kullanılarak değerlendirilmesi sonuçları grafiksel olarak Şekil 4.128’da verilmiştir.



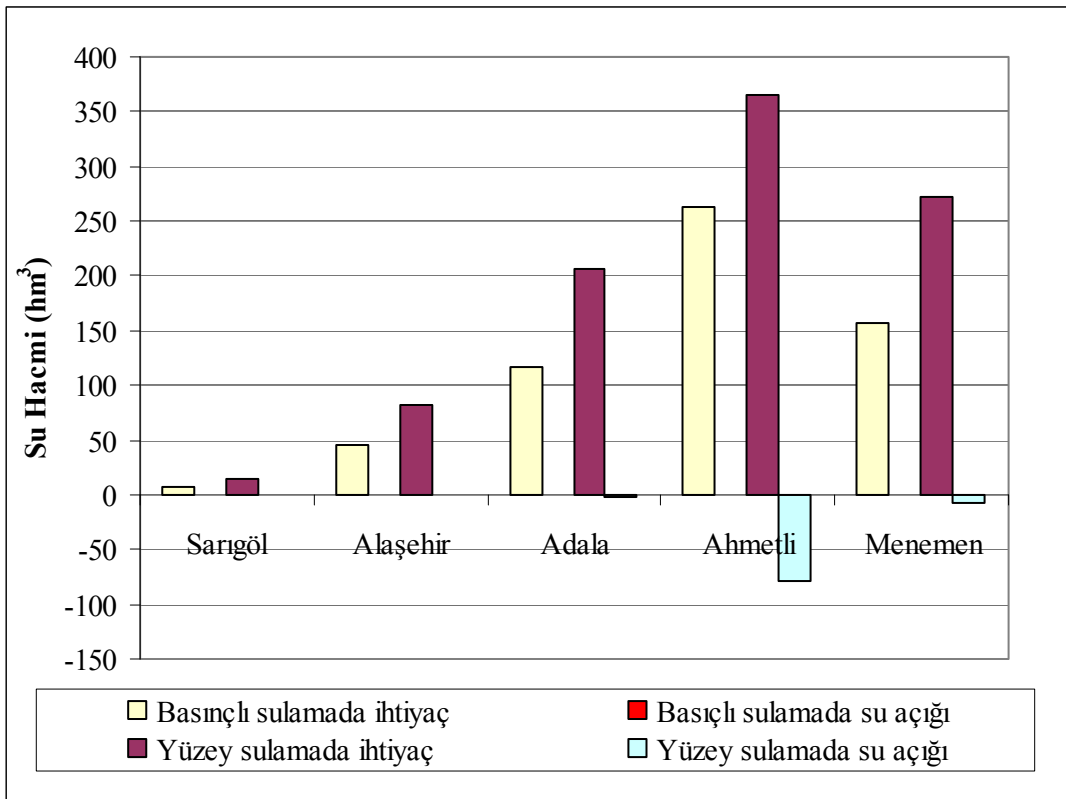
Şekil 4.128 MIKE BASIN Modeli basınçlı sulama ile sulama birlikleri net sulama alanlarının sulanması senaryosu sonuçları

Şekildeki grafik incelendiğinde, Sarıgöl sulaması için ayrılan sulama suyu, Sarıgöl sulama birliğinin net sulama alanını sulamaya yeterli olmamakta, 2.54 hm³’lük bir su açığı meydana gelmektedir. Diğer sulamalarda birliklerin ihtiyaç duyduğu sulama suyunun temininde herhangi bir su açığı meydana gelmemekte ve su rezervlerinde

ihtiyaç fazlası su bulunmaktadır. İhtiyaç fazlası bu su (76.50 hm³) ile ilave 35200 hektarlık bir alan basınçlı sulama yöntemleri ile sulanabilir.

4.7.10.7 MIKE BASIN modeli basınçlı ve yüzey sulama ile su kaynaklarının tam kapasitede kullanılması senaryosu sonuçlarının toplu değerlendirilmesi

Gediz havzasında bulunan rezervuarlardan sulama suyunu temin eden sulama birliklerinin toplam net sulama alanlarının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve sistemde bulunan rezervuarların tam kapasitede çalışması senaryosu için model tarafından elde edilen sonuçlar regülatörler bazında Şekil 4.129’da verilmiştir.



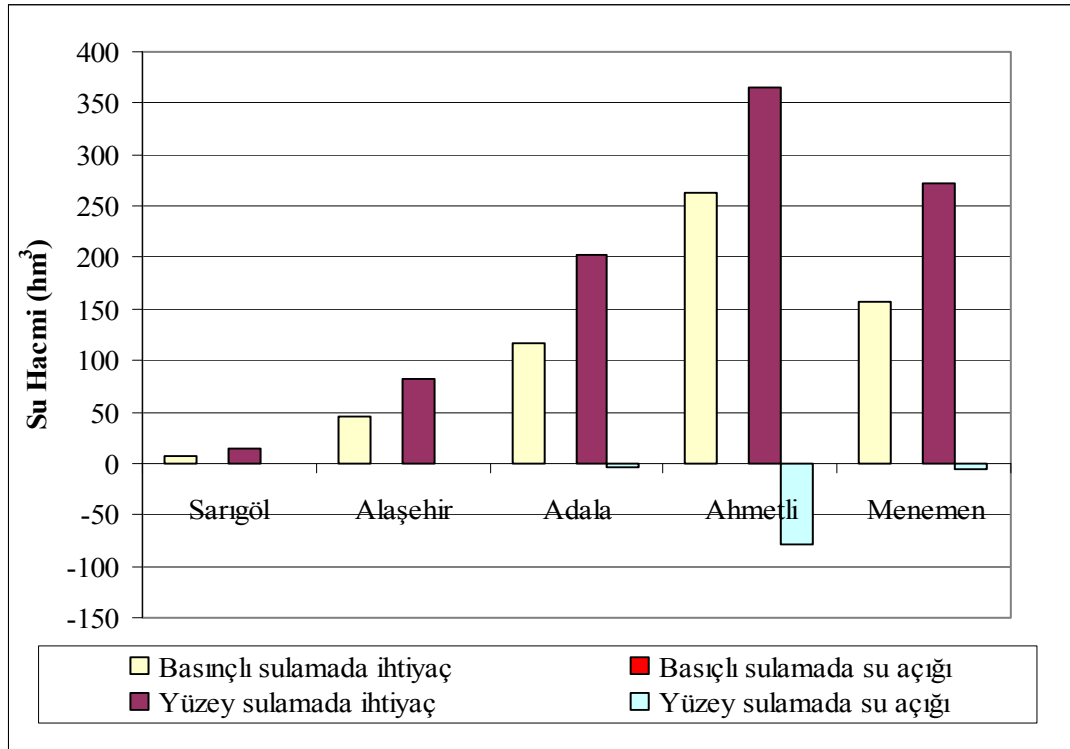
Şekil 4.129 MIKE BASIN Modeli basınçlı ve yüzey sulama ile su kaynaklarının tam kapasitede kullanılması senaryosunun regülatör bazında sonuçları

Gediz havzasında bulunan su rezervuarlarının tam kapasiteyle kullanılarak basınçlı ve yüzey sulamanın sulama birliklerinde yetiştirilen ürünlerin bitki su ihtiyacını karşılama

performansları ve meydana gelen su açığı miktarları değerlendirildiğinde, basınçlı sulamada regülatörlerin hiçbirinde herhangi bir su açığı meydana gelmediği görülmektedir. Ancak yüzey sulamada Ahmetli, Menemen ve Adala sulamalarında sırasıyla 78.72, 5.17 ve 2.65 hm³ su açığı oluşmaktadır.

4.7.10.8 MIKE BASIN modeli basınçlı ve yüzey sulama ile su kaynaklarında %20 azalması senaryosu sonuçlarının toplu değerlendirilmesi

Gediz havzasında bulunan rezervuarlardan sulama suyunu temin eden sulama birliklerinin toplam net sulama alanlarının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve sistemde bulunan rezervuarların tam kapasitesinde %20 azalması senaryosu için model tarafından elde edilen sonuçlar regülatörler bazında Şekil 4.130’da verilmiştir.



