DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KURAKLIKLARDA ENERJİ ÜRETİMİ VE SULAMA SUYU KULLANIMLARININ EŞ ZAMANLI OPTİMİZASYONU

Mert Can GÜNAÇTI

Temmuz, 2017
İZMİR

KURAKLIKLARDA ENERJİ ÜRETİMİ VE SULAMA SUYU KULLANIMLARININ EŞ ZAMANLI OPTİMİZASYONU

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hidrolik, Hidroloji ve Su Kaynakları Anabilim Dalı

Mert Can GÜNAÇTI

Temmuz, 2017
İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

MERT CAN GÜNAÇTI, tarafından **ÖĞR. GÖR. DR. CEM POLAT ÇETİNKAYA** yönetiminde hazırlanan **"KURAKLIKLARDA ENERJİ ÜRETİMİ VE SULAMA SUYU KULLANIMLARININ EŞ ZAMANLI OPTİMİZASYONU"** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Öğr. Gör. Dr. Cem Polat ÇETİNKAYA

Danışman

Doç. Dr. Ali GÜL

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Ömer Levend Arıkoğlu

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Emine İlknur CÖCEN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Önemi her geçen gün artan suyun etkin kullanımı günümüz ve geleceğin başlıca sorunlarından biridir. Doğanın sunduklarına şükran ile hiçbir damlanın boşa gitmemesini amaçlayarak bu çalışma kapsamında, sulama suyunun ve enerji üretiminin eş zamanlı optimizasyonu araştırılmıştır.

Bu çalışmada bilgi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren değerli danışman hocam Dr. Cem Polat ÇETİNKAYA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunar, kendisiyle çalışmaktan onur ve mutluluk duyduğumu belirtmek isterim.

Tezim için gerekli verilerin temininde yardımcı olan değerli hocam Doç. Dr. Ali GÜL'e ayrıca teşekkür ederim.

Bunun dışında, veri araştırmalarımda yardımlarını esirgemeyen DSİ 2. Bölge müdürlüğü, TARİŞ İzmir genel müdürlüğü ve T.M.O. İzmir şube müdürlüğü çalışanlarına teşekkür ederim.

Manevi destekleri için ailem ve dostlarıma minnetlerimi sunarım.

Mert Can GÜNAÇTI

KURAKLIKLARDA ENERJİ ÜRETİMİ VE SULAMA SUYU KULLANIMLARININ EŞ ZAMANLI OPTİMİZASYONU

ÖZ

1987-1992 yılları arasında Gediz Havzası orta şiddette bir meteorolojik kuraklığa maruz kalmıştır. Özellikle 1990 yılında en düşük akış ve yağış değerleri kaydedilmiştir. Kurak periyodun uzun sürmesi, Orta ve Aşağı Gediz ovalarındaki yaklaşık 110 000 ha sulama alanını şiddetle etkilemiştir. 1991 yılında Demirköprü barajının mansabındaki Adala, Ahmetli ve Menemen sulama sistemlerine varolan su talebinin yarısı verilebilmiş, ürün rekoltesinde büyük bir düşüş yaşanmıştır. Gerçekleştirilen bu tez çalışmasının amacı, bahsedilen kurak yıl meteorolojik verilerinin günümüzde tekrar etmesi durumundaki baraj işletme pratiğini, sulama suyu tahsisi etkinliğini incelemek, farklı su tahsis senaryoları altında aynı miktarda su ile toplam kazançta artış sağlanıp sağlanamayacağını teorik olarak irdelemektir. Çalışmada Weap programı ile havza modeli oluşturulmuştur. Eksik sulamanın ürün rekoltesine etkileri belirlenmiş, aynı etkilerin farklı sulama planı senaryoları ile nasıl değişeceği incelenmiştir. Excel programı ile Demirköprü Barajı'nın işletme pratiği irdelenmiştir. Üç ana yaklaşım yöntemi ile toplamda on altı su tahsis senaryosu türetilmiştir. Sonuçlara göre su dağıtım takviminde ve miktarında yapılacak değişimler daha fazla ekonomik kazanç elde edilebileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Yüzelsel su tahsisi, kısıtlı sulama, su tahsisi senaryo analizi, ekonomik analiz

SIMULTANEOUS OPTIMIZATION OF POWER GENERATION AND IRRIGATION WATER USAGES IN DROUGHTS

ABSTRACT

Gediz River Basin has been subjected to a moderate meteorological drought in 1987-1992. Especially in the year of 1990, lowest flow and precipitation values have been recorded. Due to long dry period, approximately 110 000 ha irrigation area in middle and lower Gediz plains, have severly affected. In 1991, Adala, Ahmetli and Menemen irrigation systems of downstream of Demirköprü Dam, have been irrigated half of their actual water demand therefore there has been a major decrease in crop yields. The aim of this study is to examine the reservoir management practice, hence, the executed water allocation efficiency in the case where the meteological data of the dry year would have repeat it self today. In the paper presented the theoretical crop yield increases and decreases under different water allocation scenarios are examined under the same amount of water available. The model of the basin has been created in Weap. The water demands of crops have been determined, then crop yield decrease due to deficient irrigation has been calculated. The power generation of Demirköprü Dam has been calculated with Excel. The responses in crop yield changes have been evaluated under sixteen different water allocation scenarios which can be categorized under three major approach methods. The acquired results indicate that economical profit increase can be obtained by some readjustments of surface water allocation schedule and amount.

Keywords: Surface water allocation, deficit irrigation, water allocation scenario analysis, economical analysis

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SINAV SONUÇ FORMU……ii
TEŞEKKÜR……iii
ÖZ……iv
ABSTRACT……..v
ŞEKİLLER LİSTESİ……..……...viii
TABLOLAR LİSTESİ…….ix

BÖLÜM BİR – GİRİŞ……..……..1

1.1 Çalışmanın Amacı…….1
1.2 Çalışmanın Kapsamı…….3

BÖLÜM İKİ – ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR VE ÇALIŞMANIN ÖNEMİ……...5

2.1 Literatürde Modelleme ve Senaryo Analizi Çalışmaları.....5
2.2 Gediz Havzası ve Diğer Türkiye Havzalarındaki Çalışmalar……...6
2.3 Yapılan Çalışmanın Önemi……...8

BÖLÜM ÜÇ – YÖNTEM.....9

3.1 Genel.....9
3.2 Weap Programı.....9
3.3 WSM (Weighted Sum Method).....13
3.4 Referans Noktası Yöntemi.....13
3.5 Elektrik Enerjisi Üretimi.....14
3.6 Toplam Kazançların Belirlenmesi.....16

BÖLÜM DÖRT – GEDİZ HAVZASI.....18

4.1 Genel.....18
4.2 İklim.....18
4.3 Ekonomik Faaliyetler.....18
4.4 Havzadaki Mevcut Su Yapıları.....19
4.5 Havzadaki Su Tahsis Politikaları.....19
4.5.1 Tarımsal Su Sektörü.....19
4.5.2 İçme ve Kullanma Suyu Sektörü.....22
4.5.3 Endüstriyel Su Sektörü.....24
4.5.4 Çevresel Su Sektörü.....25

BÖLÜM BEŞ – UYGULAMA.....27

5.1 Modelleme.....27
5.2 Su Tahsis Senaryoları.....30
5.3 Ekonomik Analiz.....37
5.3.1 Elektrik Enerjisi Ekonomik Analizi.....37
5.3.2 Ürünlerin Ekonomik Analizi.....37
5.4 Diğer Göstergeler ve Referans Noktası Yöntemi.....39

BÖLÜM ALTI – SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....43

KAYNAKLAR.....46

EKLER.....53

EK-1: WSM ile ilgili hesaplar.....53
EK-2: Bitki su ihtiyaçları.....57
EK-3: Arz edilen sulama suyu ve ürün verimleri.....60
EK-4: Üretilen elektrik enerjisi.....69
EK-5: Ekonomik analiz.....74

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 Weap programı şematik görünümü.....10
Şekil 3.2 Weap programı veri görünümü.....11
Şekil 3.3 Weap programı sonuç görünümü.....11
Şekil 3.4 Weap programı senaryo araştırıcı görünümü.....12
Şekil 3.5 Weap programı senaryo araştırıcı görünümü.....12
Şekil 3.6 Türbin işletme akış şeması.....15
Şekil 3.7 İşletmedeki türbin debilerinin günlük toplam debiye göre değişimleri.....16
Şekil 5.1 Gediz Havzası Weap modeli.....28
Şekil 5.2 Gediz Nehri'nin Weap simülasyonu ve EIE AGI 518 akım değerleri.....29
Şekil 5.3 Menemen sağ ve sol sahil sulama alanlarının aylara göre bitki su ihtiyaçları.....29
Şekil 5.4 Ahmetli sağ ve sol sahil sulama alanının aylara göre bitki su ihtiyaçları....30
Şekil 5.5 Adala sağ ve sol sahil sulama alanlarının aylara göre bitki su ihtiyaçları...30
Şekil 5.6 WSM tercih çizelgesi.....33
Şekil 5.7 Sulak yılın su tahsis senaryolarına göre toplam arz edilen su miktarları....35

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 5.1 2014 yılı Gediz Havzası'nda sulanan alanlar ve bitki deseni dağılımı.....27
Tablo 5.2 Su tahsis senaryo tanımları.....32
Tablo 5.3 Hesaplanan WSM skorları.....34
Tablo 5.4 Elde edilen ürün verimleri (%).....35
Tablo 5.5 Elektrik üretiminden elde edilen kazançlar.....37
Tablo 5.6 Elde edilen brüt kazançlar.....38
Tablo 5.7 Referans noktası yöntemi gösterge ve tanımları.....40
Tablo 5.8 Birinci aşama referans noktası yöntemi.....41
Tablo 5.9 İkinci aşama referans noktası yöntemi.....41
Tablo 5.10 12. Senaryo ve referans durum aylık toplam arz edilen sulama suyu miktarları (hm^3).....42

BÖLÜM BİR
GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Amacı

Dünyadaki temiz su kaynakları günden güne azalmaktadır. Bu durum suyun etkin kullanımını sağlayacak teknoloji ve araştırmaları ihtiyaç haline getirmiştir.

Su krizlerinde temel gösterilebilecek iki faktör vardır. Bunlardan biri nüfus artışı, diğeri ise ekonomik büyümedir. İkisi de su kullanımını olduğu kadar su kirliliğini de artıran unsurlardır. Ekonomik büyüme ve nüfus artışına zıt olarak su kaynakları azalmakta veya sabit kalmaktadır. Bu unsurlar, iklimsel değişikler, artan yaşam standartları, kentleşme, endüstriyel gelişim ve benzeri nedenlerle su kaynaklarının yönetimi, 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren giderek daha karmaşık ve zor problemlerle baş etmek zorundadır. Bu sorunların, etki ve baskıların gelecekte de artarak tehdit durumuna gelmesi beklenmektedir. Bu nedenlerle ekonomik analizler sonucu bölgesel sorunları iyileştirmeye çalışan geleneksel su yönetim politikaları yerini havza bazında sürdürülebilir su yönetimi anlayışına bırakmıştır. Bu yeni yönetimin çerçevesi ise "Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu" (World Commission on Environment and Development) tarafından oluşturulmuş ve en dar tanımı ile "Gelecek nesillerin ihtiyaç ve refahından taviz vermeden bugünün ihtiyaçlarını ve refahını sağlamak" hedeflenmiştir (Guimarães ve Magrini, 2008; Harmancıoğlu, 2004; Walmsley, 2002).

Öte yandan su kaynakları problemleri hidrolojik ve meteorolojik olaylar ve farklı talep desenleri sebebiyle belirsizlikler içermektedir. Bu taleplerin karşılanmasında arz edilen suyun miktarı ve zamanlaması doğrudan kaynağın güvenilirliğini ilgilendirmektedir. Bu nedenle modelleme çalışmaları ve üretilen olası senaryoların bu modeller ile irdelenmesi vasıtasıyla su tahsisinde ortaya çıkabilecek aksaklıkların giderilmesi, doğal olayların etkilerinin en aza indirgenmesi ve mevcut suyun hem ekonomik hem de çevresel açılardan verimli kullanılması hedeflerinin yakalanıp yakalanamayacağı kestirilebilir. Geliştirilecek senaryo analizleri ve stratejilerle

gelecekte karşılaşılabilecek değişken iklimsel ve hidrolojik koşullar altında su tahsisi (Jeong ve diğer., 2005; Pallottino ve diğer., 2005; Varis ve diğer., 2004), su kaynakları yönetim planları (Al-Omeri ve diğer., 2009; Koch ve Grünewald, 2009; Loukas ve diğer., 2007) ve su talep yönetimi uygulamaları (Chen ve diğer., 2005; Lévite ve diğer., 2003) gibi konulara yanıt bulunabilir.

Havza simülasyon modelleri nokta ve bağlantı ağları üzerine kurulmuş, havzanın su bütçesini türetmek için kullanılan temel senaryo elemanlarındandır. Bu elemanlar kullanıcıya farklı hidrolojik durum, talep ve su kaynakları değişimlerini modellemekte yardımcı olur. Bu modeller yöneticilerin karar süreçleri için değerli bilgiler sunmaktadır (Harmancıoğlu ve Yılmaz, 2010). Oluşturulan havza modelleri ve söz konusu modeller üzerine türetilecek senaryo analizleri, bir veya birden çok hedef gözetilerek atılacak adımların sonuçlarını irdelemeye yarayacaktır. Bu hedefler, havza kuraklık yönetim planı hazırlanması, havza taşkın yönetim planı hazırlanması, iklim değişikliğinin su kalitesi ve taşkınlara etkisinin belirlenmesi, sektörel su tahsis planlarının hazırlanması gibi havza yönetimi açısından önem taşıyan hedeflerdir. Senaryolarda ise, farklı şiddetlerdeki kuraklıklar, iklim değişikliğinin etkileri, havza altyapısına yapılacak onarım veya yeni tesis yatırımları, çiftçi eğitimi ve doğru tarım yöntemlerinin teşviki, bitki deseni değişimi, vb. etkiler ve aksiyonların doğuracağı faydalar ve masraflar senaryoların içeriğini teşkil eder. Senaryo analizlerinin sonuçları pek çok farklı gösterge cinsindendir ve su kaynakları gibi doğal kaynakların kullanılmasında ortaya çıkan çok boyutlu sorunların irdelenmesini kolaylaştırır. Ayrıca atılan adımların ölçülebilen göstergelerinin dışında ölçülemeyen değerler için de sonuçları vardır, bu nedenle sonuçlar çok boyutlu irdelemeyi gerektirir. Bu noktada ise süreç, yönetici ve karar vericilere geçmektedir. Onların vizyon ve motivasyonlarınca irdeleyecekleri senaryo analizleri karar sürecinde somut ve bilimsel bir araç olacaktır.

Gediz Havzası da diğer birçok Doğu ve Güney Akdeniz ülke havzaları gibi su kısıntısı ile başa çıkmaya çalışmaktadır. Havzada yaşanan farklı şiddetlerdeki kuraklıklar sosyo-ekonomik sorunlara yol açmaktadır (Harmancıoğlu ve Yılmaz, 2010).

Gerçekleştirilen bu tez çalışmasının amacı, 1991 yıldaki baraj işletme pratiğini, sulama suyu tahsisi etkinliğini incelemek, farklı su tahsis senaryoları altında aynı miktarda su ile toplam ekonomik büyüklükte artış sağlanıp sağlanamayacağını teorik olarak irdelemektir. Çalışmada Weap programı ile havza modeli oluşturulmuştur. Üç ana yaklaşım yöntemi ile toplamda on altı su tahsis senaryosu türetilmiştir. Excel programı ile Demirköprü HES'nin işletme pratiği irdelenmiştir. Sonuçlara göre su dağıtım takviminde ve miktarında yapılacak değişimler daha fazla ekonomik kazanç elde edilebileceğini göstermektedir.

1.2 Çalışmanın Kapsamı

Yapılan çalışmanın modelleme ayağında Gediz Nehri ve Gediz Nehri'ni besleyen 7 nehir kolu (Alaşehir, Gördes, Tabak, Nif, Yiğitler, Medar ve Sarma), 1 göl (Marmara), 3 adet baraj (Demirköprü, Avşar ve Buldan), 3 adet ana sulama alanı (Adala, Ahmetli, Menemen) göz önüne alınmıştır. Modelin kalibrasyonununda DSİ 518 no'lu akım gözlem istasyonu verilerinden yararlanılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde literatürde modelleme ve senaryo analizi üzerine dünyadan ve ülkemizden yapılmış çalışmalar tanıtılmış, ardından yapılan bu çalışmanın önemi anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde çalışmanın yöntemi verilmiştir. Çalışmada kullanılan program ve hesaplama yöntemleri tanıtılmıştır. Weap, ile WSM (Weighted Sum Method) ve türbin işletme algoritması ile ilgili bilgiler bu bölümdedir.

Dördüncü bölümde, Gediz Havzası tanıtılmıştır. Havzanın fiziksel ve iklimsel özellikleri, yürütülen çalışmalar, mevcut su yapıları, ekonomik faaliyetler ve havzadaki farklı sektörlerde yürütülen politikalarla ilgili ayrıntılı bilgiler bu bölümde sunulmuştur.

Beşinci bölümde, önceki bölümlerde yöntemi anlatılan çalışmanın uygulaması yapılmıştır. Hesaplar sonucu çıktılar grafik ve çizelgelerle sunulmuştur.

Altıncı bölümde ise sonuçların değerlendirmesi yapılmıştır. Sonuçların irdelenmesiyle ne gibi politikaların izlenmesi gerektiği üzerine fikirler paylaşılmıştır.

BÖLÜM İKİ
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR VE ÇALIŞMANIN ÖNEMİ

2.1 Literatürde Modelleme ve Senaryo Analizi Çalışmaları

Alansal kazançların irdelendiği modeller literatüre ilk Samuelson (1952) ile girmiştir. Samuelson çalışmasında ürünlerin başka noktalara ulaşım maliyetlerinin minimizasyonu, kazancın ise maksimizasyonunu lineer programlama yöntemi ile araştırmıştır. Daha sonrasında aynı konuyu kuadratik programlama ile araştıran Takayama ve Judge (1964) olmuştur. Flinn ve Guise (1970) ise bu yöntemi varsayımsal su tahsis problemlerine uygulamıştır. Yöntemin gerçek problemler için kullanımı, ilk 1984'de Vaux ve Howitt'in California su piyasasındaki paydaşları modellemesi ile başlamıştır. Devamı ise Booker ve Young'ın (1994) Colarado Nehri modeli, Dinar ve Wolf'un (1994) Nil Nehri ve Mahan, Horbulyk ve Rowse (2002) Güney Alberta modelleri ile bu alandaki araştırmalar artmıştır.

Bu alandaki literatürün bir diğer akımı ise paydaşlar arası rekabetin yaşandığı, su kısıntısındaki bölgelere yoğunlaşmıştır. Bu alandaki çalışmalar 1969 yılında Rogers'ın Ganj Havzası'ndaki Doğu Pakistan (Bangladeş) ve Hindistan üzerine yaptığı araştırmalarla başlamaktadır (Rogers, 1969).

Sonrasında yapılan çalışmalara dünyadan örnekler aşağıdaki gibidir;

Raskin ve diğer., (1992) Aral Gölü'nü Weap programında modellemişlerdir. Arz/talep ilişkisinin simüle edildiği model geleceğe yönelik radikal politika değişimleri geliştirmede kullanılmıştır.

Strzepek ve diğer., (1999) Amerika'daki "mısır kuşağı" olarak bilinen orta batı eyatletlerini kapsayan bölgede yaptıkları çalışmada Weap programını kullanarak bölgeyi modellemiş ve iklim değişikliği altında mevcut olacak su miktarını irdelemişlerdir.

Lévite ve diğer., (2002) Güney Afrika'da bulunan Olifants Havzası'nı Weap programında modelleyerek, talep yönetim senaryoları geliştirmişlerdir. Geliştirilen senaryo sonuçları havzadaki paydaşlara anlatılarak su kullanımındaki bilincin artması sağlanmıştır.

Kurt, (2002) Kelantan Nehri (Malezya) üzerine yaptığı çalışmada, nehir havzasının modelini Waterware programında oluşturmuştur. Havza bazında su bütçesini gerçekleştirerek, geleceğe yönelik talep planlamasını geliştirmiştir.

Küçükmehmetoğlu ve Guldmann (2005) Fırat ve Dicle Nehirlerinin sınır aşan nehir durumunu ve su tahsisini incelemişlerdir. Modelde kazancın maksimizasyonu hedeflenirken, paydaşlar arası öncelik pareto sınırı yöntemine göre belirlenmiştir.

Hammouri, (2009) Ürdün'ü Weap programında modelleyerek iklim değişikliğinin etkilerini irdelemiştir. Buna bağlı adaptasyon projeleri geliştirmiştir.

Roozbahani, ve diğer., (2015) Sefidrud Havzası'nın (İran) bir modelini oluşturmuştur. Oluşturulan modelde, çok paydaşlı havzada arz edilen birim su miktarından elde edilebilecek kazancın maksimizasyonu araştırılmıştır.

Li ve diğerleri (2015) Binhai New Area Havzası'nı (Çin) Weap programında simüle etmiştir. Modelde su kısıntısını yaratan ana faktörler Gediz Havzası'ndaki gibi meteorolojik ve iklimsel değil, aşırı hızlı büyüyen endüstri ve nüfustur. Dolayısıyla türetilen üç su tahsis senaryosuda bu faktörlere göredir.

2.2 Gediz Havzası ve Diğer Türkiye Havzalarındaki Çalışmalar

Harmancıoğlu ve Çetinkaya (2002) Gediz Havzası su kaynaklarının yönetimi üzerine çalışmışlardır. Havzanın mevcut durumunun ve sorunlarının belirlenmesinin ardından havzada geliştirilmesi gereken politikaları irdelemişlerdir.

Çetinkaya ve diğer., (2004) Avrupa Birliği beşinci su direktifi çerçevesinde SMART projesini gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucu Gediz Havzası'ndaki arz ve

talep ilişkilerinin mevcut durumunu ve gelecek senaryolarını DPSIR yöntemi ile araştırmışlardır.

Meriç, (2004) Akarçay Havzası'nın yeraltısuyu ağını modellemiştir. Yeraltısuyu kaynaklarının döngüsünü MODFLOW programı ile simüle etmiştir. Sürdürülebilir yeraltısuyu kaynak miktarını belirlemiştir. Oluşturduğu senaryolarla yeraltısuyu kaynakları için tahsis yönetimi geliştirmiştir.

Çetinkaya ve Harmancıoğlu (2005) Gediz Havzası'da farklı arz/talep senaryolarını simüle etmişlerdir. Havzanın modeli Waterware programında oluşturulmuştur. Senaryoların türetilmesinde rezervuar başlangıç kapasitesi, şebeke kayıpları, sulamanın talep zamanları ve meteorolojik unsurlar rol oynamıştır.

Çetinkaya ve Barbaros (2008) Gediz Havzası'ndaki yıllık su bütçesi performansının değerlendirmesini su yönetim senaryolarıyla gerçekleştirmişlerdir. Senaryoların türetilmesinde DPSIR yaklaşımından yararlanılmıştır.

Koç ve diğer., (2009) Aşağı Büyük Menderes Havzası'nda su eksikliği çekilen 2008 yılını araştırmışlardır. Havzanın su bütçesini, oluşturulan işletme senaryolarına göre irdelemişlerdir.

Yılmaz ve Harmancıoğlu, (2010) Gediz Havzası'nı Weap programında modellemişlerdir. Oluşturulan modelin geliştirilmesinde, havzanın altyapısında yapılacak değişiklikler simüle edilmiştir. Simüle edilen senaryolar farklı parametrelere göre karşılaştırılmıştır.

Harmancıoğlu ve diğer., (2011) Avrupa Birliği beşinci ve altıncı su direktifi çerçevesinde araştırdıkları SMART projesi sonuçları üzerine OPTİMA projesini gerçekleştirmişlerdir. OPTİMA projesi kapsamında Gediz Havzası modellenmiş ve sosyo-ekonomik analizi yapılmıştır. Projenin amacı havzadaki ürün verimini artırmak ve sulama suyunda yaşanan rekabeti azaltmak üzere su tahsisinin optimizasyonudur.

Şanlı ve Doğan, (2015) Beyşehir Gölü'nü, yeraltısuyu döngüsünü MODFLOW, optimizasyon modelini ise GAMS programları ile simüle etmişlerdir. Çalışmaları sonucu Beyşehir Gölü'nün minimum işletme kotunu belirlemişlerdir. Farklı iklim değişikliği senaryoları ile geliştirilen optimizasyon irdelenmiştir.

2.3 Yapılan Çalışmanın Önemi

Çalışmada, havzadaki sulama alanlarının kazançları değil havzanın toplam kazancı maksimize edilmeye çalışılmıştır. Havza ürün bazında incelenmiştir. Havzadaki ürünlerin kazancı yanında elektrik enerjisi üretiminden elde edilecek kazancın da artması hedeflenerek havzanın kazanç elemanlarına entegre bir bakış açısı getirilmiştir. Bu açıdan çalışma sadece uygun su tahsisi senaryolarını değil, aynı zamanda ekonomik açıdan da sürdürülebilir çözümler üretmek için metotların araştırılmasını hedeflemiştir.

Senaryolar oluşturulurken sadece tek bir yaklaşım yöntem kullanılmamış, 3 değişik yaklaşım yöntemi kullanılarak hem farklı yaklaşım yöntemleri sonucu havzadaki sorunlara bakış açısı genişletilmiş, hem de yaklaşım yöntemleri arasındaki farklar irdelenmiştir.

Havzada yaşanmış kurak bir yılın meteorolojik koşulları günümüzde simüle edilerek kuraklık eylem ve yönetim planları için girdi oluşturulmuştur.

BÖLÜM ÜÇ
YÖNTEM

3.1 Genel

Yapılan çalışmada, Gediz Havzası WEAP programında modellenmiş, bu model üzerinden ise farklı yöntemlere göre senaryolar üretilmiştir. Modelde simüle edilen senaryolar sonucunda bitki ürün verimi için (3.1) eşitliği kullanılmıştır (Doorenbos ve Kassam, 1979);

$$1 - \left(\frac{Y_a}{Y_m}\right) = k_y \left[1 - \left(\frac{ET_a}{ET_m}\right)\right] \quad (3.1)$$

Y_a = Gerçek ürün verimi (%)
Y_m = Maksimum ürün verimi (%)
k_y = Ürün verim faktörü
ET_a = Gerçek evapotranspirasyon (mm)
ET_m = Maksimum evapotranspirasyon (mm)

İlgili meteorolojik veriler Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Elde edilen ürün verimlerinden ürün rekolteleri ve ürün alım fiyatları ile kazançlar hesaplanmıştır.

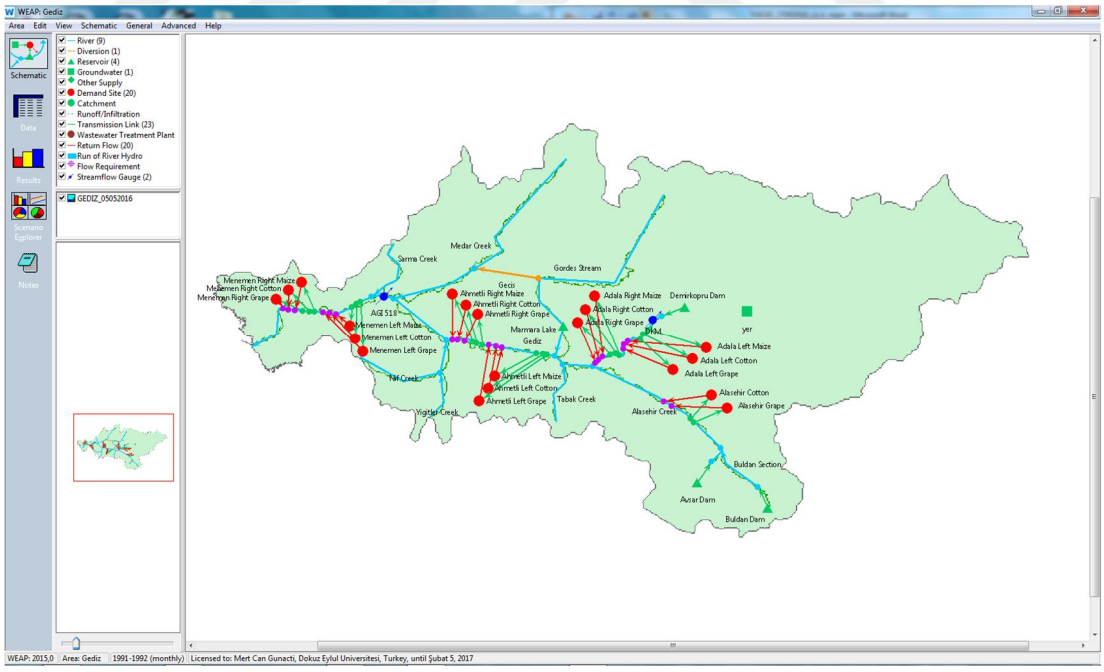
Bunun yanında, Gediz Havzası'nın ana rezervuarlarından Demirköprü barajının elektrik üretim optimizasyonu için bir çalışma yapılmıştır. Demirköprü barajı ile ilgili veriler DSİ 2. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

3.2 Weap Programı

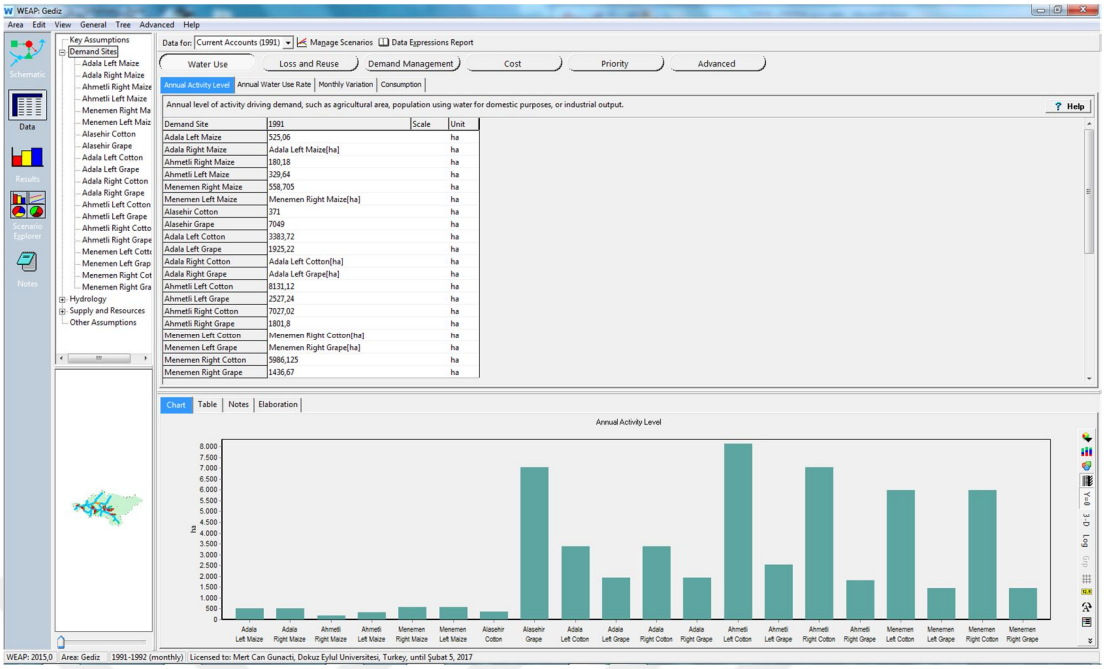
Weap programı SEI (Stockholm Environment Institute) tarafından geliştirilmiş bir paket programdır. Program, entegre su kaynaklarının planlanmasına yardımcı bir araçtır. Bu yönüyle havza politikalarının belirlenmesi ve geliştirilmesi açısından esnek, kullanıcı dostu bir çerçeve sağlar.

Weap, CBS tabanlı grafiksel arayüzü ile kullanıcılara sade ancak kolay anlaşılır bir çalışma ortamı yaratmaktadır. Programda havza elemanlarını "sürükle ve bırak" yöntemini kullanarak havza ortamını tasarlanmak mümkün. Ayrıca, yağış, akış ve sızma, evapotranspirasyon, bitki ihtiyaçları ve verim, yüzey suyu/yeraltı suyu etkileşimi ve nehirlerde su kalitesi için hazır modeller de bulunmaktadır.

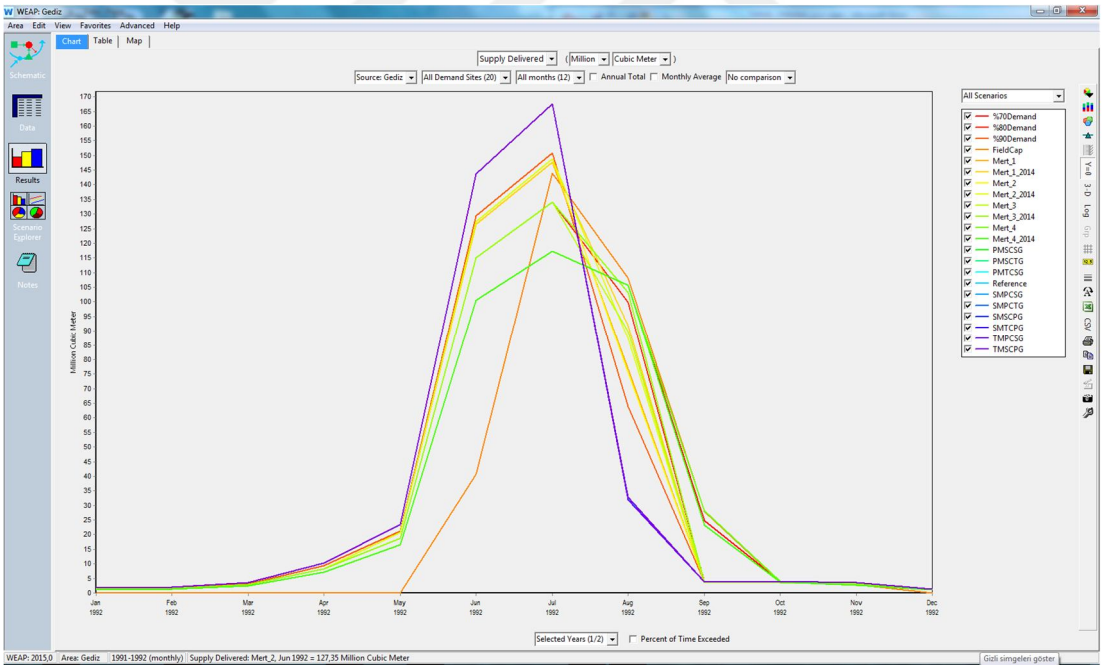
Programda beş ana ekran görüntüsü bulunmaktadır. Bunlardan ilki modelin tasarlandığı şematik görünümdür (Şekil 3.1). İkincisi havza elemanlarının birbirleri ile ilişkilerinin, değişkenlerin, matematiksel olarak ifade edilmiş kabullerin tanımlandığı veri görünümü (Şekil 3.2), üçüncüsü, tablo veya grafiksel olarak tüm model sonuçlarının aktarıldığı sonuç görünümüdür (Şekil 3.3). Dördüncü olarak, havzada araştırılan konuya göre önem seviyesi yüksek göstergelerden oluşturulan bir grubun verilerindeki değişimlerin sonuçları nasıl etkileyeceğinin araştırıldığı senaryo araştırıcısı bulunmaktadır (Şekil 3.4). Beşinci ise, verilerin ve kabullerin belge haline getirildiği notlardır (Şekil 3.5).



Şekil 3.1 Weap programı şematik görünümü



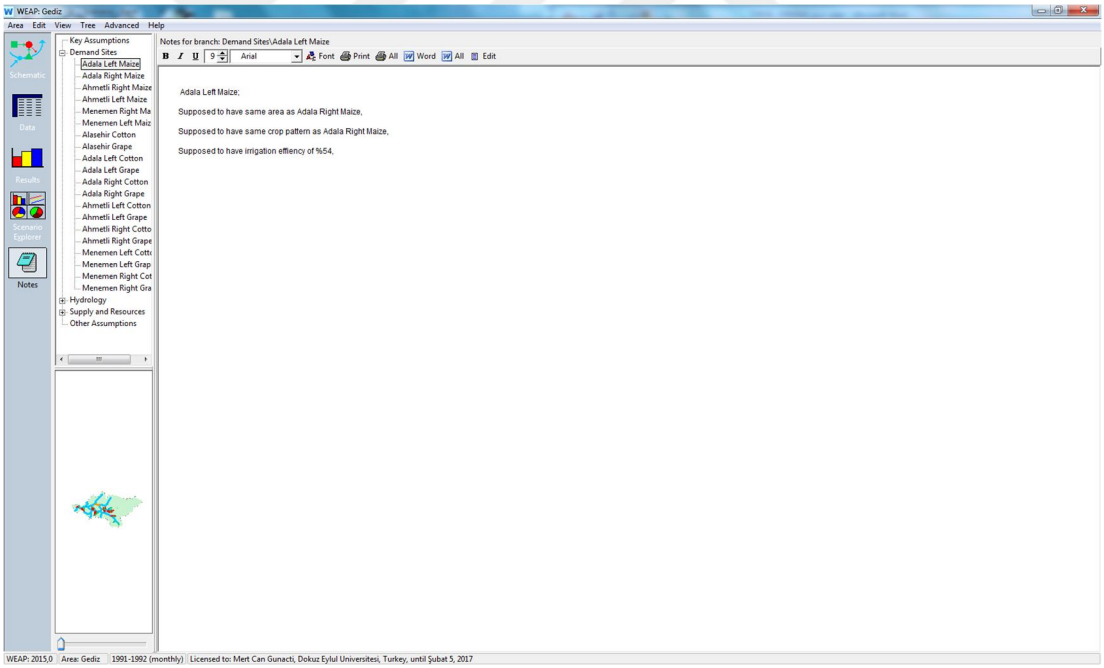
Şekil 3.2 Weap programı veri görünümü



Şekil 3.3 Weap programı sonuç görünümü



Şekil 3.4 Weap programı senaryo araştırıcı görünümü



Şekil 3.5 Weap programı senaryo araştırıcı görünümü

Weap programında oluşturulan Gediz Havzası modelinde sulama alanları birer talep noktası (Demand Node) olarak tanımlanmıştır. Nehirlerden bu talep noktalara bağlanan “Transmission Link” bağlantıları ile su talep noktalarına ulaştırılmıştır.

Talep noktalarında kullanılan suyun tekrar nehre döndüğü kabul edilerek "Return Flow" bağlantı tipi ile akarsuya bağlanmıştır.

Bunun dışında havzadaki nehirler arası geçişler, yer altı rezervuarları, baraj ve göller de yine program araç gereçleri ile tanımlanıp havzanın modeli tamamlanmıştır. Modelin kalibrasyonu için DSİ 2. Bölge Müdürlüğü akım gözlem verileri kullanılmıştır.

3.3 WSM (Weighted Sum Method)

WSM yada ATM (Ağırlıklı Toplam Metodu) özellikle tek boyutlu problemlerde en yaygın kullanılan yaklaşımdır. M adet alternatif ve N adet kriter var ise, (maksimizasyon durumunda) en iyi alternatif, aşağıdaki bağıntıyı sağlayandır (Fishburn, 1967):

$$A^*_{WSM} = max_i \sum_{j=1}^{N} a_{ij}\, w_j, \quad i = 1, 2, 3, \dots, M \text{ için}. \tag{3.2}$$

Burada, A^*_{WSM} en iyi alternatifin WSM skoru, N kriter sayısı, a_{ij} i'inci alternatifin, j'inci kritere göre değeri, w_j ise j'inci kriterin önem ağırlığıdır. Tekniğin tek boyutlu problemlerde kolaylık sağlamasının bir nedeni de birim farkının olmamasıdır. Çok boyutlu problemlerde ortaya çıkan birim farklılığı ise çeşitli normalizasyon teknikleri ile üstesinden gelinebilmektedir (Triantaphyllou, Shu, Sanchez ve Ray, 1998).

3.4 Referans Noktası Yöntemi

Yapılan ekonomik analiz sonucu elde edilen brüt kazançlar senaryoların birbirleri ile karşılaştırılmasını sağlayan göstergelerden sadece birini oluşturmaktadır. Bu ve benzeri belirlenebilecek diğer göstergeler referans noktası yönteminin girdileri olarak kullanılabilir.

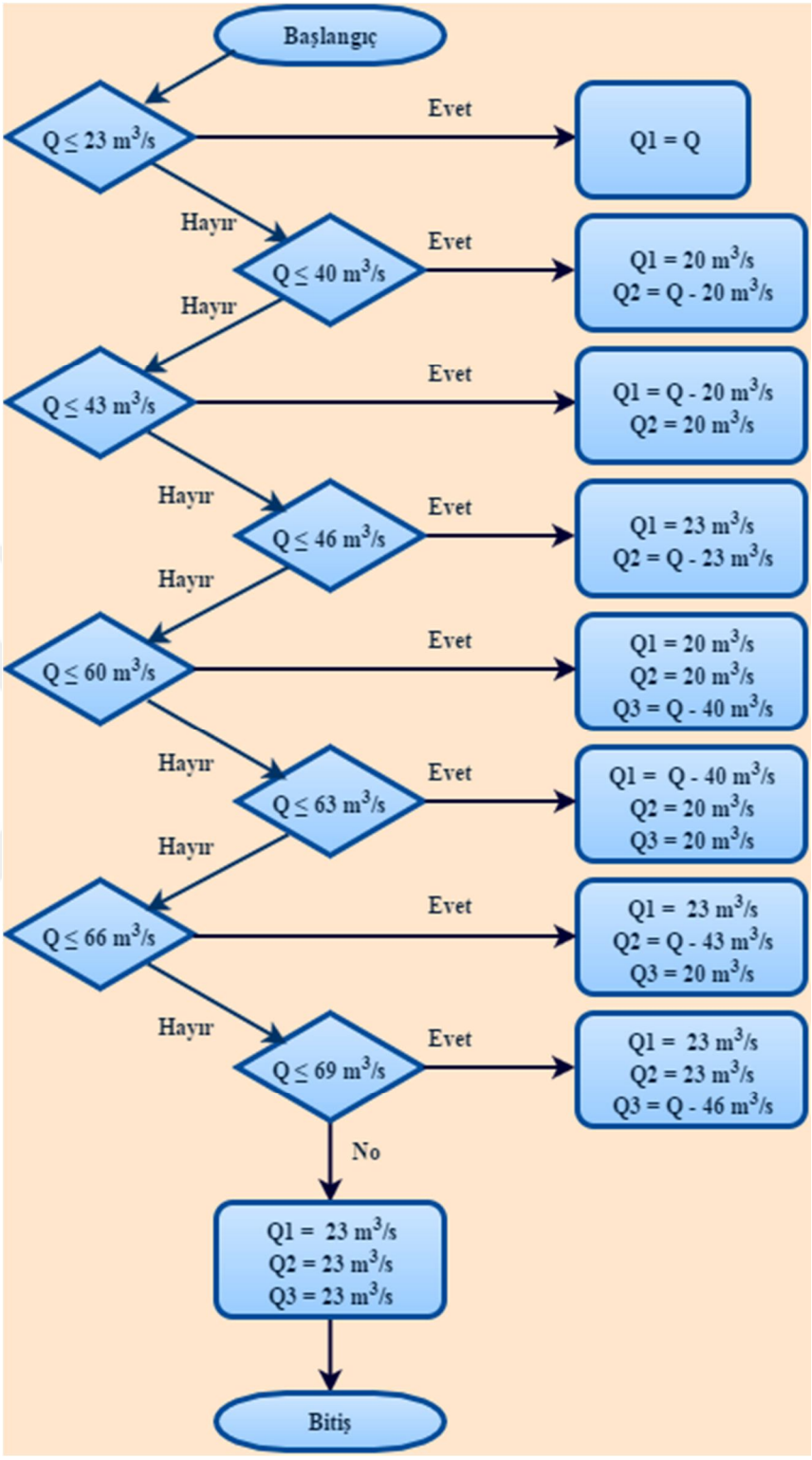
Referans noktası yöntemi, tanımlanan kriterlere göre herhangi bir durumun tatmin seviyesine ulaşma performasının belirlenmesi olarak özetlenebilir. Yöntemde kriterlerin sayılabilir ve hesaplanabilir büyüklükler olmaları gerekir. Sonrasında ise karar vericinin istenilen durumu tanımlayan tatmin seviyelerini her kriter için tanımlaması gerekir. Dolayısıyla tanımlanan tatmin seviyesi ve alternatif durumlar çoklu kriter uzayında birer nokta veya vektör tanımlamaktadırlar. Tatmin seviyesi ve alternatif durumlar arasındaki bu mesafe ise alternatifin tatmin seviyesine ulaşma performansını tanımlar. Sonuç olarak tatmin seviyesi ile arasında minimum mesafeyi oluşturan alternatif durum bir maksimizasyon çalışması için en çok tercih edilecek seçeneği göstermektedir (Çetinkaya, 2007).