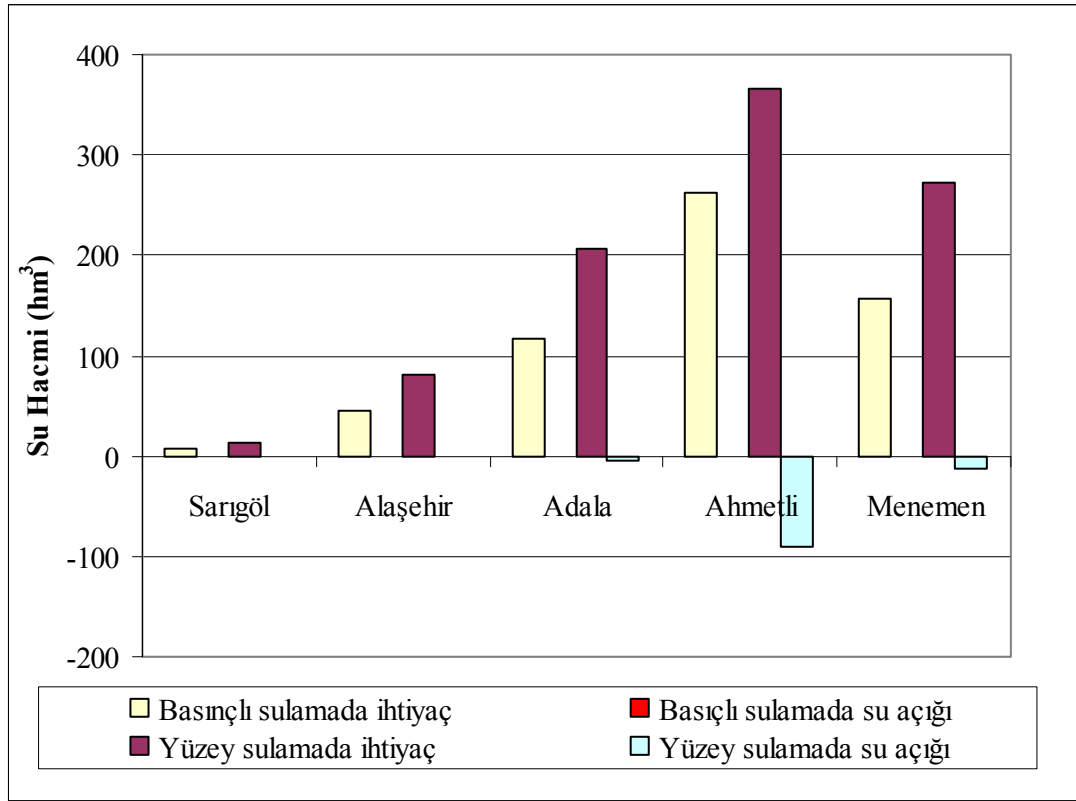
Şekil 4.130 MIKE BASIN Modeli basınçlı ve yüzey sulama ile su kaynaklarının tam kapasitesinde %20 azalması senaryosunun regülatör bazında sonuçları

Gediz havzasında bulunan su rezervuarlarının tam kapasitesinde %20 azalma meydana gelmesi sonucunda, rezervuarlarda kalan suyun kullanılarak, basınçlı ve yüzey sulamanın sulama birliklerinde ihtiyaç duyulan suyu karşılama performansları ve meydana gelen su açığı miktarları değerlendirildiğinde, basınçlı sulamada regülatörlerin hiçbirinde herhangi bir su açığı meydana gelmediği görülmektedir. Ancak yüzey sulamada Ahmetli, Menemen ve Adala sulamalarında sırasıyla 78.72, 8.38 ve 3.29 hm³ su açığı oluşmaktadır.

4.7.10.9 MIKE BASIN modeli basınçlı ve yüzey sulama ile su kaynaklarında %40 azalması senaryosu sonuçlarının toplu değerlendirmesi

Gediz havzasında bulunan rezervuarlardan sulama suyunu temin eden sulama birliklerinin toplam net sulama alanlarının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve sistemde bulunan rezervuarların tam kapasitesinde %40 azalması senaryosu için model tarafından elde edilen sonuçlar regülatörler bazında Şekil 4.131’de verilmiştir.

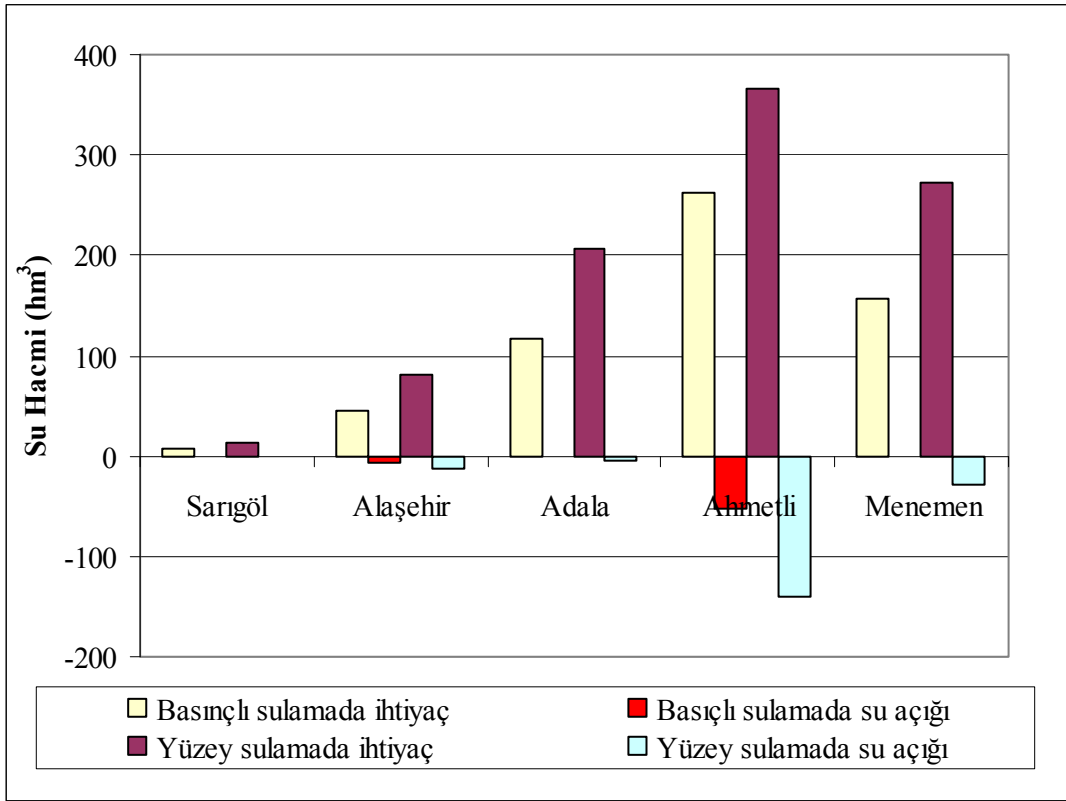
Gediz havzasında bulunan su rezervuarlarının tam kapasitesinde %40 azalma meydana gelmesi sonucunda, yine basınçlı sulamada regülatörlerin hiçbirinde herhangi bir su açığı meydana gelmediği görülmektedir. Ancak yüzey sulamada Ahmetli, Menemen ve Adala sulamalarında sırasıyla 91.07, 12.96 ve 4.37 hm³ su açığı oluşmaktadır.