3.5 Elektrik Enerjisi Üretimi

Gediz nehri üzerinde kurulu bulunan Demirköprü Barajı, havzanın ana su rezervlerinden biridir. Yapılan çalışmadaki, hedef kazancın maksimize edilmesi dolayısıyla, Demirköprü Barajı'nın su tahsisinde ürettiği elektrik enerjisinin ve buna bağlı olarak elde edeceği kazancın da maksimize edilmesi gerekli hale gelmiştir.

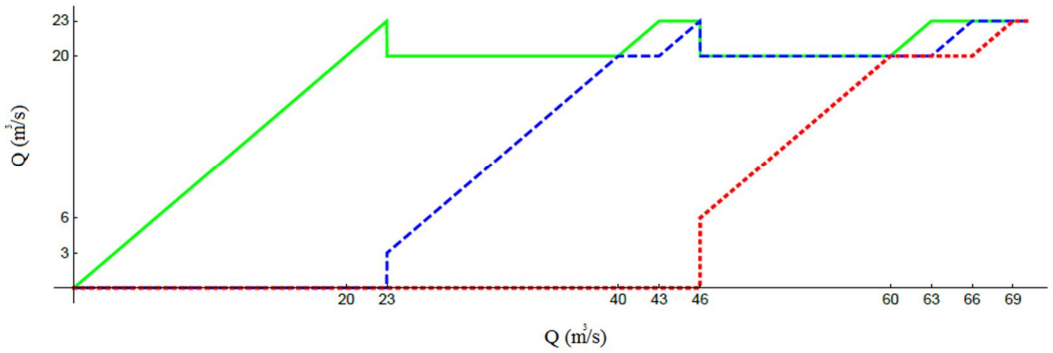
Barajın 3 türbini mevcuttur. Kavitasyon etkilerinden korunmak amacıyla türbinlerin maksimum çalışma kapasitesinin 23 m^3/s, bu sınırın zorlanması gerekmiyorsa, normal sınırın ise 20 m^3/s olarak belirlenmiştir.

Bu işletme koşulları altında, Q_1, Q_2, Q_3, Q sırasıyla 1.türbin debisi, 2.türbin debisi, 3.türbin debisi ve toplam debi olmak üzere türbinlerin işletme algoritması, aşağıdaki akış şemasında gösterilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Türbin işletme akış şeması

İşletmenin koordinat sisteminde gösterimi ise Şekil 3.7'deki gibi olmaktadır. Burada 1. türbin debisi yeşil, 2. türbin debisi mavi, 3. türbin debisi kırmızı renkte ifade edilmiştir. Yatay eksen toplam gelen debiyi, düşey eksen ise türbin debisini göstermektedir.



Şekil 3.7 İşletmedeki türbin debilerinin günlük toplam debiye göre değişimleri

Türbinlere taksim edilen debilerinden aşağıdaki formüller (3.2, 3.3) yardımı ile üretilen elektrik belirlenmektedir.

$$N_i = 8 \times H_i \times (Q_{1,i} + Q_{2,i} + Q_{3,i}) \quad (3.2)$$

$$E_i = N_i \times 24 \quad (3.3)$$

3.6 Toplam Kazançların Belirlenmesi

Yapılan hesaplamalarda pamuk, mısır ve bağ için, İzmir İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü 2015 yılı ürün maliyetleri baz alınmıştır (İzmir İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, 2016).

Ekonomik analizler sırasında kullanılan formül aşağıdaki gibidir:

$$K = A_{toplam} \times A_{bitki} \times R \times Y \times F \quad (3.4)$$

K = Kazanç (TL)

A_{toplam} = Toplam alan (ha)

A_{bitki} = İlgili bitkinin ekili alanının toplama göre yüzdesi (%)

R = Ürün rekoltesi (kg/ha)

Y = Ürün verimi (%)

F = Ürün alım fiyatı (TL/kg)

BÖLÜM DÖRT
GEDİZ HAVZASI

4.1 Genel

Batı Anadolu'da bulanan Gediz havzası, Ege denizi, Küçük menderes ve Bakırçay havzaları arasında yer almaktadır. Havza kuzey, güney ve doğudan yükseklikleri 2000 m'yi bulan dağlar, batıda ise Ege denizi tarafından çevrelenmiştir. Gediz nehrinin uzunluğu 276 km ve toplam drenaj alanı 16775 km²'dir. Nehrin ana kollarını Deliniş, Selendi, Demirci, Nif, Alaşehir ve Kumçay akarsuları oluşturur. Adala, Ahmetli, Menemen, Akhisar, Selendi, Kapaklı ve Alaşehir ovaları aşağı Gediz ovalarını oluştururlar, bu ovalar 110 000 hektarlık büyük sulama alanlarına sahip geniş tarımsal uygulamalar için kullanılmaktadır (Çetinkaya ve Barbaros, 2008).

4.2 İklim

Gediz havzasında yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise ılık ve yağmurlu tipik bir Ege iklimi hükmü altındadır. Yıllık yağışlar bölgeden bölgeye 492 mm (Salihli) – 726 mm (Manisa) değerleri arasında değişmektedir. Ortalama yıllık yağış değerleri olarak 635 mm'dir. Yıllık yağış değerlerinin %75'i Kasım ve Mayıs ayları arasındaki beş aylık dönemde oluşur (Çetinkaya ve Barbaros, 2008).

4.3 Ekonomik Faaliyetler

Havzadaki en önemli ekonomik faaliyet tarımdır. Başlıca tarımsal ürünler ise; Pamuk, üzüm, sebze ve tahıllardır. Havzanın iklimsel özelliklerinden dolayı tarım sulamaya bağımlıdır. Gediz havzası limanı ve endüstrisi ile dikkat çeken Türkiye'nin üçüncü büyük şehri olan İzmir'e çok yakındır. Bu yüzden de havzadaki endüstri gelişmektedir. Havzada çok önemli iki endüstri alanı bulunmaktadır. Bunlardan en büyüğü, İzmir'in hemen batısındaki Kemalpaşa beldesinde bulunan Nif vadisindedir. Manisa'nın batısında gelişmekte olan endüstriyel alan da dikkat çekmektedir. Bu

endüstrilerin başında gelen sektörler; elektronik, seramik, deri, gıda, tekstil, metal ve montaj şeklindedir. Havzada bulunan birçok madenden mika, linyit, mermer, krom, bor ve grafit çıkarılmaktadır (Svendsen ve diğer., 2005).

4.4 Havzadaki Mevcut Su Yapıları

Hâlihazırda, DSİ tarafından havzada birçok yatırım yapılmıştır. Bunlardan Demirköprü, Afşar 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. Bunların dışında ayrıca plan, tasarım veya inşa aşamasında bulunan pek çok proje bulunmaktadır (Gürses, 2005).

Havzadaki belli başlı su yapıları esasında sulama amaçlıdır. Demirköprü, Afşar ve Buldan baraj gölleri ve Marmara Gölü 110 000 hektarlık tarımsal sulama alanını beslemektedir (Gürses, 2005).

4.5 Havzadaki Su Tahsis Politikaları

Orman ve Su İşleri Bakanlığı'na bağlı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün 2. Bölge Müdürlüğü'nce su kaynakları tasarruf edilen Gediz Havzası'ndaki tarımsal endüstriyel, içme-kullanma ve çevresel su sektörlerinin talepleri belirli öncelikler ve kısıtlar çerçevesinde arz edilmektedir.

4.5.1 Tarımsal Su Sektörü

DSİ'nin idaresinde, sulama birlikleri başta olmak üzere kooperatifler ve diğer muhatapların yüklenici pozisyonda olduğu bir topluluk tarafından havzadaki tarımsal su tahsisi yıllık olarak belirlenmektedir. Bu tahsis, havzadaki kullanıcıların bitki deseni başta olmak üzere, DSİ'nin tarımsal ekonomi planlama ve mühendislik hizmetleri teknik şartnamesi çerçevesinde belirlenen diğer pek çok parametre

sayesinde belirlenir. Bu sulamalardaki işletme ve bakım ücretleri her yıl Bakanlar Kurulu Kararı ile belirlenmektedir.

DSİ 2. Bölge'de bulunan 984,364 hektarlık tarım arazisi potansiyeli içinde DSİ tarafından etüd edilen sulamaya elverişli arazi miktarı 532,039 hektardır. 20,726 hektarı yer altı sulamaları olmak üzere 178,171 hektarlık bölümü (%33) sulanmaktadır. 51,768 hektarlık bölümü (%8) ise yatırım programlarına girmiştir. 55,243 hektar (%12) proje aşamasında ve 14,213 hektar (%3) alanın da planlama ön inceleme, master plan düzeyinde çalışmaları devam etmektedir (Svendsen ve diğer., 2005).

Sulama suyunun toplam kullanımda olan suyun %74'ü olduğu düşünülürse bu alanda sürdürülecek politikaların önemi büyüktür. Dünyada olduğu gibi, Türkiye'de de devlet sulama şebekelerinin işletme-bakım sorunlarının çözümünü, anılan kuruluşların Sulama Birliklerine devredilmeleri ile aramaya çalışmıştır. Sulama sistemlerinin işletmelerinin Katılımcı Sulama Birliklerine devri, Türkiye'de beklenilmeyen ölçüde başarılı olmuştur. (Kıymaz, 2006). DSİ'nin şimdiye kadar inşaa ettiği tesislerin %94'ü devredilmiştir. Bu devir işlemlerinin %88,5'i sulama birliklerine, %5'i kooperatiflere, %3,6'sı ise belediyelere olmuştur.

DSİ'nin sulama konusundaki işletme ve bakım görevlerini sulama birliklerine bırakması sorunların tamamen çözülmesini sağlamamıştır. 22 Mart 2011 tarihinde ilan edilen 6172 sayılı kanun ile sulama birliklerinin görev ve sorumlulukları düzenlenmeye çalışılmıştır.

Akıllı, (2014) çalışmasında görülmektedir ki, sulama yönetiminde üreticinin demokratik katılımını sağlayıcı bir yapı oluşturulamamıştır. Üreticinin borcu olması halinde meclis üyesi olamaması ve oy kullanamamasına ilişkin 6172 sayılı Sulama Birlikleri Kanunu'nun katılımı sınırlayıcı ve engelleyici hükmü bu görüşü güçlendirmiştir. Tarla büyüklüğünün oy sayısına yansımasına ilişkin hüküm de, küçük üreticiyi büyük toprak sahipleri karşısında güçsüzleştirici ve söz haklarını

kısıtlayıcı, genel oy, eşitlik ve demokratiklik ilkelerine aykırı bir hüküm özelliğindedir.

Yine Akıllı, (2014) çalışmasına göre, birliklerin sulama ücreti alt sınırı, borç stok sınırı, bakım, onarım-geri ödeme için bütçelerinden ayırmaları gereken asgari pay ve personel giderlerine ilişkin üst sınır belirlenmiş; pompajlı sulama tesislerini devralan birliklere, enerji bedeli ödeneğini ayırmaları şartı konulmuştur. Diğer yandan, birliklerin ve üreticilerin devlet desteğine gereksinimleri ile ilgili kanunda herhangi bir maddeye rastlanmamaktadır. Mali kaynak yetersizliğinin, sulama birliklerinin bugüne kadar en temel sorunlarından biri olduğu, TBMM yazılı ve sözlü önergeleri, kanun teklifleri, 6111 sayılı Kanun, TBMM İhtisas Komisyonu Raporu gibi kamusal belgelerde açıkça bulunmaktadır. Bu belgelerde ele alınan sorunlar göz önünde bulundurulduğunda; 6172 sayılı Kanun'un sulama birlikleri ve üreticiler açısından bir çözüm getirmediği; bütçe sıkıntısı nedeniyle hizmet verme sorunu yaşayan birliklerin mali olarak güçlendirilmeleri gerektiği anlaşılmıştır. Devletin, hizmet alanından çekilme niyetinde olduğu; sorunlara karşı mali yükün üreticiye devredilmesini çözüm metodu olarak tanımladığı görülmüştür. Temel gelir kaynağı sulama ücreti olan birliklerin, üreticinin hizmet bedelini ödeme zorluğu ile karşılaşması ortaya bir paradoks çıkarmaktadır. Çözüm için özel sektörün devreye girebileceği belirtilmiştir. Sulama birliklerinin yeni yapılanması ile birlikte su ücretlerindeki artışlar kaçınılmazdır. Birliklerin yasaya uyum sağlayamaması ya da başarısız olmaları sonucu feshedilmeleri durumunda dahi, hizmet özel sektör aracılığıyla yeniden gördürüleceğinden, su ücretlerinin artacağını ve bu yeni yapının küçük üreticiliği tasfiye edecek bir etki yaratacağını, üreticilerin mali sorunlarını derinleştireceğini belirtmek yanlış olmaz. Sulama hizmetinin devriyle gelinen noktada, gerçekleştiği kesin olarak söylenebilecek husus; Dünya Bankası ile imzalanan katılımcı özelleştirme proje anlaşması hükümlerine uygun hareket edilerek yeni hukuksal ve yapısal düzenlemelerin yapıldığıdır. Sulama birlikleri çok fazla ve hızlı bir şekilde artmış, gerekli yasal düzenleme yapılmış, sulama hizmetinin özelleştirilmesi şeklinde kapı sonuna kadar aralanmıştır.

4.5.2 İçme ve Kullanma Suyu Sektörü

Türkiye'de kentsel içme ve kullanma suyunun temininde yıllarca yeraltı suları öncelikli olarak kullanılmıştır. Ancak, nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşme faaliyetlerine paralel olarak, günlük su talebinin artması ve aşırı çekimler nedeniyle yeraltı su rezervlerinin azalması ile içme ve kullanma suyu amacıyla yüzeysel su kaynaklarından da yararlanılması zorunlu hale gelmiştir. Günümüzde büyük kentlerde genelde yüzeysel ve belli oranlarda yeraltı suları, küçük yerleşimlerde ise büyük oranda yeraltı suları kullanılmaktadır (TÜSİAD, 2008).

Tarımsal sulama suyu sektöründen sonraki en büyük su paydaşı olan içme suyu, (%74 tarımsal, %15 içme suyu, %11 sanayi) aynı zamanda en büyük öneme sahip olan paydaştır. İzmir'in evsel ve endüstriyel su ihtiyaçlarını karşılayacak için İzmir İçmesuyu Projesi master planı DSİ tarafından 1971 yılında hazırlanmıştır. Proje öncesinde bir çok yeraltı suyu kuyularından elde edilen su ile birlikte İzmir kentinin su ihtiyacındaki baskı hafifletilmiştir. 2001 yılında açılan Kutlu Aktaş Barajı'ndan ise Çeşme ilçesine su tahsis edilmektedir (DSİ, 2014).

Halen uygulama programında bulunan İzmir İçmesuyu 2. Merhale Projesi kapsamında Manisa ili'nde inşaatı devam eden Gördes Barajı'ndan İzmir'e 59 hm^3/ yıl içme ve kullanma suyu verilmesi planlanmıştır. Proje kapsamında 114 km uzunluğunda boru hattı, 365 000 m^3/gün kapasiteli arıtma tesisi ve pompa istasyonu mevcuttur. İsale Hattı iki kısımda inşaatı gerçekleştirilecek olup ilk kısım olan 35 km lik isale hattı tamamlanmıştır. Kavaklıdere Arıtma tesisine kadar olan ikinci kısmın yapım ihalesi gerçekleştirilmiş inşaatına başlanmıştır (DSİ, 2014).

Projenin Gördes Barajı'ndan sonraki kademesi olan Manisa ili'ndeki Çağlayan Barajı'ndan 26 hm^3/ yıl, Başlamış Barajı'ndan 42 hm^3/ yıl suyun İzmir kentine verilmesi planlanmıştır. Proje tamamlandığında DSİ tarafından İzmir iline 213,6 hm^3/yıl daha su sağlanarak 2040 yılına kadar toplam 520,02 hm^3/yıl su temin edilmiş olacaktır.

Manisa ilinin içme ve kullanma suyu yer altı suyu kaynaklarından sağlanmaktadır. Yeraltısuyu kapasitesi 21,5 hm³/yıl olup, bugün için 14,5 hm³/yıl su, yer altı suyundan Manisa şehrine verilmektedir. 2023 yılına kadar Manisa ilinin içme suyu ihtiyacı 21,5 hm³/yıl kapasiteli mevcut yer altı suyu kaynakları ile karşılanacaktır. Ayrıca kaynaklar geliştirilebilir özelliktedir. Manisa il merkezine içme ve kullanma suyu sağlamak üzere yüzeysel ve yeraltı suyu kaynakları araştırılmıştır. Bu kapsamda, Manisa İçmesuyu Projesi Master Plan Raporu tamamlanmıştır.

Mevcut yeraltı suyu kaynaklardan 21,5 hm³/yıl su temin edilebilir olmakla birlikte, kaynakların geliştirilmesi ile 10 hm³/yıl daha su temin edilebilecektir. Ayrıca, Gürdük Barajı'ndan 6,13 hm³/yıl ,Akçapınar Barajından 9 hm³/yıl , Çıkrıkçı Barajından 9 hm³/yıl su temin edilebilecektir. Manisa ilinin 2045 yılına kadar içme suyu projeksiyonu yapılmıştır.

Uşak ilinin içme ve kullanma suyu yer altı suyundan sağlanmaktadır. Yer altı suyundan şehre verilen su miktarı 15,8 hm³/yıl'dır. Küçükler Barajından Uşak iline 6,4 hm³/yıl içme ve kullanma suyu verilmesi öngörülmüştür. Arıtma tesisi tamamlanmış olup test aşmasındadır.

Uşak şehir merkezinin içme ve kullanma suyu ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla 2004 yılında Uşak İçme Suyu Planlama Mühendislik Hizmetleri ihale edilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda Zep Barajı ve Dikendere Barajı ile yer altı suyundan içme suyu ihtiyacının karşılanması öngörülmüştür. Uşak iline Zep Barajı'ndan 4 hm³/yıl, Dikendere Barajından ise 9,5 hm³/yıl içme suyu sağlanabilecektir. 2040 yılına kadar Uşak ilinin içme suyu projeksiyonu yapılmıştır (DSİ, 2014).

4.5.3 Endüstriyel Su Sektörü

Endüstriyel su talebinin önemli bir kısmı denizlerden (%54) ve yeraltı suyundan (%22) karşılanmaktadır. Bunun dışında daha düşük oranlarda barajlardan (%7), akarsu (%5,5) ve şehir şebekesinden (%4) su temin edilmektedir. Bu verilere bakıldığında deniz suyunun en büyük kaynağı teşkil ettiği gibi bir yanıltıcı duruma düşülebilir. Bu oranın çıkmasının temel nedeni, toplam su tüketiminde en büyük paya sahip olan metal sanayinin (%60) deniz suyunu kullanmasıdır, ancak bu kullanım soğutma suyu şeklindedir. Burada ayrıca termik santralların kullandığı deniz suyu hesaba dahil edilmemektedir (TÜSİAD,2008).

Temin edilen suyun %61,4'ünün soğutma suyu, %25.7'sinin proses suyu, %5.9'luk kısmının ise evsel amaçlı olduğu anlaşılmaktadır. Öte yandan, sanayide suyun kullanım amacı bakımından alt sektörler arasında belirgin farklılıklar vardır. Örneğin, metal sanayinde su ağırlıklı olarak (%90) soğutma amaçlı tüketilirken, proseste kullanılan suyun oranı çok düşüktür (%5). Sanayide kullanılacak suyun niteliği kullanım amacına çok bağlıdır. Örneğin proses suyu ile kazan suyunun kalite özellikleri aynı değildir, dolayısıyla farklı arıtma işlemlerinden geçirilmeleri gerekir. Bu nedenle, endüstriyel işletmelerde su temini konusunda kullanım amacı, su ihtiyacı ve mevcut su kalitesi dikkate alınarak akılcı planlama yapılmalıdır (TÜSİAD,2008).

Petkim ve DSİ arasındaki protokolce 1981 yılında işletmeye açılan Güzelhisar Barajı'ndan, bölgedeki sanayi tesislerine verilmektedir. 1981 yılında işletmeye giren Sevişler Barajı ise Soma Termik Santrali'ne gerekli suyu iletilmektedir.

4.5.4 Çevresel Su Sektörü

Su kaynaklarının insanlar tarafından kullanımı, dolaylı yada dolaysız yollardan doğayı etkilemektedir. Su yapıları bulundukları yerdeki suyun akış hızını, akış miktarını, akarsu derinliğini ve taban yapısını önemli ölçüde değiştirir. Bunlar özellikle nehir ekosistemlerinin sürdürülebilirliği için önemli faktörlerdir. Akarsu yatağına tahsis edilen suyun miktarı, biyo-çeşitlilik açısından büyük öneme sahiptir. Söz konusu su tesislerinin çevre için bıraktığı suyun miktarı sucul canlıların beslenme, üreme ve göç davranışlarının değişimine neden olabilir.

WWF, (2014) çalışmasına göre doğal akış rejiminin değişmesinin sonuçları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Akım rejiminin değiştirilmesi sadece sucul canlıları değil bu düzenli su akışına uyum sağlayan kara canlılarını da etkiler.

- Bırakılan suyun azalması sonucunda ortam nemi azalır. Yer altı suları yeterince beslenemez. Bu durum bitki örtüsü ve bunlarla yakın ilişkili biyolojik çeşitliliği de olumsuz yönde etkiler.

- Su derinliğinin azalması su sıcaklığını etkiler. Su sıcaklığı balıklar için sınırlayıcı bir faktördür. Dolayısıyla varlıkları tehdit altına girer.

- Suyun akış hızındaki değişim akarsu yatağından taşınan madde miktarını da değiştirir. Bu ise su kalitesini etkileyen bir faktördür.

Nehirlerin sağlığını korumak ve ekolojik hizmetleri desteklemek için can suyu uygulaması yeterli değildir, bunun yerine "Çevresel Akış" adı verilen uygulamalar tercih edilmelidir. Çevresel akış, farklı nehir sistemlerinde su ihtiyacını bilimsel olarak değerlendirme metotlarına verilen genel bir isimdir, tek bir yöntem değildir.

Çevresel akışların kritik noktası, sadece minimum akış miktarı üzerine odaklanmıyor olmasıdır. Doğal hayatın sürekliliği için akış rejiminin tüm yönleriyle dikkate alınması önemlidir. Çevresel akışların en önemli özelliği, su kalitesi,

balıkların yumurtlama ve göç koşullarının sürekliliğinin sağlanması, sediman taşınımı, yer altı sularının beslenmesi ve sulak alanların gereksinim duyduğu dönemsel su baskını gibi akış rejimlerinin farklı yönlerini göz önüne almasıdır (WWF,2014).

2005 yılında Çevre ve Orman Bakanlığı Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği gereği Gediz Deltası Sulakalan Yönetim Planı çalışmalarını başlatmıştır. Bu çalışma kapsamında Gediz Deltası'nda koruma bölge sınırları çizilmiştir. Beş yıllık hazırlanan Gediz Deltası Sulakalan Yönetim Planı, 13 Haziran 2007'de toplanan Ulusal Sulak Alan Komisyonu (USAK) tarafından kabul edilerek yürürlüğe konmuştur. Yönetim planı sürecinde "Mutlak Koruma Bölgesi", "Sulak alan Bölgesi", "Ekolojik Etkilenme Bölgesi" ve "Tampon Bölge" olmak üzere koruma kuşakları belirlenerek "Sulak Alanları Koruma Yönetmeliği" kapsamında koruma altına alınmıştır. Gediz Deltası Sulak Alanı'nın koruma bölge sınırları, tampon bölge hariç yaklaşık 30.000 hektardır (İZKUŞ,2014).

DSİ tarafından hazırlanan stratejik planlarda akarsu envanterleri ve ihtiyaçlarının belirlenmesi gibi hedefler bulunsada, bu hedeflere henüz ulaşılamadığı bir gerçektir.

BÖLÜM BEŞ
UYGULAMA

5.1 Modelleme

2014 yılında, Gediz Havzası'nda sulanan alanlar ve bitki desenleri aşağıdaki gibidir (Tablo 5.1);

Tablo 5.1 2014 yılı Gediz Havzası'nda sulanan alanlar ve bitki deseni dağılımı

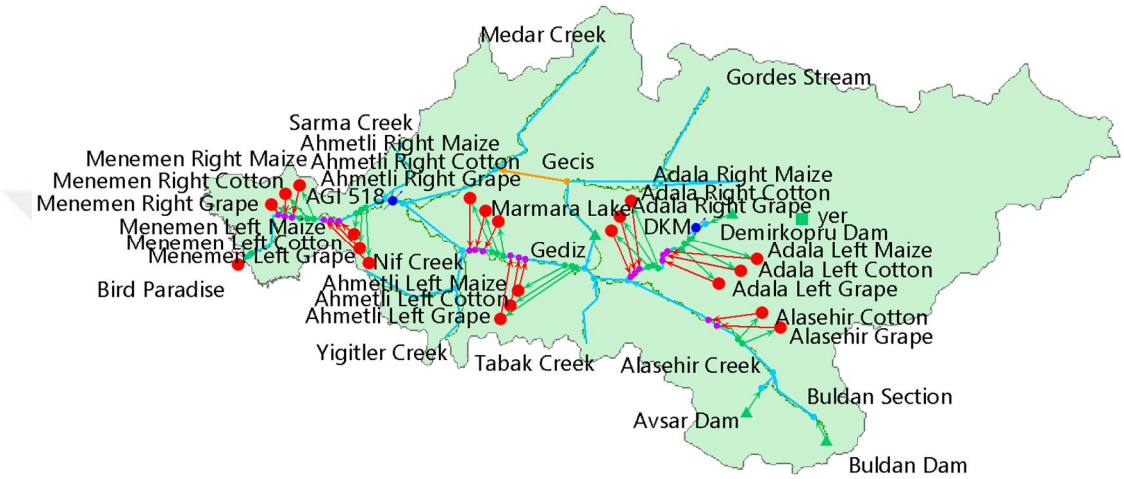
	Sulanan Alan (ha)	Pamuk (%)	Mısır (%)	Bağ (%)
Ahmetli	21890	3	50	47
Menemen	19062	77	17	6
Adala	13685	2	37	60

Bu mevcut duruma göre yapılan sulamalarda, DSİ 2. Bölge Müdürlüğü verileri esas alınarak, sulama randımanı %54 olarak kabul edilmiştir. Pamuk ve bağ için ekim zamanı nisan ayı başı, mısır için nisan ayı ortası kabul edilmiştir.

Sulama alanlarında da sağ ve sol sahil olmasına rağmen DSİ 2. Bölge Müdürlüğü verilerinde benzeri bir ayrım yapılmaksızın veriler düzenlenmiştir. Ancak çalışmanın ana konsepti olarak talep noktası sayısının çokluğunda ne gibi politikaların izleneceği araştırıldığından, sulama alanları sağ ve sol sahil olmak üzere ayrı ayrı incelenmiştir. İncelenen sulama alanlarında bitki desenlerinin dağılım oranları değişmeksizin sadece sulama alanları eşit olarak ikiye bölünmüştür. Dolayısıyla su tahsisinde muhatap talep nokta sayısı çoğaltılmıştır.

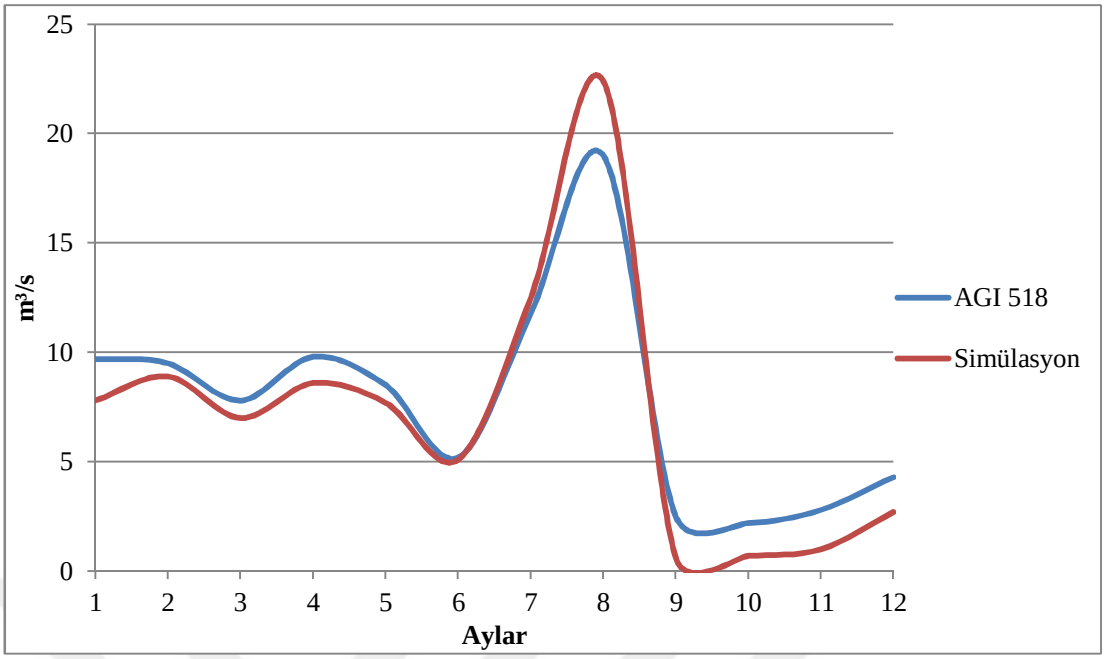
Weap modeli oluşturulurken sulama alanları, talep noktaları (Demand node) olarak tanımlanmıştır. Bu noktaların su ihtiyaçları ve farklı senaryolar sonucunda oluşturdukları ürün verimleri hesaplanmıştır. Weap modelinde 8 adet nehir ve nehir kolu (Gediz, Alaşehir, Gördes, Tabak, Nif, Yiğitler, Medar ve Sarma), 1 adet göl (Marmara), 3 adet baraj (Demirköprü, Avşar ve Buldan) ve 19 adet talep noktası (Adala sağ sahil mısır, Adala sağ sahil pamuk, Adala sağ sahil bağ, Adala sol sahil mısır, Adala sol sahil pamuk, Adala sol sahil bağ, Ahmetli sağ sahil mısır, Ahmetli sağ sahil pamuk, Ahmetli sağ sahil bağ, Ahmetli sol sahil mısır, Ahmetli sol sahil

pamuk, Ahmetli sol sahil bağ, Menemen sağ sahil mısır, Menemen sağ sahil pamuk, Menemen sağ sahil bağ, Menemen sol sahil mısır, Menemen sol sahil pamuk, Menemen sol sahil bağ ve Kuş Cenneti tanımlanmıştır (Şekil 5.1). Görüldüğü üzere oluşturulan modelde sulama suyu optimizasyonu ve ekonomik getirilerin yanında çevresel su ihtiyacının temini de sorgulanmaktadır. İzmir Kuş Cenneti'nin yıllık su ihtiyaçlarının modele dahil edilmesi çalışmanın çevresel yanını oluşturmaktadır.



Şekil 5.1 Gediz Havzası Weap modeli

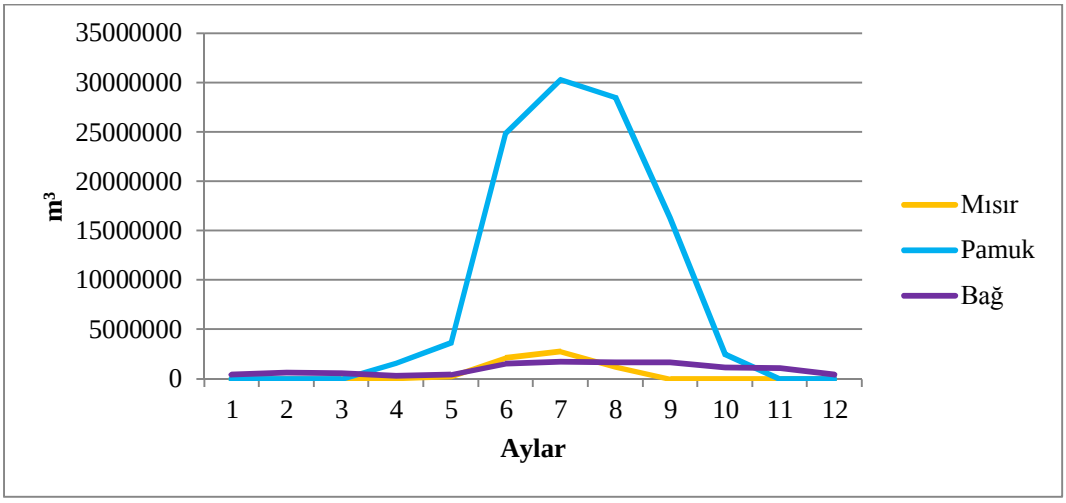
Modelin kalibrasyonu için Elektrik İşleri Etüt İdaresi'nin (EIE) AGI-518 gözlem istasyonu verileri kullanılmıştır. Model ve etkin sulamalar ile simüle edilen durum ile gözlem istasyonu verileri arasındaki fark Şekil 5.2'deki gibidir. Model kalibrasyonu sonucu, veriler arasındaki determinasyon katsayısı değeri 0,98'dir. Bu değer, simüle edilen durum ile gerçek durum arasında yüksek derecede ilişki olduğunu göstermektedir.



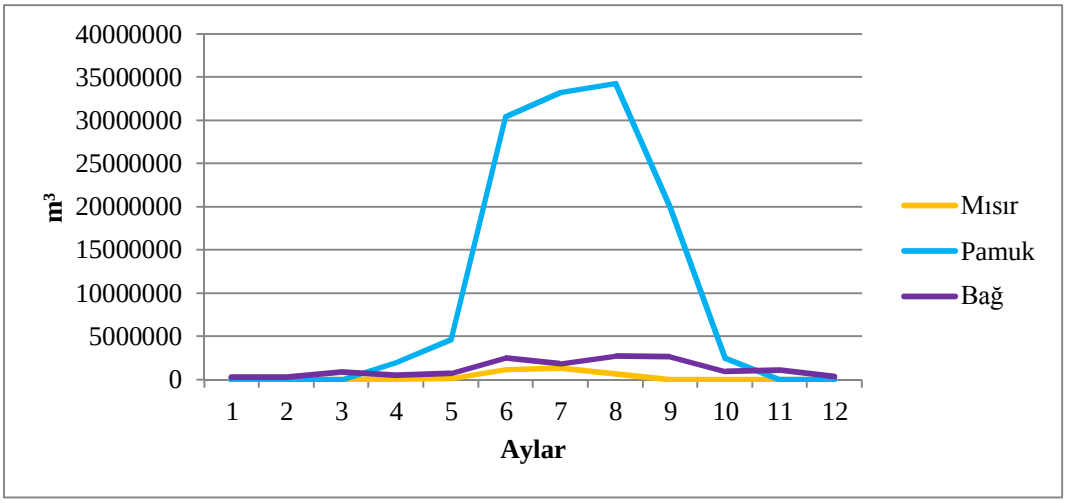
Şekil 5.2 Gediz Nehri'nin Weap simülasyonu ve EIE AGI 518 akım değerleri

Modelin kalibrasyonu tamamlandıktan sonra referans durum simüle edilmiştir. Referans durum, kurak yıl meteorolojik verileri ile günümüz bitki deseninin ortaya koyduğu performansı tanımlamaktadır.

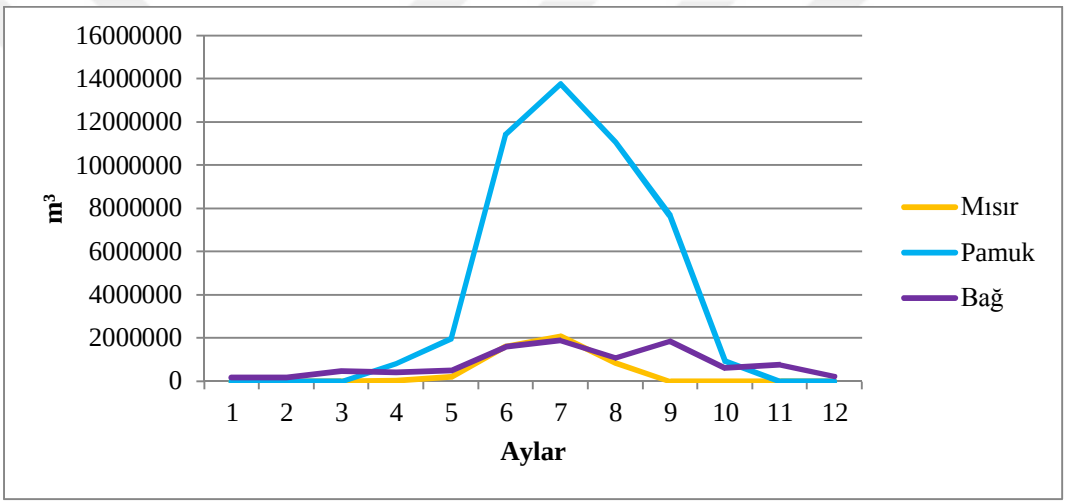
Sulama alanlarının hesaplanan bitki su ihtiyaçları, tarla kapasitesinin %100'üne kadar sulanması ve sulamaların her 10 günde bir gerçekleştirileceği kabulüne dayalıdır. %100 ürün verimi için gerekli bitki su ihtiyaçlarının aylık gösterimi aşağıdaki grafiklerdedir (Şekil 5.3, 5.4, 5.5);



Şekil 5.3 Menemen sağ ve sol sahil sulama alanlarının aylara göre bitki su ihtiyaçları



Şekil 5.4 Ahmetli sağ ve sol sahil sulama alanının aylara göre bitki su ihtiyaçları



Şekil 5.5 Adala sağ ve sol sahil sulama alanlarının aylara göre bitki su ihtiyaçları

Hesaplanan bitki su ihtiyaçları ile Weap programında oluşturulan referans durum simülasyonu sonucunda, sulama alanlarına tahsis edilen sulama suyu miktarları belirlenmiştir. Belirlenen değerlerle ürün verimleri hesaplanmıştır. Referans durum ilerleyen bölümlerde oluşturulacak senaryolar için bir baz oluşturmaktadır.

5.2 Su Tahsis Senaryoları

Su tahsis senaryolarının oluşturulmasında hedeflenen, kazancı maksimize etmektir. Kazancı maksimize edebilmek, her zaman ürün verimlerinin maksimize edilmesiyle eş anlamlı olmayabilir. Zira, bitki deseni dağılımı, ürün fiyatları ve bitki su tüketimlerinin değişken oluşu, vb. bir çok kriter dolayısıyla çok boyutlu bir seçim

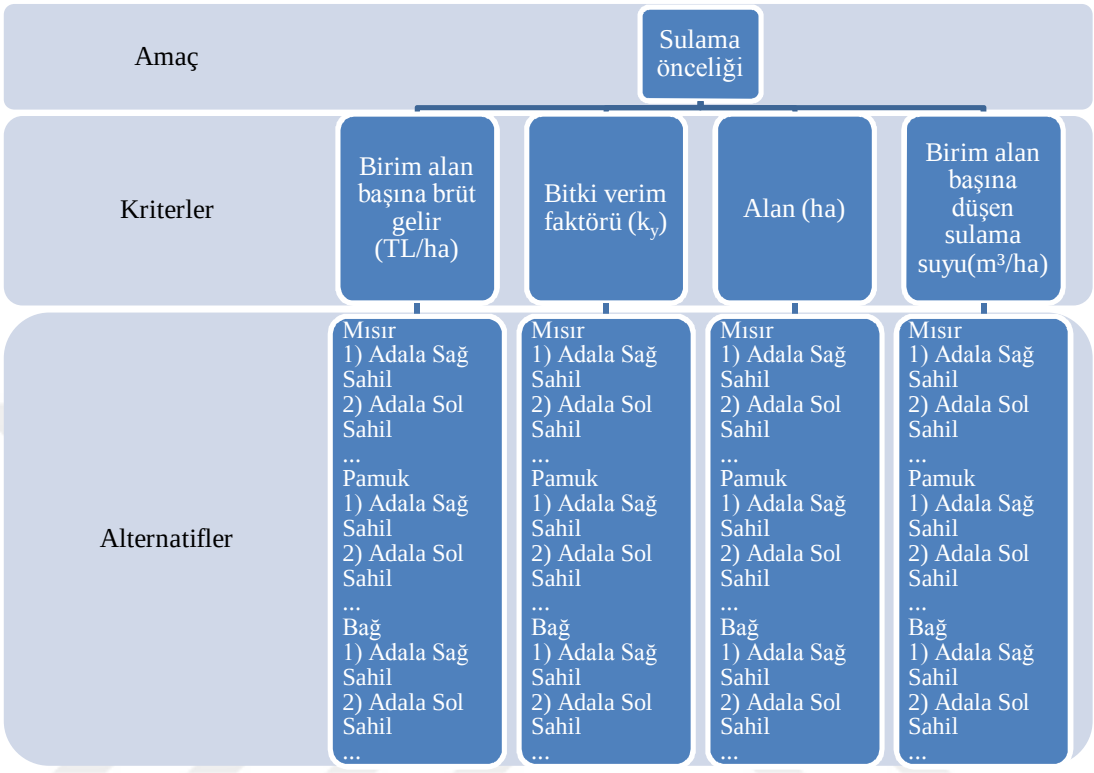
uzayı karşımıza çıkmaktadır. Bu seçim uzayından hangi boyutun bir diğerine göre daha anlamlı veya önemli olduğunun tayini ise başka bir problemdir. Bu tez kapsamında, farklı yaklaşımlar uygulanarak su tahsis senaryoları üretilmiş ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

Yapılan yaklaşımları üç ana başlıkta toplamak mümkündür (Çizelge 5.2). Birinci yaklaşım grubunda (su tahsis senaryosu 1, 2 ve 3), havzadaki talep noktalarının su tahsis öncelikleri birbirleri ile eşit ancak tahsis edilen sulama suyu miktarları, talep ettikleri bitki su ihtiyaçlarının sırasıyla %10, %20 ve %30 azaltılmış halleridir. İkinci yaklaşım grubunda (su tahsis senaryosu 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12), havzadaki üç ana ürünün su tahsis önceliklerinin kombinasyonları türetilmiş, talep ettikleri bitki su ihtiyaçlarında bir kesinti yapılmamıştır. Üçüncü yaklaşım grubunda ise (su tahsis senaryosu 13, 14, 15, 16), WSM yöntemi uygulanarak talep noktalarının aylık bazda su tahsis öncelikleri belirlenmiş, sonrasında ise yıl içinde ay bazında değişken su kesintileri uygulanmıştır. Çizelde boş görünen kutucuklar, incelenen ayda söz konusu bitkinin üretimde olmadığını göstermektedir. Su kesintileri birinci yaklaşım grubunda olduğu gibi talep edilen bitki su ihtiyacının yüzdeleri olarak uygulanmıştır.

Tablo 5.2 Su tahsis senaryo tanımları

<table>
<tr><th>Yaklaşım Grubu</th><th>Senaryo No</th><th colspan="13">Açıklama</th></tr>
<tr><td>1.Grup
Talebin belirli bir yüzdesinin arz edildiği, sulama önceliklerinin eşit olduğu grup</td><td>1.Su Tahsis Senaryosu</td><td colspan="13">Talebin %90’ının arz edildiği senaryo</td></tr>
<tr><td></td><td>2.Su Tahsis Senaryosu</td><td colspan="13">Talebin %80’inin arz edildiği senaryo</td></tr>
<tr><td></td><td>3.Su Tahsis Senaryosu</td><td colspan="13">Talebin %70’inin arz edildiği senaryo</td></tr>
<tr><td>2. Grup
Havzadaki sulama önceliğinin ürün bazında değişiminin kombinasyonları. (1: 1.sırada sulama önceliği, 2: 2.sırada sulama önceliği, 3: 3.sırada sulama önceliği)</td><td></td><td colspan="13">Mısır / Pamuk / Bağ</td></tr>
<tr><td></td><td>4.Su Tahsis Senaryosu</td><td colspan="13">1 / 2 / 2</td></tr>
<tr><td></td><td>5.Su Tahsis Senaryosu</td><td colspan="13">1 / 2 / 3</td></tr>
<tr><td></td><td>6.Su Tahsis Senaryosu</td><td colspan="13">1 / 3 / 2</td></tr>
<tr><td></td><td>7.Su Tahsis Senaryosu</td><td colspan="13">2 / 1 / 2</td></tr>
<tr><td></td><td>8.Su Tahsis Senaryosu</td><td colspan="13">2 / 1 / 3</td></tr>
<tr><td></td><td>9.Su Tahsis Senaryosu</td><td colspan="13">2 / 2 / 1</td></tr>
<tr><td></td><td>10.Su Tahsis Senaryosu</td><td colspan="13">2 / 3 / 1</td></tr>
<tr><td></td><td>11.Su Tahsis Senaryosu</td><td colspan="13">3 / 1 / 2</td></tr>
<tr><td></td><td>12.Su Tahsis Senaryosu</td><td colspan="13">3 / 2 / 1</td></tr>
<tr><td rowspan="4">3.Grup
WSM yöntemi ile belirlenen aylık sulama önceliklerine ek olarak, sulama sezonu boyunca ay bazında değişken yüzdelerle kısıntılı talep arzı. (Ay bazındaki değişken talep arzı grup içi senaryolarda da değişiklik göstermektedir) (M: mısır, P: pamuk, B: bağ, tablo içindeki değerler talepten yapılan kısıntıyı yüzde olarak ifade etmektedir.)</td><td>13.Su Tahsis Senaryosu</td><td colspan="13"><table><tr><th></th><th colspan="12">Aylar</th></tr><tr><th></th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th></tr><tr><td>M</td><td></td><td></td><td></td><td>30</td><td>30</td><td>20</td><td>20</td><td>30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>P</td><td></td><td></td><td></td><td>20</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>20</td><td>20</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>20</td><td>30</td><td>30</td><td>20</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table></td></tr>
<tr><td>14.Su Tahsis Senaryosu</td><td colspan="13"><table><tr><th></th><th colspan="12">Aylar</th></tr><tr><th></th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th></tr><tr><td>M</td><td></td><td></td><td></td><td>20</td><td>20</td><td>10</td><td>10</td><td>20</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>P</td><td></td><td></td><td></td><td>20</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>20</td><td>20</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>30</td><td>30</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>15.Su Tahsis Senaryosu</td><td colspan="13"><table><tr><th></th><th colspan="12">Aylar</th></tr><tr><th></th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th></tr><tr><td>M</td><td></td><td></td><td></td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>P</td><td></td><td></td><td></td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>16.Su Tahsis Senaryosu</td><td colspan="13"><table><tr><th></th><th colspan="12">Aylar</th></tr><tr><th></th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th></tr><tr><td>M</td><td></td><td></td><td></td><td>30</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>P</td><td></td><td></td><td></td><td>30</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td></tr></table></td></tr>
</table>

Üçüncü grup su tahsis senaryolarında uygulanan WSM'nin tercih çizelgesi ise aşağıdaki gibidir (Şekil 5.6).