Şekil 4.131 MIKE BASIN Modeli basınçlı ve yüzey sulama ile su saynaklarının tam kapasitesinde %40 azalması senaryosunun regülatör bazında sonuçları

4.7.10.10 MIKE BASIN modeli basınçlı ve yüzey sulama ile su kaynaklarında %60 azalması senaryosu sonuçlarının toplu değerlendirmesi

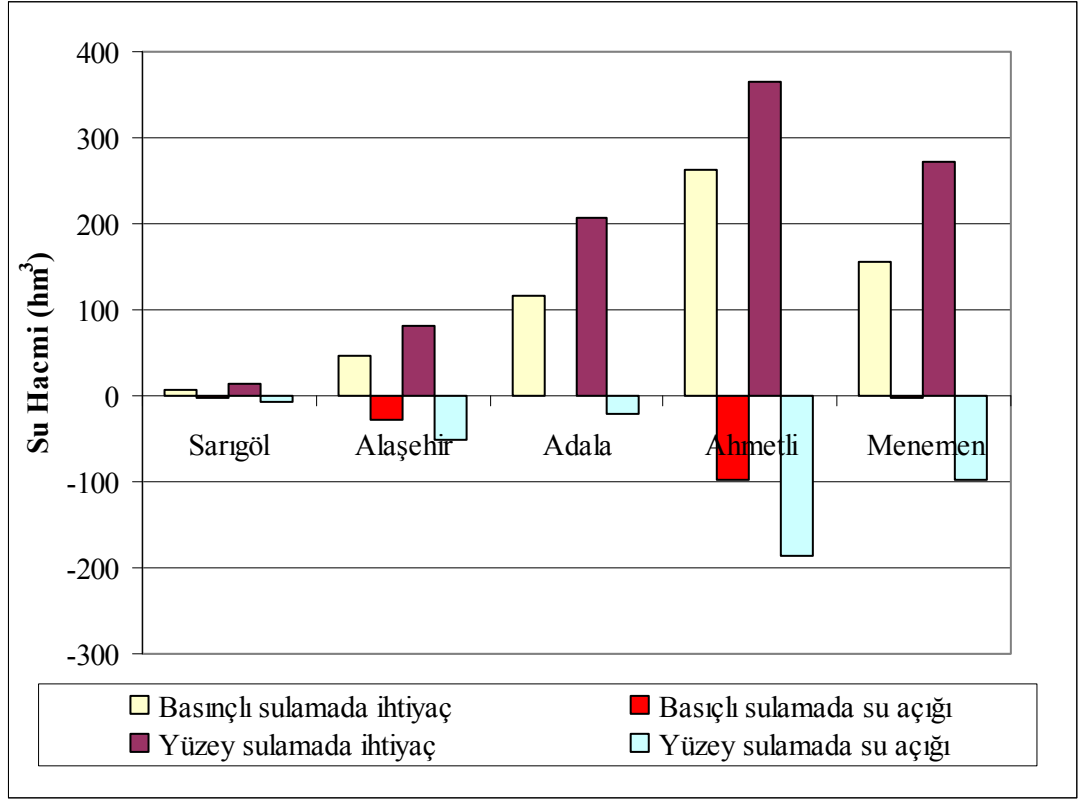
Gediz havzasında bulunan rezervuarlardan sulama suyunu temin eden sulama birliklerinin toplam net sulama alanlarının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve sistemde bulunan rezervuarların tam kapasitesinde %60 azalması senaryosu için model tarafından elde edilen sonuçlar regülatörler bazında Şekil 4.132’de verilmiştir. Gediz havzasında bulunan su rezervuarlarının tam kapasitesinde %60 azalma meydana gelmesi sonucunda, basınçlı sulamada Ahmetli ve Alaşehir sulamalarında sırasıyla 52.42 ve 6.73 hm³ su açığı meydana geldiği görülmektedir. Ancak yüzey sulamada Ahmetli, Menemen, Alaşehir ve Adala sulamalarında sırasıyla 146.04, 29.17, 11.92 ve 5.49 hm³ su açığı oluşmaktadır. Sadece Sarıgöl sulamasında hem basınçlı hemde yüzey sulamada herhangi bir su açığı meydana gelmemektedir.



Şekil 4.132 MIKE BASIN Modeli basınçlı ve yüzey sulama ile su saynaklarının tam kapasitesinde %60 azalması senaryosunun regülatör bazında sonuçları

4.7.10.11 MIKE BASIN modeli basınçlı ve yüzey sulama ile su kaynaklarında %80 azalması senaryosu sonuçlarının toplu değerlendirmesi

Gediz havzasında bulunan rezervuarlardan sulama suyunu temin eden sulama birliklerinin toplam net sulama alanlarının basınçlı ve yüzey sulama ile sulanması ve sistemde bulunan rezervuarların tam kapasitesinde %80 azalması senaryosu için model tarafından elde edilen sonuçlar regülatörler bazında Şekil 4.133’de verilmiştir. Gediz havzasında bulunan su rezervuarlarının tam kapasitesinde %80 azalma meydana gelmesi sonucunda, basınçlı sulamada Ahmetli, Alaşehir, Menemen ve Adala sulamalarında sırasıyla 97.71, 28.64, 3.45 ve 2.04 hm³ su açığı meydana geldiği görülmektedir. Ancak yüzey sulamada Ahmetli, Menemen, Alaşehir, Adala ve Sarigöl sulamalarında sırasıyla 185.0, 97.32, 50.70, 20.31 ve 8.07 hm³ su açığı oluşmaktadır. Sadece Sarigöl sulamasında basınçlı sulamada herhangi bir su açığı meydana gelmemektedir.



Şekil 4.133 MIKE BASIN Modeli basınçlı ve yüzey sulama ile su saynaklarının tam kapasitesinde %80 azalması senaryosunun regülatör bazında sonuçları

5. SONUÇ

5.1 Gediz Havzasının Yağış ve Akım Zaman Dizileri Analizi Sonuçları

Gediz Havzasında 32 yıllık (1974-2005) akım ve yağış verilerinin zaman dizisi çözümlemelerinde, yağış ve akım dizilerinin çoğunun türdeş olduğu belirlenmiştir. Akım dizilerindeki rasgeleliğin, dizilerde gözlenen kuvvetli azalma eğilimlerinin doğal bir sonucu olarak gidişlerin sayısında oluşan azalma nedeniyle bozulduğu bulunmuştur. Gözlem dizilerinin genelinde istatistiksel olarak anlamlı pozitif dizisel ilişki katsayılarının ($u(r)$) varlığı, bu dizilerde bir dizisel bağımlılığın ya da ısrarın varlığını göstermiştir. Eğilim sınamalarının sonuçları, mevsimlik akım dizilerinin çoğunda bir azalma eğiliminin bulunduğunu ve kurak koşulların özellikle 1980'lerin başından itibaren kuvvetlendiğini göstermiştir. Mevsimlik akımlardaki azalma eğilimlerinin büyük bir bölümü, istatistiksel açıdan anlamlıdır. Akhisar yağışlarında ise, kışın egemen olan belirgin ama istatistiksel açıdan anlamsız azalma dışında, tüm mevsimlerde belirgin ya da anlamlı bir eğilim bulunmamıştır. Benzer sonuçlar Yıldırım vd. (2004)'nin Gediz havzasında yaptıkları çalışmada elde edilmiştir. Araştırmacılar, Akhisar 1964-1999 yıllarını kapsayan yağış dizilerinde anlamlı olmamasına karşın kış mevsiminde belirgin, yaz ve sonbahar mevsimlerinde de zayıf bir azalma eğilimi tespit etmişlerdir.

Gidişler ve Wald-Wolfowitz sınamaları sonuçlarına göre, başlangıç hipotezinin reddedilmesi örneklemin rasgele olmadığını gösterir. Bu dizilerde gözlenen azalma eğilimleri ve yukarıda sözü edilen aşırı su kullanımı, gidişlerin sayısını azaltan ve rasgeleliği bozan ana neden olarak düşünülebilir.

Mevsimlik akım ve yağış gözlem dizileri çoğunlukla belirgin bir azalma eğilimi göstermektedir. Mann-Kendall eğilim sınamasının sonuçlarına göre, Medar Çayı yaz, Kumçay kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar, Selendi kış, yaz ve sonbahar, Deliniş Deresi yaz ve sonbahar, Gediz-Manisa kış ve sonbahar, Demirci kış, yaz ve sonbahar, Gediz-Acısü

yaz ve sonbahar, Muratçay yaz ve sonbahar ve Yiğitler yaz akımlarında gözlenen azalma eğilimleri, istatistiksel olarak %5 anlamlılık düzeyinde anlamlıdır. *M-K* ve *EKKDR* sonuçlarının işaretleri (eğilimin doğası ya da yönü) ve büyüklükleri (anlamlılık düzeyleri) arasında çok iyi bir uyum vardır. Yağış dizilerinde ise, Akhisar kış yağışlarında *EKKDR* sonuçlarına göre, Menemen yaz yağışlarında ise *M-K* sonuçlarına göre anlamlı bir azalma eğilimi saptanmıştır. Ayrıca, anlamlı olmamasına karşın Manisa yaz, Menemen kış, yaz ve sonbahar mevsimi yağışlarında belirgin bir azalma eğilimi bulunmuştur. Bunların dışında yağış istasyonlarının hepsinde tüm mevsimlerde zayıf bir azalma eğilimi tespit edilmiştir.