Şekil 5.6 WSM tercih çizelgesi

Tercih çizelgesindeki kriterler konuyla ilgilerine göre sübjektif bir şekilde seçilmiştir. Seçilen kriterlerin birbirlerine göre üstünlüklerinin, bir başka deyişle ağırlıklarının, değerlendirmesi de sübjektif olacağından, kriterlerin ağırlıkları eşit kabul edilmiştir. Alternatiflerin kriter değerleri min-max normalleştirmesine göre düzenlenerek (Formül 5.1), WSM skorları (3.2) bağıntısına göre hesaplanmıştır (Tablo 5.3). Yüksek skorlar yüksek önceliği göstermektedir.

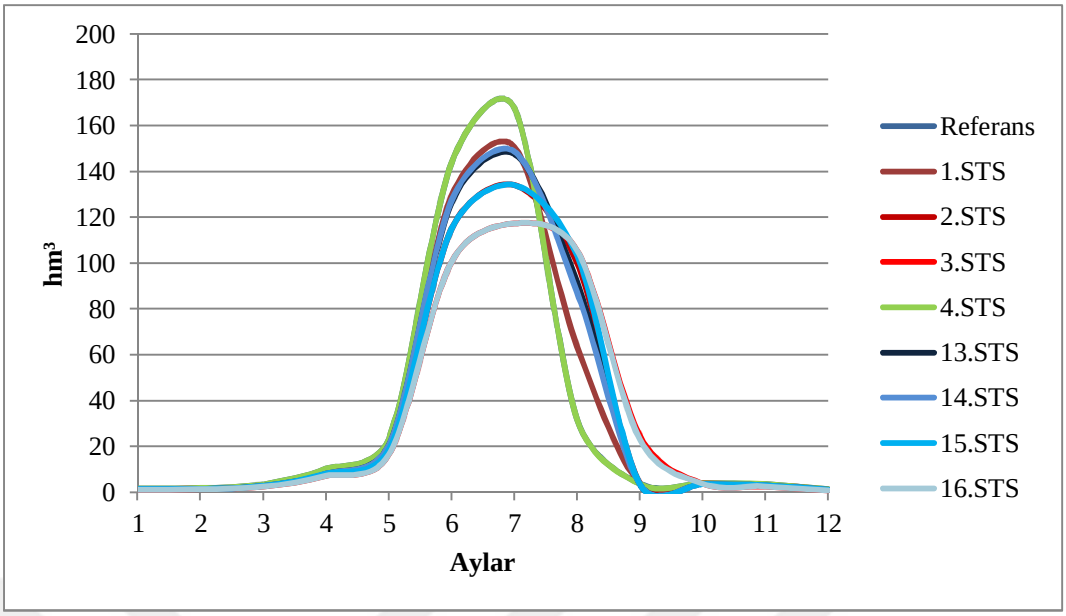
$$X' = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \qquad \ldots\ldots \qquad (5.1)$$

Tablo 5.3 Hesaplanan WSM skorları

		Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Adala	Sağ Sahil	Mısır	0,08	0,08	0,08	0,33	0,24	0,33	0,33	0,33	0,08	0,08	0,08	0,08
		Pamuk	0,52	0,52	0,52	0,52	0,77	0,59	0,59	0,77	0,52	0,52	0,52	0,52
		Bağ	0,58	0,58	0,58	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,58	0,58	0,58	0,58
	Sol Sahil	Mısır	0,08	0,08	0,08	0,33	0,24	0,33	0,33	0,33	0,08	0,08	0,08	0,08
		Pamuk	0,52	0,52	0,52	0,52	0,77	0,59	0,59	0,77	0,52	0,52	0,52	0,52
		Bağ	0,58	0,58	0,58	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,58	0,58	0,58	0,58
Ahmetli	Sağ Sahil	Mısır	0,06	0,06	0,06	0,31	0,23	0,31	0,31	0,31	0,06	0,06	0,06	0,06
		Pamuk	0,53	0,53	0,53	0,53	0,78	0,60	0,60	0,78	0,53	0,53	0,53	0,53
		Bağ	0,69	0,69	0,69	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,69	0,69	0,69	0,69
	Sol Sahil	Mısır	0,10	0,10	0,10	0,35	0,26	0,35	0,35	0,35	0,10	0,10	0,10	0,10
		Pamuk	0,59	0,59	0,59	0,59	0,84	0,66	0,66	0,84	0,59	0,59	0,59	0,59
		Bağ	0,70	0,70	0,70	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,70	0,70	0,70	0,70
Menemen	Sağ Sahil	Mısır	0,37	0,37	0,37	0,62	0,54	0,62	0,62	0,62	0,37	0,37	0,37	0,37
		Pamuk	0,48	0,48	0,48	0,48	0,73	0,54	0,54	0,73	0,48	0,48	0,48	0,48
		Bağ	0,61	0,61	0,61	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,61	0,61	0,61	0,61
	Sol Sahil	Mısır	0,37	0,37	0,37	0,62	0,54	0,62	0,62	0,62	0,37	0,37	0,37	0,37
		Pamuk	0,48	0,48	0,48	0,48	0,73	0,54	0,54	0,73	0,48	0,48	0,48	0,48
		Bağ	0,61	0,61	0,61	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,61	0,61	0,61	0,61

WSM skorlarının hesaplanmasında, alternatiflerin normalize edilmesinin ardından (bknz. Ek-1: WSM İle İlgili Hesaplar) kriter ağırlıkları eşit olacak şekilde (w_{ij}= 0,25) (3.2) bağıntısı uygulanarak yukarıdaki skorlar elde edilmiştir.

Çalışmanın devamında türetilen su tahsis senaryoları sonuçları referans duruma göre kıyaslanmıştır. Aşağıdaki grafikte havzada toplam arz edilen su miktarları gösterilmektedir (Şekil 5.7). Grafikte birinci ve üçüncü grup senaryolar gösterilmektedir. İkinci grup senaryoların dahil edilmemesinin nedeni ise, sulama önceliklerinin farklı, arz miktarlarında ise herhangi bir kısıntı bulunmaması sebebiyle toplam arz miktarlarının referans durumu ile neredeyse aynı olması dolayısıyla, grafikte hepsi üst üste çakışmaktadır. Benzer bir durumu arz miktarı kısıntıları benzer olan ikinci ve on beşinci senaryoda ve üçüncü ve on altıncı senaryoda görmek mümkündür.



Şekil 5.7 Sulak yılın su tahsis senaryolarına göre toplam arz edilen su miktarları

Su tahsis senaryoları sonucu oluşan ürün verimleri aşağıdaki gibi değişmektedir (Tablo 5.4). Ürün verimleri sağ ve sol sahil için eşit olduğundan tek değer verilmiştir. Bunun yanında İzmir Kuş Cennetinin su ihtiyacı ortalama %60 civarında arz edilmiştir.

Tablo 5.4 Elde edilen ürün verimleri (%)

Alternatifler	Adala	Ahmetli	Menemen	Ürün Tipi
Referans	84	86	87	
1.STS	83	85	86	
2.STS	83	84	85	
3.STS	82	83	84	
4.STS	84	84	86	
5.STS	84	86	87	
6.STS	83	83	85	
7.STS	86	89	89	
8.STS	86	89	89	Pamuk
9.STS	84	85	86	
10.STS	83	83	85	
11.STS	86	89	89	
12.STS	86	87	88	
13.STS	80	81	82	
14.STS	80	81	82	
15.STS	79	80	81	
16.STS	78	78	79	

Tablo 5.4 Elde edilen ürün verimleri (%) (devam)

Alternatifler	Adala	Ahmetli	Menemen	Ürün Tipi
Referans	72	83	89	
1.STS	70	81	86	
2.STS	68	78	82	
3.STS	66	75	79	
4.STS	72	83	89	
5.STS	71	80	85	
6.STS	73	83	100	
7.STS	71	81	86	
8.STS	71	80	85	Bağ
9.STS	73	86	100	
10.STS	73	86	100	
11.STS	73	82	87	
12.STS	73	86	100	
13.STS	89	89	89	
14.STS	89	89	89	
15.STS	90	90	90	
16.STS	85	84	85	
Referans	80	90	90	
1.STS	79	81	81	
2.STS	76	76	76	
3.STS	71	71	71	
4.STS	88	92	100	
5.STS	88	92	100	
6.STS	88	92	100	
7.STS	66	66	66	
8.STS	68	68	68	Mısır
9.STS	80	81	82	
10.STS	88	89	100	
11.STS	62	62	62	
12.STS	62	62	62	
13.STS	51	52	52	
14.STS	56	57	57	
15.STS	54	55	55	
16.STS	51	51	51	

5.3 Ekonomik Analiz

5.3.1 Elektrik Enerjisi Ekonomik Analizi

Havzanın ana rezervuarlarından olan Demirköprü barajının elektrik üretimi tanımlanan su tahsis senaryolarına göre değişiklik göstermiştir. Zira salınan su miktarı senaryolar arasında farklıdır. Bu durumda elektrik üretiminden elde edilecek kazançlar TEDAŞ'tan temin edilen tarife bilgilerine göre aşağıdaki gibi gerçekleşmektedir (TEDAŞ,2016). 4-12 arası senaryolarda toplam salınan su eşit olduğundan üretilen ve sağlanan kazançlar da benzer şekilde eşittir (Tablo 5.5).

Tablo 5.5 Elektrik üretiminden elde edilen kazançlar

Senaryolar	Kazanç (Milyon TL)
Referans	5,57
1.STS	5,39
2.STS	5,44
3.STS	5,35
4.-12.STS	5,57
13.STS	4,19
14.STS	4,25
15.STS	4,17
16.STS	3,94

5.3.2 Ürünlerin Ekonomik Analizi

Su tahsis senaryoları sonucu hesaplanan brut kazançlar aşağıdaki gibidir (Tablo 5.6). Ürün kazançları hesaplanırken maliyet fiyatları İzmir İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü 2015 yılı baz alınarak hesaplanmıştır.

Tablo 5.6 Elde edilen brüt kazançlar

	Brüt Kazanç	Net Kazanç		Brüt Kazanç	Net Kazanç
Alternatif	Milyon TL	Milyon TL	Alternatif	Milyon TL	Milyon TL
Referans	584,27	179,69	-	-	-
1.STS	580,11	178,83	9.STS	611,35	190,86
2.STS	564,19	173,23	10.STS	628,81	194,55
3.STS	543,42	167,56	11.STS	594,75	182,88
4.STS	618,01	188,78	12.STS	607,95	190,13
5.STS	615,63	187,30	13.STS	552,20	171,52
6.STS	627,58	194,00	14.STS	564,82	174,18
7.STS	594,75	182,88	15.STS	553,95	172,24
8.STS	594,76	182,88	16.STS	556,57	173,87

5.4 Diğer Göstergeler ve Referans Noktası Yöntemi

Referans noktası yöntemi için seçilen göstergeler sosyal, ekonomik ve çevresel olarak üçe ayrılmıştır. Kısıt açısından bakıldığında ise; kısıtlar, sert ve yumuşak kısıtlar olarak ikiye grupta incelenmiştir. Sert kısıtlar çözüm alternatiflerinin bulunmasında sağlanması öncelikli beklenen kriterleri temsil etmektedir. Bu kriterlerin eşik değerlerinin aşılması aşılamıyorsa da eldeki senaryolardan en yüksek değerlere haiz olanların seçilmesi gereklidir. Yumuşak kısıtlar ise optimizasyonun boyutunu arttıran, ekstra kriterleri temsil etmektedir; sert kısıtlar olmazsa olmazları temsil ederken, yumuşak kısıtlar ilk aşamada seçilmiş alternatif senaryolar içinde en iyiyi aramak için ikinci aşamada göz önüne alınan kriterlerdir. Yapılacak iki aşamalı referans noktası yöntemi uygulamasında önce sert kısıtlara göre alternatifler arasında eleme yapılmış, bu aşamadan geçenler ise ikinci aşamada yumuşak kısıtlara göre tekrar değerlendirilmiştir. Ekonomik olarak seçilen göstergeler: Brüt kazanç, net kazanç, birim alandan elde edilen brüt kazanç, birim metreküp sudan elde edilen brüt kazanç ve birim metreküp sudan elde edilen net kazançtır. Sosyal göstergeler: kazanç maliyet oranı, tarımsal sulamada arz talep oranı ve tarımsal sulamada güvenilirliktir. Çevresel olarak seçilen göstergeler ise: çevresel su ihtiyacında arz talep oranı ve çevresel su ihtiyacında güvenilirlik olmak üzere toplamda 10 gösterge belirlenmiştir (Tablo 5.7). Çevresel göstergelerin göz önüne alındığı alan İzmir Kuş Cenneti olmuştur.

Tablo 5.7 Referans noktası yöntemi gösterge ve tanımları

	Kısıt tipi	Gösterge	Tanımı
Ekonomik	Sert	Brüt kazanç (BK)	Hasattan elde edilen brüt kazanç
	Sert	Net kazanç (NK)	Hasattan elde edilen net kazanç
	Yumuşak	Birim alandan elde edilen brüt kazanç (BK/ha)	Hasatta birim alandan elde edilen brüt kazanç
	Yumuşak	Birim metreküp sudan elde edilen brüt kazanç ($BSBK/m^3$)	Hasatta birim metreküp sulama suyu karşılığında elde edilen brüt kazanç
	Yumuşak	Birim metreküp sudan elde edilen net kazanç ($BSNK/ m^3$)	Hasatta birim metreküp sulama suyu karşılığında elde edilen net kazanç
Sosyal	Yumuşak	Kazanç maliyet oranı (K/M)	Brüt kazançların maliyetlere oranı
	Sert	Tarımsal sulamada arz talep oranı (A/T_T)	Sulama alanlarına arz edilen su miktarının bitki su ihtiyacı talebine oranı
	Yumuşak	Tarımsal sulamada güvenilirlik (TSG)	Arz edilen sulama suyunun talep edilen sulama suyuna eşit olduğu günler toplamının, toplam günlere oranı
Çevresel	Sert	Çevresel su ihtiyacında arz talep oranı ($A/T_Ç$)	Çevresel alanlara arz edilen su miktarının talep edilen miktara oranı
	Yumuşak	Çevresel su ihtiyacında güvenilirlik (ÇSG)	Arz edilen çevresel su miktarının talep edilen çevresel su ihtiyacına eşit olduğu günler toplamının, toplam günlere oranı

Referans noktası yöntemi 2 aşamada uygulanmıştır. İlk aşamada tanımlanan 10 göstergeden 4 sert kısıta göre alternatiflerin performansları belirlenmiş ve en iyi 8 tanesi seçilerek 2. Aşamaya geçilmiştir (Tablo 5.8). 2. Aşamada ise seçilen 8 adet alternatifin 10 göstergenin hepsine göre performansı belirlenmiştir (Tablo 5.9). Performanslar belirlenirken her göstergede gözlenen maksimum değer maksimum tatmin seviyesi olarak kabul edilmiştir. Alternatiflerin gösterge değerleri normalize edilerek birbirleri ile karşılaştırılabilir hale getirildikten sonra referans noktası yönteminde tanımlandığı üzere su tahsis senaryolarının tatmin seviyesine olan uzaklıkları hesaplanmıştır.

Tablo 5.8 Birinci aşama referans noktası yöntemi

	BK	NK	A/T_T	$A/T_Ç$	Referans Noktasına olan uzaklık
	-	-	-	-	
Maksimum Değer	1	1	1	1	
Referans	0,48	0,45	0,37	0,36	1,17
1	0,43	0,42	0,40	0,45	1,15
2	0,24	0,21	0,65	0,73	1,18
3	0,00	0,00	1,00	1,00	1,41
4	0,87	0,79	0,22	0,27	1,09
5	0,85	0,73	0,17	0,36	1,09
6	0,99	0,98	0,25	0,18	1,11
7	0,60	0,57	0,01	0,55	1,24
8	0,60	0,57	0,00	0,55	1,25
9	0,80	0,86	0,21	0,27	1,10
10	1,00	1,00	0,26	0,18	1,10
11	0,60	0,57	0,02	0,55	1,23
12	0,76	0,84	0,07	0,45	1,12
13	0,10	0,15	0,12	0,00	1,82
14	0,25	0,25	0,08	0,00	1,73
15	0,12	0,17	0,19	0,00	1,76
16	0,15	0,23	0,29	0,00	1,67

Tablo 5.9 İkinci aşama referans noktası yöntemi

	BK	NK	BK/ha	BSBK/ m^3	BSNK/ m^3	K/M	A/T_T	TSG	$A/T_Ç$	ÇSG	Referans Noktasına olan uzaklık
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Maksimum Değer	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Referans	0,09	0,05	0,09	0,00	0,00	0,09	0,91	0,54	0,67	0,00	2,60
1	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	2,63
4	0,78	0,63	0,78	0,35	0,22	0,78	0,47	0,34	0,33	0,00	1,87
5	0,73	0,54	0,73	0,53	0,33	0,73	0,31	0,34	0,67	0,00	1,77
6	0,97	0,96	0,97	0,44	0,41	0,97	0,53	0,92	0,00	0,00	1,70
9	0,64	0,76	0,64	0,32	0,41	0,64	0,42	0,66	0,33	0,00	1,78
10	1,00	1,00	1,00	0,40	0,39	1,00	0,57	1,00	0,00	0,00	1,71
12	0,57	0,72	0,57	1,00	1,00	0,57	0,00	0,92	1,00	1,00	1,28

Görüldüğü üzere uygulanan referans noktası yöntemi sonucu 1. aşama sonucunda sulama talebi yönetiminin yapıldığı 1. senaryo ve mısır ve bağın öncelikli sulandığı

senaryoların diğer senaryolara göre daha iyi alternatifler olduğu belirlenmiştir. Bu durum sulama suyu ihtiyacının pamuğa göre düşük, elde edilen finansal faydanın ise yüksek olduğu mısır ve bağ bitkilerinin tercih edilmesinin daha iyi bir alternatif teşkil ettiğini göstermektedir. Öte yandan 2. aşama sonucu "en iyi" alternatifin değiştiği görülmektedir. İlk aşamada birinci öncelikte olan 4. ve 5. senaryoların yerini ikinci aşama sonucu bağın öncelikli sulandığı 12. senaryo almıştır. Burada dikkat çeken nokta, kriterlerin artmasıyla, yani karar uzayının boyutları çoğaldıkça alternatif "çözüm"lerin değişmesidir.

En iyi alternatif olarak seçilen 12. senaryo sonuçları ise aşağıdaki gibi olmaktadır (Tablo 5.10).

Tablo 5.10 12. senaryo ve referans durum karşılaştırması

	BK	NK	BK/ha	BSBK/ m^3	BSNK/ m^3	K/M	A/T_T	TSG	$A/T_Ç$	ÇSG
	TL	TL	TL/ha	TL/m^3	TL/m^3-	-	-	-	-	-
Referans	703,65	169,70	12782,48	1,77	0,43	1,32	0,62	0,73	0,55	0,75
12	742,68	217,47	12595,99	2,11	0,62	1,41	0,55	0,75	0,56	0,79

Tablolardan da görüldüğü üzere en iyi alternatif olarak seçilen 12. Senaryonun referans duruma göre net kazancı yaklaşık 48 milyon daha fazladır. Birim metreküp sudan elde edilen kazanç ise 0,19 TL daha fazladır. Çevresel arz talep oranı ve güvenilirliği yaklaşık aynıdır. Brüt kazancı ve tarımsal arz talep oranı ise referans duruma göre biraz daha azdır. Sonuç olarak, farklı bir su tahsisi planı ile halihazırdaki uygulamalardan daha fazla kazanç elde edilirken çevresel ihtiyaçlar karşılanabilmekte, sosyo-ekonomik açıdan ise iyileşmeler elde edilebilmektedir.

BÖLÜM ALTI
SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında Gediz Havzası'nda yaşanan kurak bir yılın meteorolojik verilerinin, günümüzde tekrar etmesi durumunda yaşanacak sonuçlar ve bu sonuçların etkilerinin azaltılması için gerekli yöntemler araştırılmış ve irdelenmiştir.

Weap programında simüle edilen havzada, referans durum dışında 16 farklı su tahsis senaryosu uygulanmıştır. Bu senaryolar üç farklı yaklaşım grubunda toplanmıştır. Birinci yaklaşım grubu talep edilen su miktarını belirli kısıtlar üzerine, öncelik gözetmeden dağıtmıştır. İkinci yaklaşım grubunda arz edilen su miktarında herhangi bir kısıt konulmamış, havzadaki ana ürünlere sulamada sıralama getirilmiş, bu durumun kombinasyonları türetilmiştir. Üçüncü yaklaşım grubu ise birinci ve ikinci yaklaşım grubunu birleştirir niteliktedir. Bu grupta sulama önceliği WSM ile ay bazında belirlenmiş, yine ay bazında değişken yüzdeler ile sulama taleplerinde kısıntılara gidilerek arz edilmiştir. Kullanılan WEAP programı sayesinde havzanın modellenmesi ve senaryoların oluşturularak birbirleriyle karşılaştırılması kolay ve görsel bir hal almıştır.

Bunun yanında havzadaki ana su rezervlerinden Demirköprü Barajı'nın su tahsis senaryoları esnasında ürettiği elektrik enerjileri belirlenmiş, işletme çalışması yapılmıştır. Kazançlar karşılaştırıldığında elektrik üretim kazançlarının, ürünlerden elde edilenlere göre önemli boyutlarda olmadığı gözlenmiştir.

Çalışmanın sürdürülebilir sonuçlar üretmesi amacıyla alternatifler değerlendirilirken sadece ekonomik boyutlar değil, sürdürülebilirliğin şartları niteliğinde öngörülen sosyal ve çevresel boyutlar da göz önünde bulundurulmuştur. Çevresel boyutu temsilen Gediz Havzası'nın sonunda yer alan ve bir ramsar alanı olan İzmir Kuş Cenneti ve yıllık su ihtiyacı modele dahil edilmiştir. Çevresel su talebinin arz talep oranının bir sert kısıt olarak tanımlanması ise çevresel su ihtiyacının arz edilmesinin olmazsa olmaz olduğunu göstermektedir. İzmir Kuş Cenneti sulak alanlarına tahsis edilecek suyun güvence altına alınmasının biyo-

çeşitlilik ve turizm başta olmak üzere dolaylı ve dolaysız sosyolojik, ekonomik ve çevresel bir çok getirisi olacaktır. Çalışmanın devamı olarak uzun yıllık gözlemlerle bu sonuçlar gözlenebilir.

Kullanılan referans noktası yöntemi sayesinde başlı başına ayrı bir çalışma gerektiren kriter ağırlıklarının tayini zorunluluğundan uzaklaşılmıştır. Alanında deneyimli araştırmacılar için bile değerleri zamanla değişebilecek olan kriter ağırlıkları oldukça sübjektif bir konudur. İki aşamalı olarak gerçekleştirilen referans noktası yöntemi sonucunda (Tablo 5.8 ve 5.9) 12 no'lu su tahsis senaryosunun en yüksek tatmin seviyesini temsil ettiği görülmektedir. Her ne kadar en yüksek net gelire sahip mısırın öncelikli sulandığı senaryolar referans yönteminin birinci aşamasında, yani sert kısıtların oluşturduğu elemede, öne çıkmış olsa da, irdelemenin ikinci aşamasına yumuşak kısıtların da dahil olmasıyla ve dolayısıyla değerlendirmenin zenginleşmesiyle, öne çıkan senaryo değişmiştir. 12 no'lu su tahsis senaryosu sonuçlarına bakıldığında, toplam getirdiği finansal kazanç diğer alternatifler kadar yüksek olmasa da, kullanılan birim sulama suyu karşılığında en yüksek kazancı getirmiştir. Ayrıca çevresel su ihtiyacının arz talep oranını ve güvenilirliğini en çok gözeten olmuştur. Bu açıdan bakıldığında hem ekonomik, hem sosyal hem de çevresel hedeflerle uyumlu bir su tahsisi stratejisinin geliştirilebileceği görülmektedir. Sadece ekonomik anlamda kazançlı ancak çevre ihtiyaçlarını gözetmeyen bir su tahsisi planı sürdürülebilir olmaktan uzaktır. Sonuç olarak elde edilen su tahsis planının sürdürülebilirliğin şartlarını gözettiği aşikardır.

Öte yandan, görüldüğü üzere değerlendirme aşamaları ve kriterleri zenginleştikçe seçim uzayını oluşturan alternatiflerin birbirlerine olan öncelikleri de değişebilmektedir. Kısıtların değerlendirme ağırlıklarının sayısal tayini zor olsa da karar vericiler için kısıt önceliklerini belirlemek göreceli olarak daha kolaydır. Dolayısıyla kısıtların öncelik gruplarına ayrılması değerlendirme aşamalarının oluşmasını sağlamıştır. Değerlendirme aşamaları arttırıldıkça öncelikli sağlanması beklenen kısıtlar (sert kısıtlar) sayesinde çözüm uzayı araştırmacının yada karar vericinin vizyonuna göre şekillenmektedir. Devamındaki daha az önceliğe sahip kısıtlar ise çözüm uzayını bir anlamda yontarak çözüm uzayının çok boyutluluğunu

ve kalitesini arttırmaktadır. Dolayısıyla seçilen kriter sayısı ve problem ile olan ilintisinin önemi büyüktür.

Yürütülen çalışmada bir havzadaki (örnek olarak Gediz Havzası) kısıtlı su kaynaklarına bağlı sulama suyu tahsisi ele alınmış ve çok boyutlu olarak irdelenmiştir. Çalışma sonucu oluşturulan alternatifler arasında referans duruma göre daha az su kullanarak daha çok finansal kazanç elde edip bunun yanında çevresel ve sosyal boyutları gözeten bir çözüm bulunmuştur. Yapılan çalışma günümüz toplumlarının gitgide bilinçlendiği, çevrenin önemini daha çok kavradığı dünyamızda, karar vericilere karar verme süreçlerinde çok boyutlu irdeleme yapabilen bir araç niteliğindedir. Karar vericilerin şimdi ve gelecekteki değişebilecek kısıtlarına ve önceliklerine esnek bir şekilde yanıt vererek kısa sürede pek çok alternatifi çok boyutlu olarak değerlendirebilmesi, görsel ve kolay anlaşılır olması sayesinde havzalardaki kurumsal yapıların genel geçer ve sürekli kısıtlı su kaynakları problemlerinin hafifletilmesi veya çözülmesinde sürdürülebilir ve güçlü bir araçtır.

Çalışmada ortaya konulan yöntem ve araçların havzadaki sektörel su taleplerinin karşılanmasında, sulama takvimlerinin düzenlenmesinde, sulama politikalarının geliştirilmesinde ve talebe göre yeni yapılacak ya da altyapısı geliştirilecek su yapılarının kapasitelerinin belirlenmesinde önemli kılavuzlar oldukları görülmektedir. Ancak unutulmamalıdır ki, bu yöntem ve araçlar amaç değil sadece "araç"tır, amaç varolan kaynaklarımızın sürdürülebilir kullanımı ve güvenli bir şekilde gelecek kuşaklara devridir.

KAYNAKLAR

Akıllı, H. (2014). Sulama birlikleri kanunu'nun üretici katılımı ve mali sorunlar bağlamında değerlendirilmesi. *Amme İdaresi Dergisi, 47* (4), 21-22.

Al-Omari, A., Al-Quraan, S., Al-Salihi, A. ve Abdulla, F. (2009). A water management support system for Amman Zarga Basin in Jordan. *Water Resources Management, 23* (15), 3165–3189.

Booker, J. F. ve Young, R. A. (1994). Modeling intrastate and interstate markets for Colorado River water resources. *Journal of Environmental Economics and Management, 26,* 66–87.

Chen, Y., Zhang, D., Sun, Y., Liu, X.,Wang, N. ve Savenije, H. H. G. (2005). Water demand management: a case study of the Heihe River Basin in China. *Physics and Chemistry of the Earth, 30* (6-7), 408–419.

Çetinkaya, C. P., Barbaros, F. ve Gündoğdu, H. (2004). Determination of social and economic indicators for future water use scenarios in the Gediz river basin. N. B. Harmancıoğlu, O. Fıstıkoğlu, Y. Dalkılıç, A. Gül, (Eds.), *Proceedings, Volume 1, EWRA Symposium on Water Resources Management: Risks and Challenges for the 21st Century* içinde (375–384). İzmir: Dokuz Eylül Yayıncılık.

Çetinkaya, C. P. ve Harmancıoğlu, N. B. (2005). Simulation of water demand/supply scenarios in Gediz river basin, Turkey. *WATMED 2*, 2005, Marakeş, Fas.

Çetinkaya, C. P. (2007). *Spatial optimization of hydrological monitoring networks on rivers.* Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Çetinkaya, C. P. ve Barbaros, F. (2008). Su yönetim senaryoları ile Gediz nehri yıllık su bütçesi performansının değerlendirilmesi. *TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi Bildiriler Kitabı* 2. cilt içinde (323–334). Ankara: İnşaat Mühendisleri Odası.

Çevresel Akış Nedir?, (b.t). 15 Aralık 2015, http://www.wwf.org.tr/ne_yapiyoruz/ayak_izinin_azaltilmasi/su/yenilenebilir_enerjinin_surdurulebilirligi/cevresel_akis_nedir/

Elektrik tarifeleri, (b.t). 15 Şubat 2017, http://www.tedas.gov.tr/#!tedas_tarifeler

Dinar, A. ve Wolf, A. (1994). International markets for water and potential for regional cooperation: economic and political perspectives in the western middle east. *Economic Development and Cultural Change, 43*, 43–66.

Doorenbos, J. ve Kassam A. H. (1979). *Yield response to water*. FAO Irrigation and Drainage Paper 33.

DSİ, (2014). *İzmir İçme Suyu 2. Merhale Projesi'nde Sona Gelindi*. 13 Şubat 2017, http://www.dsi.gov.tr/haberler/2016/05/25/i-zmir-i-%C3%A7me-suyu-2.-merhale-projesi-nde-sona-gelindi-

Fedra, K. (2002). GIS and simulation models for water resources management: A case study of the Kelantan River, Malaysia. *GIS Development, 6* (8), 39–43.

Fishburn, P. C. (1967). *Additive utilities with incomplete product set: Applications to priorities and assignments*. Baltimore, USA: Operations Research Society of America (ORSA)

Flinn, J. C. ve Guise, J. W. B. (1970). An application of spatial equilibrium analysis to water resources allocation. *Water Resources Research, 6* (2), 398–407.

Guimarães, L. T. ve Magrini, A. (2008). A proposal of indicators for sustainable development in the management of river basins. *Water Resources Management, 22* (9), 1191–1202.

Gürses, H., (2005). *Gediz havzasında sulanan alanlardaki ürün deseni ve ürün alım bedelleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi*. Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Hammouri, N. A. (2009) Assessment of climate change impacts of water resources in Jordan. *International Exhibition on Green Energy & Sustainability for Arid Regions & Mediterranean Countries (ICEGES)*.

Harmancıoğlu, N. B. ve Çetinkaya, C. P. (2002). Resource management in water short basins. M. Al-Rashed, V. P. Singh ve M. M. Sherif, (Eds.), *Water resources development and management*, volume 4 içinde (467–477). Lisse: Swets & Zeitlinger.

Harmancıoğlu, N. B. (2004). Indicators for sustainable management of water resources. In: *Proceedings of IV. National Hydrology Congress*. 9–18.

Harmancıoğlu, N. B. ve Yılmaz, B. (2010). Multi-criteria decision making for water resources management: a case study of the Gediz river basin, Turkey. *Water SA, 36* (5), 563–576.

Harmancıoğlu, N. B., Çetinkaya, C. P. ve Barbaros, F. (2011). Environmental data, information and indicators for natural resources management. Y. Rong, (Ed.), *Practical Environmental Statistics and Data Analysis* içinde (1–66) Hertfordshire, İngiltere: ILM Publications.

İzmir Kuş Cenneti, (b.t). 15 Aralık 2015, http://www.izmirkuscenneti.gov.tr/alan-bilgileri

Jeong, C. S., Heo, J. H., Bae, D. H. ve Georgakakos, G. P. (2005). Utility of high-resolution climate model simulations for water resources prediction over Korean Peninsula: a sensitivity study. *Hydrological Sciences Journal*, *50* (1), 139–153.

Kıymaz, S. (2006). *Gediz havzası örneğinde sulama birliklerinin sorunları ve çözüm yolları*. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

Koç, C., Dağdelen, N., Yılmaz, E. ve Akçay, S. (2009). Su eksikliği çekilen havzalarda sulama suyu yöntemi üzerine bir çalışma. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 6* (1), 9–20.

Koch, H. ve Grünewald, U. (2009). A comparison of modelling systems for the development and revision of water resources management plans. *Water Resources Management, 23*, 1403–1422.

Küçükmehmetoğlu, M. ve Guldmann, J. M. (2005). Multi-objective programming for the allocation of trans-boundary water resources: the case of the Euphrates and Tigris. *45th Congress of the European Regional Science Association.*

Lévite, H., Sally, H. ve Cour, J. (2002). Water demand management scenarios in a water stressed basin in South Africa. *3rd WARSFA/ Waternet Symposium.*

Lévite, H., Sally, H. ve Cour, J. (2003). Testing water demand management scenarios in a water-stressed basin in South Africa: application of the WEAP model. *Physics and Chemistry of the Earth, 28* (20&27), 779–786.

Loukas, A., Mylopoulos, N. ve Vasiliades, L. (2007). A modeling system for the evaluation of water resources management strategies in Thessaly, Greece. *Water Resources Management, 21* (10), 1673–1702.

Li, X., Zhao, Y., Shi, C., Sha, J., Wang, Z. ve Wang, Y. (2015). Application of water evaluation and planning (weap) model for water resources management strategy estimation in coastal Binhai New Area, China. *Ocean & Coastal Management, 106* (2015), 97–109.

Mahan, R. C., Horbulyk, T. M. ve Rowse, J. G. (2002). Market mechanisms and the efficient allocation of surface water resources in Southern Alberta. *Socio-Economic Planning Sciences, 36,* 25–49.

Meriç, B. T. (2004). Akarçay (Afyon) havzası yeraltısuyu kaynakları yönetim stratejisi. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, 29,* 39–54.

Pallottino, S., Sechi, G. M. ve Zuddas, P. (2005). A DSS for water resources management under uncertainty by scenario analysis. *Environmental Modelling & Software, 20* (20), 1031–1042.

Raskin, P., Hansen, E. ve Zhu, Z. (1992). Simulation of water supply and demand in the Aral Sea region. *Water International, 17,* 55–67.

Rogers, P. (1969). A game theory approach to the problems of international river basin. Water *Resources Research, 5* (4), 749–760.

Roozbahani, R., Abbasi, B. ve Schreider, S. (2015) Optimal allocation of water to competing stakeholders in a shared watershed. *Annals of Operations Research, 229* (1), 657–676.

Samuelson, P. A. (1952). Spatial price equilibrium and linear programming. *The American Economic Review, 42* (3), 283–303.

Strzepek, K. M., Major, D. C., Rosenzweig, C., Iglesias, A., Yates, D. N., Holt, A. ve Hillel, D. (1999). New methods of modelling water availability for agriculture under climate change: the U.S. Cornbelt. *Journal of the American Water Resources Association (JAWRA), 35* (6), 1635–1655.

Svendsen,M., Murray-Rust, H., Harmancioglu, N. B. & Alpaslan, N. (2005). *Governing closing basins: the case of the Gediz River in Turkey*. In Irrigation and

River Basin Management, Options for Governance and Institutions (ed. M. Svendsen), Wallingford, CABI Publishing. 193–213.

Şanlı, A. S. ve Doğan, A. (2015). Development of optimum dynamic management model of Beyşehir lake. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences, 33,* 144–156.

Takayama, T. ve Judge, G. G. (1964). Spatial equilibrium and quadratic programming. *Journal of Farm Economics, 46* (1), 67–93.

Tarımsal ekonomi planlama ve mühendislik hizmetleri teknik şartnamesi, (b.t). 15 Aralık 2015, http://www.dsi.gov.tr/docs/projeteknik%C5%9Fartnameler/tar%C4%B1msalekonomiplanlamavem%C3%BChendislikhizmetleriteknik%C5%9Fartnamesi_r00_20061110.pdf?sfvrsn=2

Toprak ve Su Kaynakları, (b.t). 15 Aralık 2015, http://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi2/topraksu.htm

Triantaphyllou, E., Shu, B., Sanchez, S. N. ve Ray, T. (1998). Multi-criteria decision making: an operations research approach. *Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering, 15,* 175-186.

TÜSİAD, (2008). *Türkiye'de su yönetimi: sorunlar ve öneriler.* İstanbul, Ersis Reklam, Matbaacılık ve Tanıtım Hiz. Tic. Ltd. Şti.

Varis, O., Kajander, T. ve Lemmela, R. (2004). Climate and water: from climate models to water resources management and vice versa. *Climate Change, 66* (3), 321–344.

Vaux, H. J. Jr. ve Howitt, R.E. (1984). Managing water scarcity: an evaluation of interregional transfers. *Water Resources Research, 20,* 785–792.

Walmsley, J. J. (2002). Framework for measuring sustainable development in catchment systems. *Environ Manage, 29* (2), 195–206.

Yılmaz, B. ve Harmancıoğlu, N. B. (2010). An indicator based assessment for water resources management in Gediz river basin, Turkey. *Water Resources Manage, 24*, 4359–4379.

2016 yılı tarımsal yapısı ve maliyetleri. (b.t). Şubat 14, 2017, http://izmir.tarim.gov.tr/Menu/66/2016-Yili

EKLER

EK-1: WSM ile ilgili hesaplar

Tez içerisinde beşinci bölümde bahsedildiği üzere tanımlanan kriterlerin önem ağırlıkları 0,25 olup, birbirlerine eşit kabul edilmiştir. Söz konusu problem çok boyutlu olduğundan, kriterlerin karşılaştırmasını yapabilmek için alternatiflerin kriter içi değerleri min-max normalizasyon tekniğine göre hesaplanmıştır.

Tablo 1. Ürün alım fiyatları (TL/ha) kriteri normalizasyonu

Ürün Tipi	Gerçek Değer	Normalize Edilmiş Değer
	TL/ha	-
Mısır	8887,50	0,000
Pamuk	11562,50	0,298
Bağ	17875,00	1,000

Tablo 2. Ürün su tüketim (m^3/ha) kriteri normalizasyonu

			Gerçek Değer	Normalize Edilmiş Değer
			m^3/ha	-
Adala	Sağ Sahil	Mısır	9100	0,312
		Pamuk	14090	0,698
		Bağ	5056	0,000
	Sol Sahil	Mısır	9100	0,312
		Pamuk	14090	0,698
		Bağ	5056	0,000
Ahmetli	Sağ Sahil	Mısır	8059	0,232
		Pamuk	12774	0,596
		Bağ	5180	0,010
	Sol Sahil	Mısır	9642	0,354
		Pamuk	15619	0,816
		Bağ	5785	0,056
Menemen	Sağ Sahil	Mısır	11290	0,482
		Pamuk	18000	1,000
		Bağ	8072	0,233
	Sol Sahil	Mısır	11290	0,482
		Pamuk	18000	1,000
		Bağ	8072	0,233

Tablo 3. Ürün verim faktörü kriteri gerçek değerleri

			Gerçek Değer											
		Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Adala	Sağ Sahil	Mısır	0,00	0,00	0,00	0,50	0,36	0,65	0,65	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00
		Pamuk	0,00	0,00	0,00	0,25	0,45	0,25	0,25	0,42	0,26	0,26	0,00	0,00
		Bağ	1,00	1,00	1,00	0,25	0,18	0,10	0,10	0,17	0,74	0,74	1,00	1,00
	Sol Sahil	Mısır	0,00	0,00	0,00	0,50	0,36	0,65	0,65	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00
		Pamuk	0,00	0,00	0,00	0,25	0,45	0,25	0,25	0,42	0,26	0,26	0,00	0,00
		Bağ	1,00	1,00	1,00	0,25	0,18	0,10	0,10	0,17	0,74	0,74	1,00	1,00
Ahmetli	Sağ Sahil	Mısır	0,00	0,00	0,00	0,50	0,36	0,65	0,65	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00
		Pamuk	0,00	0,00	0,00	0,25	0,45	0,25	0,25	0,42	0,26	0,26	0,00	0,00
		Bağ	1,00	1,00	1,00	0,25	0,18	0,10	0,10	0,17	0,74	0,74	1,00	1,00
	Sol Sahil	Mısır	0,00	0,00	0,00	0,50	0,36	0,65	0,65	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00
		Pamuk	0,00	0,00	0,00	0,25	0,45	0,25	0,25	0,42	0,26	0,26	0,00	0,00
		Bağ	1,00	1,00	1,00	0,25	0,18	0,10	0,10	0,17	0,74	0,74	1,00	1,00
Menemen	Sağ Sahil	Mısır	0,00	0,00	0,00	0,50	0,36	0,65	0,65	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00
		Pamuk	0,00	0,00	0,00	0,25	0,45	0,25	0,25	0,42	0,26	0,26	0,00	0,00
		Bağ	1,00	1,00	1,00	0,25	0,18	0,10	0,10	0,17	0,74	0,74	1,00	1,00
	Sol Sahil	Mısır	0,00	0,00	0,00	0,50	0,36	0,65	0,65	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00
		Pamuk	0,00	0,00	0,00	0,25	0,45	0,25	0,25	0,42	0,26	0,26	0,00	0,00
		Bağ	1,00	1,00	1,00	0,25	0,18	0,10	0,10	0,17	0,74	0,74	1,00	1,00

Tablo 4. Ürün verim faktörü kriteri normalize edilmiş değerleri

			Normalize Edilmiş Değer											
		Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Adala	Sağ Sahil	Mısır	0,00	0,00	0,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Pamuk	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,27	0,27	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Bağ	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Sol Sahil	Mısır	0,00	0,00	0,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Pamuk	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,27	0,27	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Bağ	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Ahmetli	Sağ Sahil	Mısır	0,00	0,00	0,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Pamuk	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,27	0,27	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Bağ	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Sol Sahil	Mısır	0,00	0,00	0,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Pamuk	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,27	0,27	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Bağ	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Menemen	Sağ Sahil	Mısır	0,00	0,00	0,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Pamuk	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,27	0,27	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Bağ	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Sol Sahil	Mısır	0,00	0,00	0,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Pamuk	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,27	0,27	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Bağ	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tablo 5. Ürün alan kullanım kriteri normalizasyonu

			Gerçek Değer	Normalize Edilmiş Değer
			ha	-
Adala	Sağ Sahil	Mısır	525,06	0,00
		Pamuk	3383,72	0,55
		Bağ	1925,22	0,33
	Sol Sahil	Mısır	525,06	0,00
		Pamuk	3383,72	0,55
		Bağ	1925,22	0,33
Ahmetli	Sağ Sahil	Mısır	180,18	0,03
		Pamuk	7027,02	0,69
		Bağ	1801,8	0,74
	Sol Sahil	Mısır	329,64	0,03
		Pamuk	8131,12	0,69
		Bağ	2527,24	0,74
Menemen	Sağ Sahil	Mısır	558,705	1,00
		Pamuk	5986,12	0,06
		Bağ	1436,67	0,20
	Sol Sahil	Mısır	558,70	1,00
		Pamuk	5986,12	0,06
		Bağ	1436,67	0,20

Tablo 6. Normalize edilen değerlerle hesaplanan WSM skorları

		Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Adala	Sağ Sahil	Mısır	0,08	0,08	0,08	0,33	0,24	0,33	0,33	0,33	0,08	0,08	0,08	0,08
		Pamuk	0,52	0,52	0,52	0,52	0,77	0,59	0,59	0,77	0,52	0,52	0,52	0,52
		Bağ	0,58	0,58	0,58	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,58	0,58	0,58	0,58
	Sol Sahil	Mısır	0,08	0,08	0,08	0,33	0,24	0,33	0,33	0,33	0,08	0,08	0,08	0,08
		Pamuk	0,52	0,52	0,52	0,52	0,77	0,59	0,59	0,77	0,52	0,52	0,52	0,52
		Bağ	0,58	0,58	0,58	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,58	0,58	0,58	0,58
Ahmetli	Sağ Sahil	Mısır	0,06	0,06	0,06	0,31	0,23	0,31	0,31	0,31	0,06	0,06	0,06	0,06
		Pamuk	0,53	0,53	0,53	0,53	0,78	0,60	0,60	0,78	0,53	0,53	0,53	0,53
		Bağ	0,69	0,69	0,69	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,69	0,69	0,69	0,69
	Sol Sahil	Mısır	0,10	0,10	0,10	0,35	0,26	0,35	0,35	0,35	0,10	0,10	0,10	0,10
		Pamuk	0,59	0,59	0,59	0,59	0,84	0,66	0,66	0,84	0,59	0,59	0,59	0,59
		Bağ	0,70	0,70	0,70	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,70	0,70	0,70	0,70
Menemen	Sağ Sahil	Mısır	0,37	0,37	0,37	0,62	0,54	0,62	0,62	0,62	0,37	0,37	0,37	0,37
		Pamuk	0,48	0,48	0,48	0,48	0,73	0,54	0,54	0,73	0,48	0,48	0,48	0,48
		Bağ	0,61	0,61	0,61	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,61	0,61	0,61	0,61
	Sol Sahil	Mısır	0,37	0,37	0,37	0,62	0,54	0,62	0,62	0,62	0,37	0,37	0,37	0,37
		Pamuk	0,48	0,48	0,48	0,48	0,73	0,54	0,54	0,73	0,48	0,48	0,48	0,48
		Bağ	0,61	0,61	0,61	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,61	0,61	0,61	0,61

EK-2: Bitki su ihtiyaçları

Meteorolojik verilere göre sulama alanlarında hesaplanan bitki su ihtiyaçları aşağıdaki gibidir.