Gediz havzası akımları üzerinde Özkul vd. (2008)'nin yaptıkları çalışmada, akımların yaklaşık olarak 2030 yılında %20, 2050 yılında %35 ve 2100 yılında ise %50'nin üzerinde azalabileceğini tahmin etmişlerdir. Araştırmacıların öngörülleri, bu çalışmadan elde edilen sonuçlara benzerlik göstermektedir. Çünkü analize tabi tutulan tüm akım istasyonlarının özellikle yaz ve sonbahar akımlarında önemli bir azalma meydana geldiği tespit edilmiştir.

Mevsimlik evapotranspirasyon dizileri Manisa'da belirgin bir azalma, Menemen'de ise belirgin bir artma eğilimi göstermektedir. Mann-Kendall eğilim sınamasının sonuçlarına göre, Manisa kış ve ilkbahar evapotranspirasyon değerlerinde gözlenen azalma, Menemen kış ve yaz evapotranspirasyon değerlerinde gözlenen artma eğilimi, istatistiksel olarak %5 anlamlılık düzeyinde anlamlıdır. *M-K* ve *EKKDR* sonuçlarını incelendiğinde genelde iyi bir uyum olduğu gözlenmektedir. Bunların dışında Manisa evapotranspirasyon değerlerinde, anlamlı olmamasına karşın belirgin bir azalma, Menemen dizilerinde ise belirgin bir artma eğilimi belirlenmiştir.

Mevsimlik akımlar ile 4 yağış istasyonunun yağışları arasındaki olası ilişkileri saptamak için yapılan analizler sonucunda; Kış ve İlkbahar mevsimlerinde, 9 akım istasyonundaki akım değişimleri ile 4 meteoroloji istasyonundaki yağış değişimleri arasında hemen tümünde istatistiksel açıdan % 1 düzeyinde anlamlı bir pozitif doğrusal ilişki vardır. Bulunan bu kuvvetli akım-yağış ilişkileri, doğal akım ve yağış koşulları altında Akdeniz

yağış rejimi bölgesi için beklenen bir sonuçtur. Benzer sonuçlar, Yıldırım vd. (2004)'nin Gediz havzasında yaptıkları çalışmada elde edilmiştir. Araştırmacılar, Gediz Havzasında Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından akım gözlemleri yapılan 4 istasyonun akım değerleri ile bu istasyonlara yakın olan Akhisar büyük iklim gözlem istasyonunun yağış değerlerinin zaman dizisi çözümlemeleri sonucunda, akım-yağış ilişkilerini tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda Kış ve İlkbahar mevsimlerinde, Akhisar yağış değişimleri ile 4 akım istasyonundaki akım değişimleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı kuvvetli bir pozitif doğrusal ilişki bulunmuştur.

Akhisar yağışları ile Demirci dışında Yaz ve Sonbahar mevsimlerinde meydana gelen akımlar, Manisa yağışları ile Selendi, Delinış ve Demirci dışında Yaz ve Sonbahar akımları arasında istatistiksel açıdan anlamlı herhangi bir ilişki yoktur. Ayrıca, Menemen ve Salihli yağışları ile Medar ve Yiğitler dışında Sonbahar ve yaz mevsimlerinde meydana gelen akımlar arasında istatistiksel açıdan anlamlı herhangi bir ilişki yoktur. Bu sonuçta, sonbahar ve özellikle yaz mevsiminde akarsuların toplama havzalarında yağışın ve dolayısıyla toprakta nem birikiminin düşük ve sulama gibi tarımsal amaçlı insan müdahalesinin fazla olmasının ve buna bağlı olarak da akımlardaki yıllar arası değişimlerin doğal olmamasının etkili olduğu düşünülmektedir.

5.2 Gediz Havzası Alt Havzaları

Gediz havzasının ve alt havzalarının sınırlarının belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan D8 yöntemi kullanılmıştır. D8 yöntemi aşamaları izlenerek Gediz Havzası için toplam 23 alt havza belirlenmiştir. Gediz havzasının alt havzalara bölünmesinde amaç havzada sulama birliklerini besleyen su depolama yapılarından Demirköprü, Gölarmara, Avşar ve Buldan barajını besleyen ve havzanın memba tarafında bulunan alt havzaların su bütçesinin oluşturulması ve bütçe elemanlarında meydana gelen değişimin ortaya konulmasıdır. Bu amaçla belirlenen alt havzaların, büyük havzayı yüzey akış ve yer altı suyu ile besleyen küçük birimler olmaları nedeniyle, alt havza bazında çalışmak, su bütçesi kavramının daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır.

Alt havzalar oluşturulurken ana materyal olarak kullanılan sayısal arazi modeli ve ondan türetilen eğim ve bakı gibi katmanlar havzanın fizyografisi hakkında önemli bilgiler vermektedir. Bu amaçla Gediz Havzasına ait Sayısal Arazi Modeli, Eğim ve Bakı Haritaları incelendiğinde havzanın üç temel fizyografyadan oluştuğu gözlenmektedir. Bunlar dağlık ve sarp fizyografya, tepelik ve dalgalı fizyografya ve taban ve düzlük fizyografyadır. Dağlık ve sarp fizyografya kuzey ve güneyde uzanan dağları, tepelik ve dağlık fizyografya ovaları çevreleyen tepelikleri ve taban ve düzlük fizyografya ise ovaları kapsamaktadır.

5.3 Gediz Havzası Arazi Kullanımı

Gediz havzası için belirlenen arazi kullanım sınıfları içerisinde sulu tarım alanları havzada bulunan sulama birliklerinin faaliyet gösterdiği alanlar ile herhangi bir organizasyona bağlı olmayan, halk sulamaları olarak ifade edilen bireysel sulama alanlarıdır. Havzanın düz alanları ile ovalarında sulu tarım hakimdir. Düz alanlardan yukarıya doğru çıkıldıkça kuru tarım alanları belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Havzanın yüksek bölümlerinde ise orman, funda, çıplak kaya alanları ovalara yaklaştıkça meralar yer almaktadır. Ayrıca havzanın yukarı bölümlerinde ormandan açılmış tarım arazileri mevcuttur. Bataklık alanları ve sulak alanlar Gediz deltasında ve Gölarmara kıyısında yer almaktadır.

Yapılan sınıflandırmanın toplam doğruluk oranı %93,99 olup en yüksek doğruluk oranı su yüzeyi (%99.99) ve bataklık (%99.68) sınıfında, en düşük doğruluk oranı ise mera (%83.33) ve çıplak kaya ve kumul (%83.94) alanlarında gerçekleşmiştir. Sınıflandırmada yapılan ve hata matrisine taşınan hatalar genellikle, belirlenen tematik sınıfların spektral bantlarda yansıma özelliklerinin birbirlerinden tam olarak ayırt edilememesinden kaynaklanmaktadır.

5.4 Gediz Havzası Su Bütçesi Modeli

Gediz havzasında rezervuarları besleyen Yukarı Gediz, Selendi-1, Selendi-2, Deleniş-1, Deleniş-2, Demirci, Demirköprü, Gölarmara, Derbent ve Kocaçay alt havzaları için 1995-2007 yıllarını kapsayan aylık yüzey akış hesaplamaları sonuçlarına göre, havzaların hemen hemen hepsinde Ocak-Nisan arasında yüzey akış miktarı artmış, Nisan'dan başlayarak Ekim ayına kadar sıfır düzeyinde seyretmiş ve Kasım ayından yıl sonuna kadar tekrar artışa geçmiştir. Yüzey akışın tüm alt havzalarda en az olduğu yıl oldukça kurak geçen 2007 yılıdır. Tüm alt havzalarda akımın yüksek olduğu yıllar yağışın da ortalamadan üzerinde olduğu 2001 ve 2005 yıllarıdır. Yıllar itibarıyla aylık ortalama akımın en yüksek olduğu alt havza Derbent, en düşük olduğu alt havza ise Gölarmara havzasıdır. Bunun nedeni Derbent havzasının Gediz havzasında havza sınırına yakın yüksek ve daha çok yağış alan kesiminde yer alması, Gölarmara'nın ise yağışı düşük olan ovalık kesimde bulunmasıdır.

5.5 Sulama Birlikleri Veritabanı

Gediz havzasında bulunan sulama birliklerine ait veritabanının oluşturulması, suyun etkili bir şekilde yönetilmesine imkan tanıyacak ve 2006 yılından sonraki verilerin girilmesi kolaylaşacaktır. Verilerin data ve harita şeklinde hazırlanmış olması ileriye yönelik sulama projeksiyonlarının oluşturulmasının, havza bazında suyun yönetiminin ve su tahsisi problemlerinin çözümünde başarılı olmasını sağlayacaktır. Sulama birliklerinin alanlarında üretilen ürünler, sulanan alan miktarları, kullanılan su miktarları, tarımsal uygulamalar ve ürün verimleri gibi veriler ileride yapılacak modelleme çalışmalarının temelini oluşturacak ve elde edilen sonuçların güvenilirliğini artıracaktır.

5.6 Gediz Havzası Sulama Senaryoları

Gediz Havzasında suyun optimum yönetimi için, havzadaki su kaynaklarının geçmişte ve günümüzde nasıl kullanıldığının öncelikle ortaya konması gerekmektedir. Bu amaca yönelik olarak, yağış ve sıcaklık bakımından ortalama yıllar olan 2005 ve 2006 yılları; ile Türkiye'nin büyük bir bölümünde kurak geçen 2007 yılı su yönetimi açısından değerlendirilmiştir. Ayrıca Gediz havzasında mevcut su kaynaklarının tarihsel gelişimi dikkate alınarak ve su bütçesi model bileşenlerindeki değişimlere bağlı olarak;

- yağış açısından normal bir yıl olan 2006 yılının bitki deseni ile sulama birlikleri net sulama alanının basınçlı sulama yöntemleri ile sulanması;
- 2006 yılının bitki deseni ile sulama birliklerinin net sulama alanlarının yüzey sulama yöntemleri ile sulanması ve su kaynaklarının tam kapasitede kullanılması ile su kaynaklarının tam kapasitesinin %20, %40, %60 ve %80 oranlarında azalması; ve
- 2006 yılının bitki deseni ile sulama birliklerinin net sulama alanlarının basınçlı sulama ile sulanması ve su kaynaklarının tam kapasitede kullanılması ile su kaynaklarının tam kapasitesinin %20, %40, %60 ve %80 oranlarında azalması senaryolarının tarımsal su tahsisi üzerine etkileri tartışılmıştır.

MIKE BASIN Modeli kullanılarak adı geçen regülatörler bazında 2005, 2006 ve 2007 yıllarına ait simülasyon sonuçlarına göre Sarıgöl ve Alaşehir sulamalarında her üç yılda da sistemde mevcut olan su bitkilerin su ihtiyacını karşılamaya yeterli olmamıştır. Bu sulamalardan tarımsal su ihtiyacını karşılayan sulama birlikleri su açığının bulunduğu dönemlerde sulama suyu yer altı suyu kuyularından su temin etmektedirler.

Adala, Ahmetli ve Menemen sulamalarından suyunu alan sulama birlikleri için 2005, 2006 ve 2007 model simülasyonlarında, sistemde mevcut olan su bitki su ihtiyacını 2005 ve 2006 yıllarında karşılamış ancak kurak geçen 2007 yılında sistemde bulunan su bitki su ihtiyacını karşılamada yeterli olmamıştır.

Yağış açısından normal bir yıl olan 2006 yılının bitki deseni ile sulama birliklerinin net sulama alanının basınçlı sulama yöntemleri ile sulanması senaryosu sonuçlarına göre, Sarıgöl sulaması için ayrılan sulama suyu, Sarıgöl sulama birliğinin net sulama alanını sulamaya yeterli olmamakta ve su açığı meydana gelmektedir. Diğer sulamalarda birliklerin ihtiyaç duyduğu sulama suyunun temininde herhangi bir su açığı meydana gelmemekte ve su rezervlerinde ihtiyaç fazlası su bulunmaktadır. İhtiyaç fazlası su ile ilave 35200 hektarlık bir alanın basınçlı sulama yöntemleriyle sulanması mümkündür.

Gediz havzasında bulunan su rezervuarlarının tam kapasiteyle kullanılarak basınçlı ve yüzey sulamanın sulama birliklerinde yetiştirilen ürünlerin bitki su ihtiyacını karşılama performansları ve meydana gelen su açığı miktarları değerlendirildiğinde, basınçlı sulamada regülatörlerin hiçbirinde herhangi bir su açığının meydana gelmediği görülmektedir. Ancak yüzey sulama yöntemlerinin uygulandığı Ahmetli, Menemen ve Adala sulamalarında sırasıyla önemli miktarda su açığı oluşmaktadır.

2006 yılının bitki deseni ile sulama birliklerinin net sulama alanlarının yüzey sulama ile sulanması durumunda ve mevcut su kaynaklarında %20, %40, %60 ve %80 oranında azalmanın meydana geleceğini esas alan senaryodan elde edilen sonuçlar, Sarıgöl ve Adala Sulaması hariç tüm sulamalarda, özellikle su kaynaklarında %80 oranında azalma meydana gelmesi durumunda önemli su açığının meydana geldiğini göstermektedir.

2006 yılının bitki deseni ile sulama birliklerinin net sulama alanlarının basınçlı sulama ile sulanması durumunda ve mevcut su kaynaklarında %20, %40, %60 ve %80 oranında azalma meydana geleceğini esas alan senaryodan elde edilen sonuçlara göre ise önemli su açığı sadece su kaynaklarında %80 oranında azalma meydana gelmesi durumunda oluşmaktadır.

Hem yüzey hemde basınçlı sulama yöntemlerinin uygulandığı alanlarda meydana gelen su açığı en fazla Ahmetli sulamasında görülmektedir. Ahmetli regülatöründen su alan sulama birliklerinin net sulama alanının, havzada bulunan tüm sulama birliklerine ait

net sulama alanının yarısına yakın olması su açığının fazla meydana gelmesine neden olmaktadır.

Gediz havzasında su iletim yapılarının büyük bir kısmının açık kanal olması su kayıplarının fazla olmasına ve suyun israf edilmesine neden olmaktadır. Bu çalışmada MIKE BASIN Modeli simülasyonlarından da görüldüğü gibi, yüzey sulama yöntemlerinin uygulandığı koşullarda meydana gelen su açığı ile ilave tarım alanlarının suya kavuşması sağlanabilmektedir.

5.7 Öneriler

Ülkemizde, sulama suyu yönetiminde bir çok eksiklikten söz etmek mümkündür. Genel olarak, sulama şebeke randımanları ve su dağıtım planları üzerinde durulması gerekli en önemli unsurlar arasındadır. Sulama randımanı şebekede meydana gelen kayıpları ve tarlada suyun uygulanmasındaki verimliliği göz önünde tutmaktadır. Su kaynağında kısıt oluştuğunda üzerinde en çok durulacak konular arasında yer almaktadır. Su dağıtım planları yeterli su koşulunda sorun teşkil etmezken kısıtlı su koşullarında kritik bir durum yaratmaktadır.

Gediz havzasında bulunan sulama birliklerine ait sulama alanlarında halihazırda bulunan sulama sistemi genellikle açık kanal sistemidir. Bu sistem, su iletim ve dağıtımında oldukça fazla su kaybına neden olmaktadır. Son yıllarda yaşanan kuraklığın etkisiyle suyun önemi oldukça artmış ve sulamada ihtiyaç duyulan suyun etkin yönetimi kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu nedenle Gediz havzasında mevcut olan yüzey sulama yöntemlerinin basınçlı sulama yöntemlerine dönüştürülmesi ilave tarım alanlarının sulanmasına imkan tanıyacaktır.

Havzada bulunan sulama birliklerinin veritabanı bulunmamaktadır. Sulama birliklerine ait sulama alanlarında sulu tarım parsellerinin ve bitki deseninin sayısallaştırılması,

sulanan bitkilerin ve sulama birliklerinin yıllar itibariyle sulanan alan miktarlarını içeren veritabanının oluşturulması, ileride yapılacak su tahsislerine yön verecek ve su yönetiminin daha etkin olmasına imkan verecektir. Bu nedenle Türkiye genelinde bulunan sulama birliklerinin veri tabanının oluşturulması kaçınılmaz hale gelmiştir.