Tablo 7. Adala bitki su ihtiyaçları

	TOPLAM			MISIR			PAMUK			BAĞ		
AYLAR	m³	m³/ha	%	m³	m³/ha	%	m³	m³/ha	%	m³	m³/ha	%
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	3693787	539,83	20	3693787	1450,793	23	0	0	0	0	0	0
7	10331285	1509,87	55	9800307	3849,226	61	530978	3336,8	47	0	0	0
8	3010084	439,91	16	2600082	1021,223	16	410002,6	2576,56	36	0	0	0
9	197748,3	28,9	1	0	0	0	197748,3	1242,7	17	0	0	0
10	485270,1	70,92	3	0	0	0	821,1	5,16	0	484449	117,0923	29
11	1182384	172,8	6	0	0	0	0	0	0	1182384	285,7846	71
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOPLAM	18900559	2762,23		16094176	6321,242		1139550	7161,22		1666833	402,8769	

Tablo 8. Ahmetli bitki su ihtiyaçları

	TOPLAM			MISIR			PAMUK			BAĞ		
AYLAR	m³	m³/ha	%	m³	m³/ha	%	m³	m³/ha	%	m³	m³/ha	%
1	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
2	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
3	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
4	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
5	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
6	8994929	821,83	19,8	8958483	1637	24	36446,85	102,12	1	0	0	0,0
7	22656041	2069,99	49,8	21331805	3898	57	1324236	3710,36	42	0	0	0,0
8	8475480	774,37	18,6	7201810	1316	19	1273670	3568,68	40	0	0	0,0
9	2038616	186,26	4,5	0	0	0	536523,9	1503,28	17	1502092	293,6298	30,9
10	1804502	164,87	4,0	0	0	0	9193,8	25,76	0	1795308	350,9479	36,9
11	1563822	142,88	3,4	0	0	0	0	0	0	1563822	305,6967	32,2
12	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
TOPLAM	45533389	4160,2		37492098	6851		3180070	8910,2		4861222	950,2744	

Tablo 9. Menemen bitki su ihtiyaçları

	TOPLAM			MISIR			PAMUK			BAĞ		
AYLAR	m³	m³/ha	%	m³	m³/ha	%	m³	m³/ha	%	m³	m³/ha	%
1	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,00
2	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,00
3	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,00
4	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,00
5	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,00
6	13429179	1409	12	3389605	2108,437	24,8	10039574	1366,076	10,7	0	0	0,00
7	44780450,4	4698,4	41	7689801	4783,29	56,2	37090649	5046,893	39,4	0	0	0,00
8	33766998,66	3542,86	31	2613496	1625,674	19,1	31153503	4239,03	33,1	0	0	0,00
9	15414390,99	1617,29	14	0	0	0,0	14802501	2014,164	15,7	611890,2	1065,72	45,77
10	1412875,44	148,24	1	0	0	0,0	983408,6	133,8116	1,0	429466,9	747,996	32,12
11	295651,62	31,02	0	0	0	0,0	0	0	0,0	295651,6	514,932	22,11
12	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,00
TOPLAM	109099546,1	11446,81		13692902	8517,401		94069636	12799,97		1337009	2328,648	

EK-3: Arz edilen sulama suyu ve ürün verimleri

Tanımlanan senaryolara göre arz edilen sulama suyu miktarları ve buna bağlı ürün verimleri aşağıdaki gibidir.

Tablo 10. Adala pamuk sulaması aylık toplam arz edilen su miktarı ve buna bağlı ürün verimleri

ADALA													
PAMUK (m^3)													
AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ürün Verimi (%)
Referans	0	0	0	953532,3	1907065	11442388	13826218	2332000	0	0	0	0	84
1.STS	0	0	0	858179,1	1716358	10298149	12443597	4639445	0	0	0	0	83
2.STS	0	0	0	762825,8	1525652	9153910	11060975	7261873	0	0	0	0	83
3.STS	0	0	0	667472,6	1334945	8009671	9678353	7675935	2011500	0	0	0	82
4.STS	0	0	0	953532,3	1907065	11442388	13826218	2010400	0	0	0	0	84
5.STS	0	0	0	953532,3	1907065	11442388	13826218	2141600	0	0	0	0	84
6.STS	0	0	0	953532,3	1907065	11442388	13826218	1431400	0	0	0	0	83
7.STS	0	0	0	953532,3	1907065	11442388	13826218	2577000	0	0	0	0	86
8.STS	0	0	0	953532,3	1907065	11442388	13826218	2577000	0	0	0	0	86
9.STS	0	0	0	953532,3	1907065	11442388	13826218	1795072	0	0	0	0	84
10.STS	0	0	0	953532,3	1907065	11442388	13826218	1431400	0	0	0	0	83
11.STS	0	0	0	953532,3	1907065	11442388	13826218	2577000	0	0	0	0	86
12.STS	0	0	0	953532,3	1907065	11442388	13826218	1866900	0	0	0	0	86
13.STS	0	0	0	762825	1716358	10298148	12443596	7289	0	0	0	0	80
14.STS	0	0	0	762825	1716358	10298148	12443596	5254	0	0	0	0	80
15.STS	0	0	0	762825	1525652	9153910	11060975	8225	0	0	0	0	79
16.STS	0	0	0	667473	1334945	8009671	9678353	7675935	277	0	0	0	78

Tablo 11. Adala bağ sulaması aylık toplam arz edilen su miktarı ve buna bağlı ürün verimleri

ADALA													
BAĞ (m^3)													
AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ürün Verimi (%)
Referans	194678,2	194678,2	486695,6	389356,5	486695,6	1557426	1849443	227990	0	0	0	0	72
1.STS	175210,4	175210,4	438026,1	350420,8	438026,1	1401683	1664499	453350	0	0	0	0	70
2.STS	155742,6	155742,6	389356,5	311485,2	389356,5	1245941	1479555	709594,4	0	0	0	0	68
3.STS	136274,8	136274,8	340686,9	272549,5	340686,9	1090198	1294610	749511,2	487970	0	0	0	66
4.STS	194678,2	194678,2	486695,6	389356,5	486695,6	1557426	1849443	196680	0	0	0	0	72
5.STS	194678,2	194678,2	486695,6	389356,5	486695,6	1557426	1849443	499,8	0	0	0	0	71
6.STS	194678,2	194678,2	486695,6	389356,5	486695,6	1557426	1849443	1070730	0	0	0	0	73
7.STS	194678,2	194678,2	486695,6	389356,5	486695,6	1557426	1849443	393,3	0	0	0	0	71
8.STS	194678,2	194678,2	486695,6	389356,5	486695,6	1557426	1849443	1	0	0	0	0	71
9.STS	194678,2	194678,2	486695,6	389356,5	486695,6	1557426	1849443	1070730	0	0	0	0	73
10.STS	194678,2	194678,2	486695,6	389356,5	486695,6	1557426	1849443	1070730	0	0	0	0	73
11.STS	194678,2	194678,2	486695,6	389356,5	486695,6	1557426	1849443	560,5	0	0	0	0	73
12.STS	194678,2	194678,2	486695,6	389356,5	486695,6	1557426	1849443	1070730	0	0	0	0	73
13.STS	155742	155742	389356	311485	389356	1090198	1294610	807	0	0	0	0	89
14.STS	155742	155742	389356	311485	389356	1090198	1294610	871	0	0	0	0	89
15.STS	155742	155742	389356	311485	389356	1245941	1479555	519	0	0	0	0	90
16.STS	136275	136275	340687	272550	340687	1090198	1294610	749511	1294510	0	0	0	85

Tablo 12. Adala mısır sulaması aylık toplam arz edilen su miktarı ve buna bağlı ürün verimleri

ADALA													
MISIR (m^3)													
AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ürün Verimi (%)
Referans	0	0	0	0	191121,8	1624536	2102340	183390	0	0	0	0	80
1.STS	0	0	0	0	172009,7	1462082	1892106	364510	0	0	0	0	79
2.STS	0	0	0	0	152897,5	1299629	1681872	570440	0	0	0	0	76
3.STS	0	0	0	0	133785,3	1137175	1471638	602033,8	0	0	0	0	71
4.STS	0	0	0	0	191121,8	1624536	2102340	860048,3	0	0	0	0	88
5.STS	0	0	0	0	191121,8	1624536	2102340	860048,3	0	0	0	0	88
6.STS	0	0	0	0	191121,8	1624536	2102340	860048,3	0	0	0	0	88
7.STS	0	0	0	0	191121,8	1624536	2102340	315,9	0	0	0	0	66
8.STS	0	0	0	0	191121,8	1624536	2102340	606,5	0	0	0	0	68
9.STS	0	0	0	0	191121,8	1624536	2102340	141030	0	0	0	0	80
10.STS	0	0	0	0	191121,8	1624536	2102340	860048,3	0	0	0	0	88
11.STS	0	0	0	0	191121,8	1624536	2102340	1	0	0	0	0	62
12.STS	0	0	0	0	191121,8	1624536	2102340	446,3	0	0	0	0	62
13.STS	0	0	0	0	133785	1299628	1681872	2	0	0	0	0	51
14.STS	0	0	0	0	152897	1462082	1892106	3	0	0	0	0	56
15.STS	0	0	0	0	15897	1299629	1681872	1	0	0	0	0	54
16.STS	0	0	0	0	133785	1137175	1471638	602034	0	0	0	0	51

Tablo 13. Ahmetli pamuk sulaması aylık toplam arz edilen su miktarı ve buna bağlı ürün verimleri

AHMETLİ													
PAMUK (m^3)													
AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ürün Verimi (%)
Referans	0	0	0	1270000	5079999	30479991	33019991	5830101	64	0	0	0	86
1.STS	0	0	0	1143000	4571999	27431992	29717991	14495408	459740	464580	0	0	85
2.STS	0	0	0	1016000	4063999	24383993	26415992	22691744	459770	464580	0	0	84
3.STS	0	0	0	888999,7	3555999	21335994	23113993	24002993	5354500	464591,3	0	0	83
4.STS	0	0	0	1270000	5079999	30479991	33019991	6279600	209850	464580	0	0	84
5.STS	0	0	0	1270000	5079999	30479991	33019991	6689100	238340	649731,8	0	0	86
6.STS	0	0	0	1270000	5079999	30479991	33019991	4469700	209,3	0	0	0	83
7.STS	0	0	0	1270000	5079999	30479991	33019991	7285500	459720	464580	0	0	89
8.STS	0	0	0	1270000	5079999	30479991	33019991	8049400	521470	649731,8	0	0	89
9.STS	0	0	0	1270000	5079999	30479991	33019991	8049400	521470	649731,8	0	0	85
10.STS	0	0	0	1270000	5079999	30479991	33019991	5610229	0	0	0	0	83
11.STS	0	0	0	1270000	5079999	30479991	33019991	4469700	0	0	0	0	89
12.STS	0	0	0	1270000	5079999	30479991	33019991	8049400	521470	649731,8	0	0	87
13.STS	0	0	0	1015999	4571998	27431992	29717991	17683347	0	0	0	0	81
14.STS	0	0	0	1015999	4571998	27431992	29717991	17683347	0	0	0	0	81
15.STS	0	0	0	1015999	4063999	24383993	26415992	25067354	0	0	0	0	80
16.STS	0	0	0	889000	3555999	21335994	23113993	24002993	4321600	0	0	0	78

Tablo 14. Ahmetli bağ sulaması aylık toplam arz edilen su miktarı ve buna bağlı ürün verimleri

AHMETLİ													
	BAĞ (m^3)												
AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ürün Verimi (%)
Referans	292401	292401	877205	584803	731004	2485414	1754410	599043	59823	160791	898700	292401	83
1.STS	263161	263161	789484	526323	657903	2236872	1578969	1175766	59810	160770	898700	263161	81
2.STS	233921	233921	701764	467842	584803	1988331	1403528	1840247	59783	160774	818724	233921	78
3.STS	204681	204681	614043	409362	511702	1739789	1228087	1944471	694350	160770	716384	204681	75
4.STS	292401	292401	877205	584803	731004	2485414	1754410	509729	27608	160791	898700	292401	83
5.STS	292401	292401	877205	584803	731004	2485414	1754410	825	0	249	898700	292401	80
6.STS	292401	292401	877205	584803	731004	2485414	1754410	2777815	264230	576613	898700	292401	83
7.STS	292401	292401	877205	584803	731004	2485414	1754410	588	0	249	898700	292401	81
8.STS	292401	292401	877205	584803	731004	2485414	1754410	0	0	249	898700	292401	80
9.STS	292401	292401	877205	584803	731004	2485414	1754410	2777815	539217	576613	898700	292401	86
10.STS	292401	292401	877205	584803	731004	2485414	1754410	2777815	539217	576613	898700	292401	86
11.STS	292401	292401	877205	584803	731004	2485414	1754410	982	0	249	898700	292401	82
12.STS	292401	292401	877205	584803	731004	2485414	1754410	2777815	539217	576613	898700	292401	86
13.STS	233921	233921	701764	467842	584803	1739789	1228087	1715	539280	576604	818724	233921	89
14.STS	233921	233921	701764	467842	584803	1739789	1228087	1882	539280	576604	818724	233921	89
15.STS	233921	233921	701764	467842	584803	1988331	1403528	968	539280	576604	818724	233921	90
16.STS	204681	204681	614044	409362	511703	1739789	1228087	1944471	1842131	576611	716384	204681	84

Tablo 15. Ahmetli mısır sulaması aylık toplam arz edilen su miktarı ve buna bağlı ürün verimleri

AHMETLİ													
MISIR (m^3)													
AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ürün Verimi (%)
Referans	0	0	0	31783	95351	1112436	1334923	128580	0	0	0	0	90
1.STS	0	0	0	28605	85816	1001192	1201431	255680	0	0	0	0	81
2.STS	0	0	0	25427	76281	889948	1067938	400212	0	0	0	0	76
3.STS	0	0	0	22248	66746	778705	934446	422725	0	0	0	0	71
4.STS	0	0	0	31783	95351	1112436	1334923	603893	0	0	0	0	92
5.STS	0	0	0	31783	95351	1112436	1334923	603893	0	0	0	0	92
6.STS	0	0	0	31783	95351	1112436	1334923	603893	0	0	0	0	92
7.STS	0	0	0	31783	95351	1112436	1334923	221	0	0	0	0	66
8.STS	0	0	0	31783	95351	1112436	1334923	425	0	0	0	0	68
9.STS	0	0	0	31783	95351	1112436	1334923	99031	0	0	0	0	81
10.STS	0	0	0	31783	95351	1112436	1334923	603893	0	0	0	0	89
11.STS	0	0	0	31783	95351	1112436	1334923	0	0	0	0	0	62
12.STS	0	0	0	31783	95351	1112436	1334923	313	0	0	0	0	62
13.STS	0	0	0	22248	66746	889948	1067938	0	0	0	0	0	52
14.STS	0	0	0	25427	76281	1001192	1201431	0	0	0	0	0	57
15.STS	0	0	0	25427	76281	889949	1067939	0	0	0	0	0	55
16.STS	0	0	0	22249	66746	778705	934446	422726	0	0	0	0	51

Tablo 16. Menemen pamuk sulaması aylık toplam arz edilen su miktarı ve buna bağlı ürün verimleri

MENEMEN													
PAMUK (m^3)													
AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ürün Verimi (%)
Referans	0	0	0	1616253	3663508	24890307	30170070	6066700	1369900	978911	0	0	87
1.STS	0	0	0	1454628	3297157	22401277	27153063	12070554	1369900	978935	0	0	86
2.STS	0	0	0	1293003	2930806	19912246	24136056	18898016	1369700	978811	0	0	85
3.STS	0	0	0	1131377	2564455	17423215	21119049	19987671	4315700	978800	0	0	84
4.STS	0	0	0	1616253	3663508	24890307	30170070	5229100	1393700	978911	0	0	86
5.STS	0	0	0	1616253	3663508	24890307	30170070	5570100	1539600	1427600	0	0	87
6.STS	0	0	0	1616253	3663508	24890307	30170070	3722000	681	295703	0	0	85
7.STS	0	0	0	1616253	3663508	24890307	30170070	6702900	1512700	1427600	0	0	89
8.STS	0	0	0	1616253	3663508	24890307	30170070	6702900	1512700	1427600	0	0	89
9.STS	0	0	0	1616253	3663508	24890307	30170070	4667400	0	295703	0	0	86
10.STS	0	0	0	1616253	3663508	24890307	30170070	3722000	668	295703	0	0	85
11.STS	0	0	0	1616253	3663508	24890307	30170070	6702900	1512700	1427600	0	0	89
12.STS	0	0	0	1616253	3663508	24890307	30170070	4854800	635	295703	0	0	88
13.STS	0	0	0	1293003	3297157	22401277	27153063	14725203	155093	522925	0	0	82
14.STS	0	0	0	1293003	3297157	22401277	27153063	14725203	155093	522925	0	0	82
15.STS	0	0	0	1293003	2930807	19912246	24136056	20873982	155093	522925	0	0	81
16.STS	0	0	0	1131378	2564456	17423215	21119049	19987671	3483200	636882	0	0	79

Tablo 17. Menemen bağ sulaması aylık toplam arz edilen su miktarı ve buna bağlı ürün verimleri

MENEMEN													
	BAĞ (m^3)												
AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ürün Verimi (%)
Referans	440678	591436	556646	324710	405888	1565568	1716326	357840	143291	449853	1043712	440678	89
1.STS	396610	532293	500981	292239	365299	1409011	1544693	711743	143287	449649	939340	396610	86
2.STS	352542	473149	445317	259768	324710	1252454	1373061	1113984	143194	449950	834969	352542	82
3.STS	308474	414005	389652	227297	284121	1095897	1201428	1177075	446720	449856	730598	308474	79
4.STS	440678	591436	556646	324710	405888	1565568	1716326	308561	145581	449853	1043712	440678	89
5.STS	440678	591436	556646	324710	405888	1565568	1716326	616	352	323	1043712	440678	85
6.STS	440678	591436	556646	324710	405888	1565568	1716326	1681536	1534500	1136486	1043712	440678	100
7.STS	440678	591436	556646	324710	405888	1565568	1716326	355	336	323	1043712	440678	86
8.STS	440678	591436	556646	324710	405888	1565568	1716326	0	1043	323	1043712	440678	85
9.STS	440678	591436	556646	324710	405888	1565568	1716326	1681536	1509768	1136486	1043712	440678	100
10.STS	440678	591436	556646	324710	405888	1565568	1716326	1681536	1509100	1136486	1043712	440678	100
11.STS	440678	591436	556646	324710	405888	1565568	1716326	711	347	323	1043712	440678	87
12.STS	440678	591436	556646	324710	405888	1565568	1716326	1681536	1509100	1136486	1043712	440678	100
13.STS	352542	473149	445317	259768	324710	1095897	1201428	1132	1354506	909189	834969	352542	89
14.STS	352542	473149	445317	259768	324710	1095897	1201428	1233	1354506	909189	834969	352542	89
15.STS	352542	473149	445317	259768	324710	1252454	1373061	680	1354506	909189	834969	352542	90
16.STS	308475	414006	389652	227297	284122	1095897	1201428	1177075	1185193	795540	730540	308475	85

Tablo 18. Menemen mısır sulaması aylık toplam arz edilen su miktarı ve buna bağlı ürün verimleri

MENEMEN													
MISIR (m^3)													
AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ürün Verimi (%)
Referans	0	0	0	25231	201848	2119413	2762807	255040	0	0	0	0	90
1.STS	0	0	0	22708	181664	1907472	2486526	507279	0	0	0	0	81
2.STS	0	0	0	20184	161479	1695531	2210245	793967	0	0	0	0	76
3.STS	0	0	0	17661	141294	1483589	1993965	838934	0	0	0	0	71
4.STS	0	0	0	25231	201848	2119413	2762807	1198478	0	0	0	0	100
5.STS	0	0	0	25231	201848	2119413	2762807	1198478	0	0	0	0	100
6.STS	0	0	0	25231	201848	2119413	2762807	1198478	0	0	0	0	100
7.STS	0	0	0	25231	201848	2119413	2762807	320	0	0	0	0	66
8.STS	0	0	0	25231	201848	2119413	2762807	725	0	0	0	0	68
9.STS	0	0	0	25231	201848	2119413	2762807	196370	0	0	0	0	82
10.STS	0	0	0	25231	201848	2119413	2762807	1198478	0	0	0	0	100
11.STS	0	0	0	25231	201848	2119413	2762807	0	0	0	0	0	62
12.STS	0	0	0	25231	201848	2119413	2762807	501	0	0	0	0	62
13.STS	0	0	0	17661	141294	1695531	2210245	0	0	0	0	0	52
14.STS	0	0	0	20185	161479	1907473	2486527	0	0	0	0	0	57
15.STS	0	0	0	20185	161479	1695531	2210245	0	0	0	0	0	55
16.STS	0	0	0	17661	141294	1483590	1933965	838935	0	0	0	0	51

EK-4: Üretilen elektrik enerjisi

Demirköprü Barajı'nda üretilen elektrik enerjisi, önceki bölümlerde anlatılan işletme algoritmasına göre aşağıdaki gibi olmaktadır.