Gediz havzasında detaylı toprak verileri mevcut değildir. Havzada ileriye yönelik yapılacak ürün planlamasında detaylı toprak verisi yapılacak planlamanın verimliliğini ve su kullanım planlamalarının etkinliğini artıracaktır. Bu nedenle Gediz havzasının detaylı toprak haritasının en kısa sürede hazırlanması gerekmektedir.

Ayrıca iklim ve akım ölçüm istasyonlarının sayılarının artırılması Gediz havzasında suyun döngüsünün daha iyi anlaşılmasını sağlayacak, havzada ileride inşa edilecek su depolama yapılarının boyutlarının daha doğru planlanmasına imkan tanıyacaktır.

KAYNAKLAR

- Akkuzu, E. ve Karataş, B. S. 2004. İzmir İli Dahilindeki Sulama Birliklerinin Genel Sulama Planlarına Göre İşletim Performansı. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2004, 41(1):107-116.
- Akkuzu, E., Aşık, Ş., Ünal, H.B. ve Karataş, B.S. 2006. Aşağı Gediz Havzası Sulama sisteminde Ana Kanal Düzeyinde Su Dağıtımında Yeterliliğin ve Değişkenliğin Belirlenmesi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 43(2):85-96
- Alberto, I. J. Vich, Patricia, M. López and Maria, C. Schumacher. 2007. Trend detection in the water regime of the main rivers of the Province of Mendoza, Argentina. GeoJournal, December. Vol.70, Iss.4 p;233-243
- Alemaw, B.F. and Chaoka, T.R. 2002. A Continental Scale Water Balance Model: a GIS-Approach for Southern Africa. 3rd Water Net/Warfsa Symposium "Water Demand Management for Sustainable Development", Dar es Salam, 30-31 October 2002.
- Altınbilek, H. D., Günyaktı, A., Gürer, İ., Denli, Ö. and Soykan, İ. 1991. Use of Hydrologic Modelling and Isotope Techniques in Güvenç Basin, I.A.E.A. 335-RC-TUR-5145, Ankara.
- Anonymous. 1992a. Grid Commands Refernces, Arc/Info User's Guide, Environmental Systems Research Institute (ESRI), Inc., USA.
- Anonymous. 1992b. Cell-based Modelling with Grid, Arc/Info User's Guide, Environmental Systems Research Institute (ESRI), Inc., USA.
- Anonim. 1999. DSİ Etüd Plan Daire Başkanlığı Kayıtları, Ankara.
- Anonim. 2003. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, APK Dairesi Başkanlığı Yayınları, Türkiye Toprak Su Kaynakları ve Çölleşme Raporu, Ankara. <http://www.khgm.gov.tr/kutuphane/collesme/colleme.htm>. Erişim Tarihi: 13.02.2009.
- Anonim. 2009. DSİ Kurumsal Web Sitesi. <http://www.dsi.gov.tr/hizmet/tarim.htm>. Erişim Tarihi: 13.02.2009.
- Anonim. 2009. DSİ Kurumsal Web Sitesi. <http://www.dsi.gov.tr/topraksu.htm>. Erişim Tarihi: 13.02.2009.
- Bastiaanssen, W. G. M., Menenti, M., Feddes, R. A. and Holtslag, A. A. M. 1998. A Remote Sensing Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL), part 1: Formulation, J. Hydrol. 198-203.
- Bastiaanssen, W.G.M. 2000. SEBAL-Based Sensible and Latent Heat Fluxes in Irrigated Gediz Basin, Turkey, J.of Hydrology 229: 87-100.
- Beyazgül, M., Kayam Y., and Engelsman F. 2000. Estimation Methods for Crop Water Requirements in the Gediz Basin of Western Turkey, Elsevier, Journal of Hydrology, (2000), Vol. 229, p. 19-26.
- Beyribey, M., Balaban, A., Çakmak B., ve Oğuz M. 1995. Devlet Sulama Şebekelerinde İzleme ve Değerlendirme. 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, s. 143-152, Kemer-Antalya.
- Beyribey, M., Çakmak, B., Sönmez, K. ve Oğuz, M. 1997. Sulama Şebekelerinde Blaney-Criddle ve Penman-Monteith Yöntemlerine Göre Sulama Suyu İhtiyacının Karşılaştırılması. A.Ü.Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 3(1) 83-87, Ankara.

- Beven, K.J. (2001) Rainfall-Runoff Modelling, John Wiley & Sons, LTD, England.
- Bosh, J.M., Hewlett, J.D., 1982. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *J. Hydrol*, 55, 3-23.
- Burri, E., Petitta, M. 2004. Agricultural changes affecting water availability: From abundance to scarcity (Fucino Plain, central Italy). *Irrigation And Drainage*, Vol. 53 No: 3 p: 287-299.
- Calder, M. 2000. Land use impacts on water resources. Background Paper No. 1, Land-Water Linkage in Rural Watersheds. Electronic Workshop, 18 September-27 October 2000, FAO, Rome.
- Conan, C., Marsily, G., Bouraoui, F. and Bidoglio, G. 2003. A Long-Term Hydrological Modelling of the Upper Guadiana river basin (Spain). *Physics and Chemistry of the Earth*. 28, 193-200.
- Çetinkaya, C, P ve Barbaros, F. 2008. Su Yönetimi Senaryoları İle Gediz Nehri Yıllık Su Bütçesi Performansının Değerlendirilmesi. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi Bildirileri, TMMOB, 20-22 Mart 2008, Ankara, s. 323-334.
- Çıkm, A., Anaç, S., Dorsan, F., Ul, M.A. ve Yercan, M., 2001. Kamu Tarafından Yönetilen Sulama Şebekelerinin Su Kullanıcı Örgütlere Devir Sorunları ve Uygun İşletme Organizasyon Yönetim Modellerinin Belirlenmesi. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu. Proje No: TARP-1967.
- Das, S., and Paul, P.K. 2006. "Selection of site for small hydel using GIS in the Himalayan region of India", *Journal of Spatial Hydrology*, Vol. 6, No.1.
- DehghaniSanij, H. 2004. Assessment of Evapotranspiration Estimation Models For Use in Semi-Arid Environments. Elsevier, *Agricultural Water Management*, (2004), Vol. 64, p. 91-106.
- Dinç, U., Yeğingil, İ. ve Peştemalci, V., 1994. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uzaktan Algılama Ders Notları, Adana.
- Ercan, T., Satır, M., Kreuzer, H., Türkecan, A., Günay, E. Çevikbaş, A., Ateş, M. ve Can, B. Batı Anadolu Senozoyik volkanitlerine ait yeni kimyasal, izotopik ve radyometrik verilerin yorumu, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 28, 121-136, 1985.
- Erlat, E. 2002. Türkiye’de yağış anormallikleri ve Kuzey Atlantik Salınımı ile ilişkisi. Prof. Dr. Sırrı Erinç Anısına Klimatoloji Çalıştayı 2002, Bildiriler Kitabı. Ege Üniversitesi Coğrafya Bölümü, 11-13 Nisan 2002.
- Ershadi, A. and Khiabani, H. 2005. Applications of Remote Sensing, GIS and River Basin Modelling in Integrated Water Resource Management of Kabul River Basin. ICID 21st European Regional Conference. 15-19 May 2005-Frankfurt (Oder) and Slubice - Germany and Poland. p. 1-10.
- Flerchinger, G.N. and Cooley, K.R. 2000. A ten-year water balance of a mountainous semi-arid watershed. *Journal of Hydrolgy*. 237, 86-89.
- Fu, G., Chen, S., Liu, C., and Shepard, D. 2004. Hydro-Climatic Trends of the Yellow River Basin for the Last 50 Years. *Climatic Change*, 65(1-2):149-178.
- Garbrecht, J. and Martz, L.W. 1999. Digital Elevation Model Issues In Water Resources Modelling. 19th ESRI International User Conference, Environmental Systems Research Institute, San Diego, California, July 26-30, 1999.
- Hawkins, R. H. 1990. A taxonomy of small watershed rainfall-runoff, *Hydrology and Water Resources in Arizona and the Southwest*, v. 20, p. 63-74.

- İstanbuluoğlu, E., Karaş, E. ve Korukçu, A. 1998. Küçüklemalı gölet havzasındaki alt havzada yüzeysel akışın SCS yöntemiyle belirlenmesi. II.Ulusal hidroloji kongresi, İTÜ İnşaat Fakültesi, 22-24 Haziran 1998, İstanbul.
- Jenson, S.K. and Domingue, J.O. 1988. Extracting topographic structure from digital elevation data for geographical information system analysis. *Photogrametric Engineering and Remote Sensing* 54, 1593–1600.
- Jha, M. K and Gupta, A. D. 2003. Application of Mike basin for water management strategies in a watershed. *Water international*, vol. 28, no1, pp. 27-35 [9 page(s) (article)] (13 ref.).
- Jones, N, K. 2008. On the impact of recent climate change on seasonal floods--a case study from a river basin in southern Quebec; Case study. *Canadian Water Resources Journal*, Pg. 55(18) Vol. 33 No. 1 ISSN: 0701-1784.
- Kadioğlu, M., Toros, H. ve Kurtuluş, B. 1994. Küresel Isınma ve Türkiye’ de yağış Trendleri. T.C. Bayındırlık ve İskan Bak. DSİ Genel Müd., 40. Kuruluş Yılı, Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirme Konferansı Bildirileri, Cilt. 1, Ankara, 467–476.
- Kadioğlu, M., 2000. Regional Variability Of Seasonal Precipitation Over Turkey. *International Journal of Climatology*, 20(14):1743–1760.
- Kahya, E. and Kalaycı, S. 2004. Trend analysis of streamflows in Turkey. *Journal of Hydrology*. 289, 128-144.
- Kayam, Y., Beyazgül, M. and Droogers P. 2002. A model approach to evaluate irrigation system water balance: an example from the Gediz Basin, Turkey. *International Journal of Water* 2002 - Vol. 2, No.2/3 pp. 123-137.
- Kite, G and Droogers, P. 1999. Irrigation Modelling in the Context of Basin Water Resources. *International Journal of Water Resources Development*, Volume 15, Numbers 1-2, -2/March 01, 1999 , pp. 43-54(12)
- Kite, G. 2000. Using a basin-scale hydrological model to estimate crop transpiration and soil evaporation. *Journal of Hydrology*. 229, 59-69.
- Kite, G., Droogers, P., Murray-Rust, H. and De Voogt, K. 2001 Colombo, Sri Lanka, International Water Management Institute, 2001. v, 29 p. (Research Report 50)
- Klöcking, B and Haberlandt, D. 2001. Impact of land use changes on water dynamics – a case study in temperate meso and macroscale river basins. *Physics and Chemistry of the Earth*. 27, 619-629.
- Kodal, S.1996. Ankara- Beypazarı Ekolojisinde Yeterli ve Kısıtlı Su Koşullarında Sulama Programlaması, İşletme Optimizasyonu ve Optimum Su Dağıtımı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü. Yayın No: 1465, Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler: 807.
- Kothyari, U.C. and Garde, R.J.1992. Rainfall intensity-duration-frequency formula for India. *Journal of Hydraulic Engineering*, Vol.118, No. 2, p. 323-336.
- Lesnik, J., Holdstock, R. and Martin, J. D. 2001. The Cape Fear River Basin Model: A Study in Water Resource Management. American Society of Civil Engineers. Section 1, chapter 57, (doi 10.1061/40569(2001)48).
- Lorup, J.K., Refgaard, J.C. and Mazvimavi, D. 1998. Assessing the effect of land use change on catchment runoff by combined use of statistical tests and hydrological modelling. Case studies from Zimbabwe. *Journal of Hydrology*. 205, 147-163.
- Loukas, A., Vasiliades, L., Domenikiotis, C. and Dalezios, N.R. 2005. Basin-wide actual evapotranspiration estimation using NOAA/AVHRR satellite data. *Physics and chemistry of the Earth*. 30, 69-79.

- Monteith, J.L. 1965. Evaporation and the Environment. 205-234. In The State and movement of water in living organisms, XIXth Symposium. Soc. For Exp. Biol., Swansea, Cambridge University Press.
- Oğuz, İ., Öztekin T. ve Akar, Ö. 2008. Tokat Kazova'daki Uzun Yıllık Yağış ve Sıcaklık Gidişlerinin Kuraklık Açısından İrdelenmesi. GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 25 (1), 71-79.
- Ozdogan, M. and Salvucci, G.D. 2004. Irrigation-induced changes in potential evapotranspiration in Southeastern Turkey: Test and application of Bouchet's complementary hypothesis, Water Resources Research, 40, W04301, doi: 10.1029/2003WR002822.
- Öz, Ş. ve Şorman, İ. 1998. Günlük yağış verilerinin Markov Zincir modeli ile modellenmesi. II.Ulusal Hidroloji Kongresi, İTÜ İnşaat Fakültesi, 22-24 Haziran 1998, İstanbul.
- Özer, Z. 1990. Su yapılarının Projelendirilmesinde Hidrolojik ve Hidrolik Esaslar. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Teknik Rehber. Ankara. 1990.
- Özgüler, H. ve Usul, N. 1993. Yıllık ortalama akımlar için genel bir tahmin yöntemi ve Sakarya havzasında uygulanması, DSI'nin 40.yılında su ve toprak kaynaklarını geliştirme konferansı bildirileri, s. 199-221, Ankara.
- Özkul, S., Fıstıkoğlu, O. ve Harmancıoğlu, N. 2008. İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisinin Büyük Menderes Ve Gediz Havzaları Örneğinde Değerlendirilmesi. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi Bildirileri, TMMOB, 20-22 Mart 2008, Ankara, s. 309-322.
- Öztürk, F. ve Okman, C. 1988. Su toplama havzalarından sediment iletim oranının bulunması, 3.Ulusal Kültürteknik Kongresi bildirileri, Cilt 2, s.761-769. 20-23 Eylül 1988. İzmir.
- Pandey, V.K., Panda, S.N. and Sudhakar, S. 2005. Modelling of an Agricultural Watershed using Remote Sensing and a Geographic Information System. Biosystem Engineering. 90 (3), 331-347.
- Partal, T. ve Kahya, E. 2006. Trend Analysis in Turkish Precipitation Data. Hydrology Process. 20(9):2011-2026.
- Ritchie, J. T. 1972. A model for predicting evaporation from a row crop with incomplete cover. Water Resources Res. 8: 1204-1213.
- Savabi, M.R., Arnold, J.G., Richardson, C.W. and Krishna, J.H. 1989. Modeling the effect of brush control on rangeland water yield. Water Resources Bulletin, v. 25, n. 4, p. 855-865.
- Schwarze, R., Herrmann, A. and Mendel, O. 1994. Regionalization of runoff components for central European basins. IAHS Publs. No. 221. pp. 493-502.
- Smemoe, C. M. 1997. Linking GIS Data to Hydrologic Models. <http://emrl.byu.edu/chris/documents/watergis.pdf>. Erişim Tarihi: 12.02.2009
- Sneyers, R. 1990. On the Statistical Analysis of Series of Observations. World Meteorological Organization (WMO), Technical Note, No. 143, Geneva, 192 pp.
- Snyder, W.M., Thomas, A.W. and Dillard, A.L. 1989. Flow persistance as a modifier of seasonal runoff patterns, Water Resources Bulletin, v.25,n.4,p.809-820.
- Stuebe, M.M. and Johnston, D.M. 1990. Runoff volume estimation using GIS techniques. Water Resources Bulletin, vol. 26, No. 4, p. 611-620.
- Şeker, Ş. ve Harmancıoğlu, N. 1998. Küresel iklim değişikliğinin sulama suyu ihtiyacı üzerine etkilerinin irdelenmesi. II.Ulusal Hidroloji Kongresi Bildirileri, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, 22-24 Haziran 1998. s.246-253.