Tablo 19. Demirköprü Barajı işletmesi

	Aylar	Salınan Su (m^3)	Seviye (m)	1. Türbinden salınan su miktarı (m^3)	2. Türbinden salınan su miktarı (m^3)	3. Türbinden salınan su miktarı (m^3)	Aylık toplam üretilen enerji	Yıllık toplam üretilen enerji (kwh)	Kazanç (TL)
Referans	1	0,0	17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	16649975,8	5394592,2
	2	0,0	19,1	0,0	0,0	0,0	0,0		
	3	0,0	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0		
	4	0,0	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0		
	5	19942274,9	23,0	19942274,9	0,0	0,0	1018179,8		
	6	149864321,8	23,5	51840000,0	51840000,0	46184321,8	7811820,7		
	7	190335045,1	18,1	59616000,0	59616000,0	59616000,0	7192897,3		
	8	23323229,3	11,4	23323229,3	0,0	0,0	591168,5		
	9	4740896,4	1,9	4740896,4	0,0	0,0	19520,8		
	10	3861227,5	1,9	3861227,5	0,0	0,0	16388,8		
	11	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0		
	12	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0		
1.STS	1	0,0	17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	16794523,9	5441425,7
	2	0,0	19,1	0,0	0,0	0,0	0,0		
	3	0,0	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0		
	4	0,0	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0		
	5	17726976,9	23,0	17726976,9	0,0	0,0	905074,8		

Tablo 19. Demirköprü Barajı işletmesi (devam)

	Aylar	Salınan Su (m^3)	Seviye (m)	1. Türbinden salınan su miktarı (m^3)	2. Türbinden salınan su miktarı (m^3)	3. Türbinden salınan su miktarı (m^3)	Aylık toplam üretilen enerji	Yıllık toplam üretilen enerji (kwh)	Kazanç (TL)
1.STS	6	134990490,4	23,5	51840000,0	51840000,0	31310490,4	7059362,1	16794523,9	5441425,7
	7	176784075,7	18,8	59616000,0	59616000,0	57552075,7	7397594,0		
	8	50058262,4	12,3	50058262,4	0,0	0,0	1373114,3		
	9	4740656,0	3,1	4740656,0	0,0	0,0	32464,6		
	10	3860739,5	3,1	3860739,5	0,0	0,0	26914,2		
	11	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0		
	12	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0		
2.STS	1	0,0	17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	16513963,2	5350524,1
	2	0,0	19,1	0,0	0,0	0,0	0,0		
	3	0,0	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0		
	4	0,0	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0		
	5	15511678,9	23,0	15511678,9	0,0	0,0	791969,7		
	6	120116659,1	23,6	51840000,0	51840000,0	16436659,1	6301798,3		
	7	154682691,2	19,5	51840000,0	51840000,0	51002691,2	6716977,6		
	8	89002187,9	13,3	51840000,0	37162187,9	0,0	2621068,0		
	9	4740843,0	4,3	4740843,0	0,0	0,0	45023,2		
	10	3860779,3	4,3	3860779,3	0,0	0,0	37126,4		
	11	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0		
	12	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
3.STS	1	0,0	17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	17190462,4	5569709,8
	2	0,0	19,1	0,0	0,0	0,0	0,0		
	3	0,0	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0		
	4	0,0	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0		

Tablo 19. Demirköprü Barajı işletmesi (devam)

	Aylar	Salınan Su (m^3)	Seviye (m)	1. Türbinden salınan su miktarı (m^3)	2. Türbinden salınan su miktarı (m^3)	3. Türbinden salınan su miktarı (m^3)	Aylık toplam üretilen enerji	Yıllık toplam üretilen enerji (kwh)	Kazanç (TL)
3.STS	5	22157572,9	23,0	22157572,9	0,0	0,0	1131284,8	17190462,4	5569709,8
	6	164738153,1	23,4	59616000,0	51840000,0	53282153,1	8559147,8		
	7	178927475,6	17,3	59616000,0	59616000,0	59616000,0	6892793,5		
	8	25678918,1	10,4	25678918,1	0,0	0,0	595669,3		
	9	4628190,9	0,6	4628190,9	0,0	0,0	6031,1		
	10	3860697,9	0,6	3860697,9	0,0	0,0	5536,0		
	11	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0		
	12	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0		
4.STS	1	0,0	17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	12937947,1	4191894,9
	2	0,0	19,1	0,0	0,0	0,0	0,0		
	3	0,0	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0		
	4	0,0	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0		
	5	18102801,5	23,0	18102801,5	0,0	0,0	924263,0		
	6	102174174,5	23,5	51840000,0	50334174,5	0,0	5340294,0		
	7	96105315,8	20,2	51840000,0	44265315,8	0,0	4305786,9		
	8	60665953,7	14,0	51840000,0	8825953,7	0,0	1893387,0		
	9	30893129,8	5,3	30893129,8	0,0	0,0	364791,0		
	10	9176619,5	5,4	9176619,5	0,0	0,0	109425,2		
	11	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0		
	12	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
13.STS	1	0,0	17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	13129461,7	4253945,6
	2	0,0	19,1	0,0	0,0	0,0	0,0		
	3	0,0	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0		

Tablo 19. Demirköprü Barajı işletmesi (devam)

	Aylar	Salınan Su (m^3)	Seviye (m)	1. Türbinden salınan su miktarı (m^3)	2. Türbinden salınan su miktarı (m^3)	3. Türbinden salınan su miktarı (m^3)	Aylık toplam üretilen enerji	Yıllık toplam üretilen enerji (kwh)	Kazanç (TL)
13.STS	4	0,0	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0	13129461,7	4253945,6
	5	18570260,0	23,0	18570260,0	0,0	0,0	948129,7		
	6	104751640,6	23,5	51840000,0	51840000,0	1071640,6	5471269,9		
	7	98137112,7	20,0	51840000,0	46297112,7	0,0	4370269,3		
	8	60990106,9	13,9	51840000,0	9150106,9	0,0	1882445,7		
	9	31054662,9	5,1	31054662,9	0,0	0,0	352618,6		
	10	9129374,4	5,2	9129374,4	0,0	0,0	104728,5		
	11	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0		
	12	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0		
14.STS	1	0,0	17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	12870595,5	4170072,9
	2	0,0	19,1	0,0	0,0	0,0	0,0		
	3	0,0	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0		
	4	0,0	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0		
	5	17361845,5	23,0	17361845,5	0,0	0,0	886432,5		
	6	99462620,4	23,5	51840000,0	47622620,4	0,0	5204193,0		
	7	95980078,2	20,3	51840000,0	44140078,2	0,0	4329450,8		
	8	61511668,3	14,2	51840000,0	9671668,3	0,0	1943719,7		
	9	31881855,6	5,5	31881855,6	0,0	0,0	392760,3		
	10	9171031,4	5,6	9171031,4	0,0	0,0	114039,1		
	11	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0		
	12	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0		
15.STS	1	0,0	17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	12174561,4	3944557,9
	2	0,0	19,1	0,0	0,0	0,0	0,0		

Tablo 19. Demirköprü Barajı işletmesi (devam)

	Aylar	Salınan Su (m^3)	Seviye (m)	1. Türbinden salınan su miktarı (m^3)	2. Türbinden salınan su miktarı (m^3)	3. Türbinden salınan su miktarı (m^3)	Aylık toplam üretilen enerji	Yıllık toplam üretilen enerji (kwh)	Kazanç (TL)
15.STS	3	0,0	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0	12174561,4	3944557,9
	4	0,0	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0		
	5	15215561,4	23,0	15215561,4	0,0	0,0	776851,1		
	6	90395300,7	23,6	51840000,0	38555300,7	0,0	4744532,3		
	7	90556839,2	20,7	51840000,0	38716839,2	0,0	4173407,9		
	8	59238792,9	14,8	51840000,0	7398792,9	0,0	1945776,1		
	9	29789014,2	6,3	29789014,2	0,0	0,0	415778,3		
	10	8401628,0	6,3	8401628,0	0,0	0,0	118215,9		
	11	0,0	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0		
	12	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
16.STS	1	0,0	17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	12174561,4	3944557,9
	2	0,0	19,1	0,0	0,0	0,0	0,0		
	3	0,0	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0		
	4	0,0	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0		
	5	15215561,4	23,0	15215561,4	0,0	0,0	776851,1		
	6	90395300,7	23,6	51840000,0	38555300,7	0,0	4744532,3		
	7	90556839,2	20,7	51840000,0	38716839,2	0,0	4173407,9		
	8	59238792,9	14,8	51840000,0	7398792,9	0,0	1945776,1		
	9	29789014,2	6,3	29789014,2	0,0	0,0	415778,3		
	10	8401628,0	6,3	8401628,0	0,0	0,0	118215,9		
	11	0,0	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0		
	12	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0		

EK-5: Ekonomik analiz

Verimleri belirlenen ürünlerin ekonomik analizi sonucu brut ve net kazançları aşağıdaki gibidir.

Tablo 20. Brüt kazançlar

		Adala		Ahmetli		Menemen		
		Sol Sahil	Sağ Sahil	Sol Sahil	Sağ Sahil	Sol Sahil	Sağ Sahil	Toplam
Pamuk	Referans	1545529,80	1545529,80	3548945,99	3548945,99	73928407,23	73928407,23	158045766,03
	1.STS	1587971,41	1587971,41	3591779,56	3591786,01	74790088,67	74788523,45	159938120,52
	2.STS	1574453,28	1574453,28	3561433,93	3561440,29	74164487,36	74163881,41	158600149,54
	3.STS	1552302,00	1552302,00	3508529,47	3508533,81	72889929,51	72889246,06	155900842,84
	4.STS	1601113,06	1601113,06	3619495,50	3619500,74	75402846,99	75400735,21	161244804,57
	5.STS	1602681,90	1602681,90	3633957,83	3633956,36	76050763,16	76048519,49	162572560,64
	6.STS	1594170,17	1594170,17	3575477,75	3575451,48	73986675,62	73985172,86	158311118,06
	7.STS	1607898,95	1607898,95	3647704,77	3647704,73	76286598,03	76284352,43	163082157,85
	8.STS	1607898,95	1607898,95	3647704,77	3647704,73	76286598,03	76284352,43	163082157,85
	9.STS	1598532,53	1598532,53	3585241,90	3585215,18	74187618,33	74186879,57	158742020,04
	10.STS	1594170,17	1594170,17	3575476,24	3575451,48	73986673,12	73985172,86	158311114,04
	11.STS	1607898,95	1607898,95	3647704,77	3647704,73	76286598,03	76284352,43	163082157,85
	12.STS	1599388,43	1599388,43	3587147,74	3587147,94	74227513,45	74226050,05	158826636,03
	13.STS	1594923,59	1594923,59	3577022,87	3577022,16	74325894,64	74323901,18	158993688,04
	14.STS	1592858,58	1592858,58	3572406,18	3572406,18	74230843,83	74229396,64	158790769,99
	15.STS	1583551,22	1583551,22	3551492,74	3551492,74	73800201,75	73798329,69	157868619,37
	16.STS	1548956,34	1548956,34	3474070,31	3474070,31	72316756,25	72315350,54	154678160,09

Tablo 20. Brüt kazançlar (devam)

		Adala		Ahmetli		Menemen		
		Sol Sahil	Sağ Sahil	Sol Sahil	Sağ Sahil	Sol Sahil	Sağ Sahil	Toplam
Bağ	Referans	53247380,23	53247380,23	75896288,25	75896288,25	9134114,23	9134114,23	276555565,42
	1.STS	52351653,93	52351653,93	77345992,49	77344756,88	8860593,06	8859968,31	277114618,59
	2.STS	50856868,68	50856868,68	74343904,81	74341846,60	8508114,56	8507094,90	267414698,22
	3.STS	50253694,19	50253694,19	72181734,17	72179785,70	8228673,50	8228192,25	261325774,00
	4.STS	53843068,18	53847058,02	79772626,87	79770985,99	9213783,72	9213188,67	285660711,46
	5.STS	53617733,15	53617733,15	78461856,30	78461206,58	8895001,27	8894759,28	281948289,74
	6.STS	54849731,95	54849731,95	84025725,66	84024919,62	10206958,43	10206594,37	298163661,98
	7.STS	53617609,41	53617486,08	78461724,30	78461053,66	8894968,89	8894739,56	281947581,90
	8.STS	53617154,84	53617153,71	78461398,13	78460642,70	8895182,16	8894643,07	281946174,61
	9.STS	54849731,95	54849731,95	84583104,59	84718163,25	10198094,88	10197642,64	299396469,27
	10.STS	54849731,95	54849731,95	84583104,52	84718163,25	10197977,20	10197614,20	299396323,08
	11.STS	53617803,58	53617803,58	78461942,96	78461293,61	8895009,33	8894767,34	281948620,40
	12.STS	54849731,95	54849731,95	84583104,52	84718163,25	10197977,20	10197614,20	299396323,08
	13.STS	49797436,62	49797436,62	76534472,68	76669011,88	9031646,99	9031637,43	270861642,22
	14.STS	49796581,96	49796581,96	76533416,70	76667955,66	9031528,44	9031518,91	270857583,63
	15.STS	50043088,93	50043088,93	76838210,35	76972749,30	9065737,40	9065727,88	272028602,78
	16.STS	52138059,81	52138059,81	77040286,88	77038739,11	8672277,00	8672277,00	275699699,60
Mısır	Referans	18102390,70	18102390,70	43849280,78	43849320,43	12881264,86	12881066,51	149665713,98
	1.STS	19300850,34	19299666,39	40368580,31	40368580,31	11858946,75	11858946,75	143055570,85
	2.STS	18275317,47	18273684,57	39277655,91	39277655,91	11538183,67	11537612,16	138180109,68
	3.STS	16688141,42	16688141,42	35869672,27	35869672,27	10537317,14	10537317,14	126190261,66
	4.STS	22627988,37	22627988,37	48636843,75	48636843,75	14287887,65	14287887,65	171105439,55
	5.STS	22627988,37	22627988,37	48636843,75	48636843,75	14287887,65	14287887,65	171105439,55

Tablo 20. Brüt kazançlar (devam)

		Adala		Ahmetli		Menemen		
		Sol Sahil	Sağ Sahil	Sol Sahil	Sağ Sahil	Sol Sahil	Sağ Sahil	Toplam
Mısır	6.STS	22627988,37	22627988,37	48636843,75	48636843,75	14287887,65	14287887,65	171105439,55
	7.STS	19800535,59	19800535,59	42559486,02	42559486,04	12502383,29	12502283,38	149724709,90
	8.STS	19801502,12	19801502,12	42561563,51	42561563,59	12502993,24	12502993,24	149732117,84
	9.STS	20262153,59	20262153,59	43551740,53	43551664,43	12793819,24	12793553,20	153215084,58
	10.STS	22627988,37	22627988,37	48636843,75	48636843,75	14287887,65	14287887,65	171105439,55
	11.STS	19799493,26	19799489,83	42557238,28	42557238,28	12501901,69	12501901,69	149717263,03
	12.STS	19800237,10	19800237,10	42558844,53	42558844,47	12502194,82	12502194,82	149722552,84
	13.STS	16179021,58	16179011,69	34775343,28	34775343,28	10215839,67	10215839,67	122340399,17
	14.STS	17876112,88	17876110,81	38423106,56	38423106,56	11287431,24	11287431,24	135173299,31
	15.STS	16405293,64	16405291,57	35261711,72	35261711,72	10358718,55	10358718,55	124051445,74
	16.STS	16688141,42	16688141,42	35869672,27	35869672,27	10537317,14	10537317,14	126190261,66

Tablo 21. Net kazançlar

		Adala		Ahmetli		Menemen		
		Sol Sahil	Sağ Sahil	Sol Sahil	Sağ Sahil	Sol Sahil	Sağ Sahil	Toplam
Pamuk	Referans	228237,16	228237,16	524093,00	524093,00	10917427,49	10917427,49	23339515,29
	1.STS	234504,75	234504,75	530418,47	530419,43	11044676,88	11044445,73	23618970,01
	2.STS	232508,45	232508,45	525937,16	525938,10	10952290,78	10952201,30	23421384,25
	3.STS	229237,25	229237,25	518124,46	518125,10	10764069,59	10763968,66	23022762,31
	4.STS	236445,45	236445,45	534511,44	534512,22	11135166,38	11134854,52	23811935,46
	5.STS	236677,13	236677,13	536647,18	536646,96	11230847,83	11230516,50	24008012,74
	6.STS	235420,16	235420,16	528011,09	528007,21	10926032,31	10925810,39	23378701,33

Tablo 21. Net kazançlar (devam)

		Adala		Ahmetli		Menemen		
		Sol Sahil	Sağ Sahil	Sol Sahil	Sağ Sahil	Sol Sahil	Sağ Sahil	Toplam
Pamuk	7.STS	237447,56	237447,56	538677,27	538677,26	11265674,91	11265343,29	24083267,85
	8.STS	237447,56	237447,56	538677,27	538677,26	11265674,91	11265343,29	24083267,85
	9.STS	236064,37	236064,37	529453,02	529449,07	10955706,66	10955597,57	23442335,07
	10.STS	235420,16	235420,16	528010,87	528007,21	10926031,94	10925810,39	23378700,73
	11.STS	237447,56	237447,56	538677,27	538677,26	11265674,91	11265343,29	24083267,85
	12.STS	236190,77	236190,77	529734,47	529734,50	10961598,20	10961382,09	23454830,79
	13.STS	235531,42	235531,42	528239,27	528239,16	10976126,71	10975832,33	23479500,31
	14.STS	235226,47	235226,47	527557,50	527557,50	10962090,02	10961876,30	23449534,25
	15.STS	233852,00	233852,00	524469,09	524469,09	10898494,66	10898218,20	23313355,03
	16.STS	228743,17	228743,17	513035,68	513035,68	10679425,84	10679218,25	22842201,80
Bağ	Referans	24048453,18	24048453,18	34277523,64	34277523,64	4125298,14	4125298,14	124902549,91
	1.STS	23643910,61	23643910,61	34932262,79	34931704,74	4001766,03	4001483,87	125155038,65
	2.STS	22968811,24	22968811,24	33576410,83	33575481,27	3842573,92	3842113,41	120774201,89
	3.STS	22696395,70	22696395,70	32599895,94	32599015,94	3716368,18	3716150,83	118024222,29
	4.STS	24317487,52	24319289,48	36028219,12	36027478,04	4161279,78	4161011,03	129014764,96
	5.STS	24215718,03	24215718,03	35436227,46	35435934,02	4017306,03	4017196,74	127338100,31
	6.STS	24772133,49	24772133,49	37949073,19	37948709,15	4609833,59	4609669,17	134661552,07
	7.STS	24215662,14	24215606,44	35436167,85	35435864,96	4017291,41	4017187,83	127337780,63
	8.STS	24215456,84	24215456,33	35436020,54	35435679,36	4017387,73	4017144,25	127337145,04
	9.STS	24772133,49	24772133,49	38200805,78	38261803,19	4605830,49	4605626,24	135218332,67
	10.STS	24772133,49	24772133,49	38200805,75	38261803,19	4605777,34	4605613,40	135218266,64
	11.STS	24215749,84	24215749,84	35436266,60	35435973,33	4017309,67	4017200,38	127338249,65
	12.STS	24772133,49	24772133,49	38200805,75	38261803,19	4605777,34	4605613,40	135218266,64

Tablo 21. Net kazançlar (devam)

		Adala		Ahmetli		Menemen		
		Sol Sahil	Sağ Sahil	Sol Sahil	Sağ Sahil	Sol Sahil	Sağ Sahil	Toplam
Bağ	13.STS	22490333,20	22490333,20	34565750,93	34626513,73	4079020,20	4079015,89	122330967,14
	14.STS	22489947,20	22489947,20	34565274,02	34626036,70	4078966,66	4078962,36	122329134,13
	15.STS	22601278,71	22601278,71	34702929,91	34763692,59	4094416,67	4094412,37	122858008,96
	16.STS	23547443,74	23547443,74	34794195,02	34793495,99	3916715,65	3916715,65	124516009,78
Mısır	Referans	3803915,70	3803915,70	9214195,53	9214203,87	2706783,12	2706741,44	31449755,36
	1.STS	4055752,02	4055503,23	8482784,34	8482784,34	2491960,01	2491960,01	30060743,95
	2.STS	3840253,38	3839910,25	8253544,76	8253544,76	2424557,00	2424436,90	29036247,05
	3.STS	3506734,78	3506734,78	7537413,80	7537413,80	2214241,58	2214241,58	26516780,32
	4.STS	4754894,62	4754894,62	10220222,10	10220222,10	3002361,46	3002361,46	35954956,36
	5.STS	4754894,62	4754894,62	10220222,10	10220222,10	3002361,46	3002361,46	35954956,36
	6.STS	4754894,62	4754894,62	10220222,10	10220222,10	3002361,46	3002361,46	35954956,36
	7.STS	4160752,54	4160752,54	8943166,66	8943166,67	2627167,47	2627146,48	31462152,37
	8.STS	4160955,65	4160955,65	8943603,21	8943603,23	2627295,65	2627295,65	31463709,03
	9.STS	4257753,87	4257753,87	9151672,41	9151656,42	2688407,88	2688351,98	32195596,44
	10.STS	4754894,62	4754894,62	10220222,10	10220222,10	3002361,46	3002361,46	35954956,36
	11.STS	4160533,52	4160532,80	8942694,34	8942694,34	2627066,28	2627066,28	31460587,54
	12.STS	4160689,82	4160689,82	8943031,86	8943031,85	2627127,87	2627127,87	31461699,10
	13.STS	3399751,73	3399749,66	7307458,80	7307458,80	2146688,44	2146688,44	25707795,88
	14.STS	3756367,19	3756366,75	8073975,46	8073975,46	2371865,55	2371865,55	28404415,96
	15.STS	3447299,04	3447298,60	7409661,02	7409661,02	2176712,06	2176712,06	26067343,80
	16.STS	3506734,78	3506734,78	7537413,80	7537413,80	2214241,58	2214241,58	26516780,32