- Şen, Z. 1994. Yüzde ağırlıklı polinom yöntemi ile alansal yağışın hesabı. I.Ulusal Hidrometeoroloji Sempozyumu tebliğleri, s.124-132, İTÜ Uzay ve Uçak Bilimleri Fakültesi, İstanbul.
- Şenol, S., ve Dinç, A. O. 1992. Aşağı Seyhan Ovası Tuzlu Topraklarının LANDSAT-5 TM Sayısal Uydu Görüntülerinden Yararlanarak İncelenmesi Üzerine Araştırmalar. Doğa-Turkish Journal. of Agriculture And Forestry v. 16, s. 38-49.
- Tarboton, D.G. 1997. A New Method For The Determination Of Flow Directions And Upslope Areas In Grid Digital Elevation Models Water Resources Research, 33(2): 309-319. PDF created.
- Tecer, L.H., Okutan, H ve Cerit, O. 2004. İklim Değişimi: 1975-2001 Periyodunda Rize Yağış Ve Sıcaklık Trendlerinin Analizi. Çevre 2004 I. Ulusal Çevre Kongresi, 13-15 Ekim, 355-365.
- Topaloğlu, F. 2001 Yağış Verilerinin İstatistiksel Ön Analizleri: Seyhan Havzası Örneği. I. Türkiye Su Kongresi, 8-10 Ocak 2001, İstanbul, Cilt I.
- Topaloğlu, F. 2006b. Trend Detection of Streamflow Variables in Turkey. Fresenius Environmental Bulletin Vol 15 (7):644-653.
- Turcotte, R., Fotin, J.P., Rousseau, A.N., Massicotte, M. and Villeneuve, J.P. 2001. Determination of the drainage structure of a watershed using a digital elevation model and a digital river and lake network. Journal of Hydrology 240 (2001) 225-242.
- Türkeş, M. 1999. Vulnerability of Turkey to desertification with respect to precipitation and aridity conditions. Tr. J. of Engineering and Environmental Science 23: 363-380.
- Türkeş, M. 2001. Küresel iklim değişikliği: Tarım ve su kaynakları üzerindeki olası etkiler. İklim Değişikliklerinin Tarım Üzerine Etkileri Paneli, Bildiriler Kitabı, 91-128, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, KKGM, Ankara.
- Türkeş, M. 2002. İklimsel ve Atmosferik Verilerin İklim Değişimleri Açısından Analizi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Çevre Bilimleri Anabilim Dalı), 2001-2002 Eğitim ve Öğretim Yılı Yayınlanmamış Ders Notları, Ankara.
- Türkeş, M. 1996. Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey. International Journal of Climatology 16:1057-1076.
- Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Demir, İ. 2002a. Türkiye'nin günlük ortalama, maksimum ve minimum hava sıcaklıkları ile sıcaklık genişliğindeki eğilimler ve değişiklikler. Prof. Dr. Sırrı Erinç Anısına Klimatoloji Çalıştayı 2002, Bildiriler Kitabı. Ege Üniversitesi Coğrafya Bölümü, 11-13 Nisan 2002, İzmir. (Baskıda)
- Türkeş, M., Sümer, U. M. and Demir, İ. 2002b. Re-evaluation of trends and changes in mean, maximum and minimum temperatures of Turkey for the period 1929-1999. International Journal of Climatology 22: 947-977.
- USDA, Soil Conservation Service. 1972. National Engineering Handbook, Hydrology, Section 4. U.S. Government Printing Office, Washington D.C. 548 pp.
- Venkatachalam, P., Mohan, B.K., Kotwal, A., Mishra, V., Muthuramakrishnan, V. and Pandya, M. 2001. Automatic Delineation of Watersheds for Hydrological Applications Proc. ACRS 2001 - 22nd Asian Conference on Remote Sensing, 5-9 November 2001, Singapore. Vol. 2, pp. 1096-110.
- Verbunt, M., Zwaafink, M.G. and Gurtz, J. 2005. The hydrologic impact of land cover changes and hydropower stations in the Alpine Rhine basin. Ecological Modelling. Available online at. www. sciencedirect.com.

- Vorosmarty, C.J., More, B., Grace, A.L., Gildea, M.P., Melillo, J.M., Peterson, B.J., Rasteller, E.B. and Steudler, P.A. 1989. A Continental Scale Models of Water Balance and Fluvial Transport: An Application to South America, *Global BioGeochemical Cycles*, 3(3) 241-265.
- Wegehenkel, M. and Kersebaum, K.C. 2005. The validation of a modeling system for calculating water balance and catchment discharge using simple techniques based on field data and remote sensing data. *Physics and chemistry of the Earth*. 30, 171-179.
- Wurbs, R.A. 2005. Modeling river / reservoir system management, water allocation, and supply reliability. *Journal of Hydrology*. 300, 100-113.
- Xu, C. 1995. Application of Water Balance Models to Different Climatic Regions in China for Water Resources Assessment. *Water Resources Management*. 11, 51-67.
- Xu, C., Yang, D., Yi, Y., Lei, Z., Chen, J., Yang, W., and Xu, J. 2008. Spatial and temporal variation of runoff in the Yangtze River basin during the past 40 years. *Quaternary International*, Vol.186, Iss.1; (p.32-42).
- Xuedong, L., Yili, Z., Zhijun, Y., Tongliang, G., Hong, W., Duo, C., Linshan, L., and Fei, Z. 2008. The trend on runoff variations in the Lhasa River Basin. *Journal of Geographical Sciences* Vol.18, Iss.1; 95-106
- Yercan, M., Dorsan, F. ve Ul, M.A. 2004. Comparative Analysis of Performance Criteria in Irrigation Schemes: A Case Study of Gediz River Basin in Turkey. *Agricultural Water Management*. 66, 259-266.
- Yıldırım, Y. E., Türkeş, M. and Tekiner, M. 2004. Time-series Analysis of Long-term Variations in Stream-flow Data of Some Stream-flow Stations in Gediz Basin and in Precipitation of the Akhisar Station. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(1); p 17-24.
- Yılmaz, S. 2003. İstanbul İKK Ölçü Dergisi, Aralık-2003.
- Yue, S. and Hashino, M. 2003. Long Term Trends of Annual and Monthly Precipitation in Japan. *Journal of the American Water Resources Association*, 39(3):587-596.
- Zhang, Z. 1983. A brief review of the water resources of China, *Water Internat*. 8, 114-119.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Suat AKGÜL
Doğum Yeri : Bafra
Doğum Tarihi : 1964
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise Ankara Atatürk Anadolu Lisesi (1978-1981)
Lisans Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü (1981-1985)
Yüksek Lisans Colorado State University, The Department of Watershed Science (1979-1999)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı (1986-1993)
Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ankara Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü (1993-2007)
Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü (2007 -

Yayınları (SCI ve diğer)

Doğan, O., N. Küçükçakar, H. Cebel, **S. Akgül**, N.Sevinç ve Ö. Denli, 1996 Orta Anadolu İklim Koşullarında Uygulanan Aralıklı Basamak (Gradoni) Sekilerin Standartları Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 200 Rapor Yayın No: R-106, Ankara

- Doğan, O., , H.Cebel , **S. Akgül**, N. Küçükçakar 2000 Türkiye Büyük Toprak Grupları (K) Faktörleri Köy Hizmetleri APK Dairesi Başkanlığı Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü Yayın No:111, Rehber No :17, Ankara
- Akgül, S.**, İ.Tekeli, O.Demirkıran, H.Cebel, H.G. Babayiğit 2003 Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Tekniklerini Erozyon Haritalama Metodolojisinde Kullanarak Mogan Gölü Havzasının Erozyon Durumu ve Havzada Alınacak Amenajman Tedbirlerinin Tespiti. Köy.Hiz. Ankara Araştırma Enstitüsü – Çevre ve Orman Bakanlığı Özel Çevre Kurumu Başkanlığı Ankara.
- Üstün, H., **S. Akgül**, O.Dengiz, H.Özcan, A.İlbeyi, E.Selim Köksal, Y.Köşker, B.Şenyücel, A. Güntürk, H.Cebel, İ.Tekeli, O.Başkan, N.Görgülü,.B.Benli, N. Gürleşen, O. Demirkıran, N. Öztürk 2004 Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesinin Toprak ve Arazi Kalite Sınıflaması İle Alternatif Tarımsal Uygulamalarının Belirlenmesi Projesi Sonuç Raporu. Çevre ve Orman Bakanlığı Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Ankara.
- Doğan,O., H.Cebel, **S. Akgül**, N. Küçükçakar 2002 Batı Akdeniz Bölgesi Eşen Çayı Akçay Alt Havzası Erozyon Haritalamasında Yeni Yaklaşımlar. Su Havzalarında Toprak ve Su Kaynaklarının Korunması, Geliştirilmesi ve Yönetimi Sempozyumu, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Antakya- Hatay