T.C
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HAYRABOLU SULAMA ALANINDA SULAMA SUYU GEREKSİNİMİNİN CROPWAT VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) İLE UYDU GÖRÜNTÜLERİ ÜZERİNDE BELİRLENMESİ

GÜLSÜM BAYRAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

YÖNETİCİ: Doç.Dr. Selçuk ALBUT

2006
TEKİRDAĞ

T.C
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HAYRABOLU SULAMA ALANINDA SULAMA SUYU GEREKSİNİMİNİN CROPWAT VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) İLE UYDU GÖRÜNTÜLERİ ÜZERİNDE BELİRLENMESİ

GÜLSÜM BAYRAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Bu Tez 16.06.2006 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Tarafından Kabul Edilmiştir.

Doç.Dr.Selçuk ALBUT (Danışman) Yrd. Doç. Dr.Tolga ERDEM Yrd.Doç. Dr.İlker H. ÇELEN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HAYRABOLU SULAMA ALANINDA SULAMA SUYU GEREKSİNİMİNİN CROPWAT VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) İLE UYDU GÖRÜNTÜLERİ ÜZERİNDE BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Gülsüm BAYRAK

Trakya Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman : Doç.Dr.Selçuk ALBUT
2006, Sayfa : 36

Bu çalışmada, Hayrabolu Sulama alanı için su dengesi hesaplanmıştır. Bu amaçla, ASTER uydu görüntüleri, Cropwat bitki su tüketimi yazılımı ve ILWIS uydu görüntüsü işleme yazılımı kullanılmıştır. Uydu görüntüleri 2000 yılı için bitki türlerinin ve etkili oldukları alanları belirlemede kullanılmıştır. CROPWAT modeli ile bölgenin iklim verilerinden yararlanılarak, bitki su tüketimi değerleri, net sulama suyu miktarı bulunmuş ve uydu görüntülerine işlenmiştir. Bu hesaplamalar yapılırken gerçek yer dataları yardımcı data olarak kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: CROPWAT, ASTER, ILWIS, Su dengesi

ABSTRACT

MSc. Thesis

A STUDY OF SATELLITE IMAGES, GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS) AND CROPWAT MODEL INVESTIGATION OF WATER BALANCE IN HAYRABOLU IRRIGATED AREA

GÜLSÜM BAYRAK

Trakya University
Graduate Scholl of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Construction and Irrigation

Supervisor : Assoc.Prof.Dr.Selçuk ALBUT
2006, Page: 36

In this research, water balance was calculated for Hayrabolu Irrigated Area. ASTER satellite image, CROPWAT (evapotranspration software) and satellite images processing software ILWIS were used. Satellite image was used to determine type and area of cultivated crops for 2000. CROPWAT Model was applied to calculate actual evapotranspration and net irrigation water requirement based on local climatic data and derived crop data on satellite image processing. Grount truth data was used as ancillary data.

Keywords: CROPWAT, ASTER, ILWIS, Water balance

TEŞEKKÜR

Tezin hazırlanmasında, ön hazırlık aşamasından itibaren beni yönlendiren ve tezin ortaya çıkmasında çok büyük desteği ve emeği olan değerli danışmanım Sayın Doç. Dr. Selçuk ALBUT'a, Bölüm Başkanımız Sayın Prof. Dr. Ahmet Nedim YÜKSEL'e, katkılarından dolayı Yrd. Dr. Yeşim ERDEM ve Araş. Gör.Dr. Mehmet ŞENER'e, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'nün tüm öğretim üyesi ve elemanlarına, ayrıca her konuda beni destekleyen ve yalnız bırakmayan aileme teşekkür ederim.

Tekirdağ, 2006 Gülsüm BAYRAK

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜRLER iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ iv
ŞEKİLLER DİZİNİ vi
ÇİZELGELER vii
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI 4
3. MATERYAL VE METOD 7
3.1. Materyal 7
3.1.1. Araştırma Alanın Yeri 7
3.1.2. Jeolojik Durum 7
3.1.3. İklim Özellikleri 7
3.1.4. Toprak ve Topografya Özellikleri 9
3.1.5. Su Kaynakları 10
3.1.6. Drenaj 10
3.1.7. Araştırma Alanının Tarımsal Yapısı 10
3.1.8. ASTER Uydu Görüntüsü 12
3.2. Metod 13
3.2.1. İklim Verilerinin Analizi 13
3.2.2. Su Dengesi 13
3.2.4. Sulama Yönetimi 14
3.2.5. Bitki Sınıflaması İçin GIS ve Uzaktan Algılamanın Uygulanması 17
3.2.6. Toplam Su İhtiyacı 19
3.2.7. Su Dengesi 19
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI 21
4.1. Sulama Yönetimi Sonuçları 21
4.2. Uydu Görüntüsü Sınıflandırma Sonuçları 31

5. SONUÇ VE ÖNERİLER 32
5.1. Cropwat Modeli 32
5.2. Uydu Fotoğrafları 32
5.3. Su Dengesi 32
6. KAYNAKLAR 34
ÖZGEÇMİŞ 37

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Araştırma Alanının Yeri 8
Şekil 3.2. CROPWAT Bilgisayar Paket Programının Kullanım Aşamaları 16
Şekil 4.1. Hayrabolu Sulama Alanına Ait ASTER Uydu Görüntüsünün Unsupervised Metodu ile İşlenmesi 31

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Araştırma Alanına Ait Meteorolojik Veriler 9
Çizelge 3.2. Hayrabolu Sulama Sahası'na Ait Arazi Sınıfları 9
Çizelge 3.3. Hayrabolu Sulama Sahasında Bulunan Ailelerin Arazi Dağılımı ... 11
Çizelge 3.4. Araştırma Alanında Yetiştirilen Ürünlerin Ekiliş Oranları 12
Çizelge 3.5. ASTER Uydu Görüntüsünün Band Özellikleri 12
Çizelge.4.1.Buğday Bitkisi İçin Sulama Zamanı Planlaması 22
Çizelge 4.2.Kuru Fasulye Bitkisi İçin Sulama Zamanı Planlaması 23
Çizelge 4.3.Şeker Pancarı Bitkisi İçin Sulama Zamanı Planlaması 24
Çizelge.4.4.Karpuz Bitkisi İçin Sulama Zamanı Planlaması 25
Çizelge.4.5.Yonca Bitkisi İçin Sulama Zamanı Planlaması 26
Çizelge 4.6. Ayçiçeği Bitkisi İçin Sulama Zamanı Planlaması 27
Çizelge 4.7.Mısır Bitkisi İçin Sulama Zamanı Planlaması 28
Çizelge 4.8. Domates Bitkisi İçin Sulama Zamanı Planlaması 29
Çizelge.4.9. Biber Bitkisi İçin Sulama Zamanı Planlaması 30

1. GİRİŞ

Dünyanın birçok ülkesinde artan nüfus, biyolojik, fiziksel ve kimyasal kirlenmeler, tarımsal üretim işleminin gerçekleştirilmesinde, su kaynaklarının daha etkin kullanma ihtiyacını doğurmaktadır (Şener, 2004).

Türkiye'de tarımsal üretimin çeşitlendirilmesine ve verimliliğin artırılmasına yönelik çabalarda, sulama önemli rol oynamaktadır. Sulama aynı zamanda, kırsal alanda yaşayanların gelirlerinin yükseltilmesini ve ülkenin özellikle az gelişmiş bölgelerinde ekonomik etkinliklerinin artırılması için olanaklar sağlanmaktadır (Beyribey vd., 1997).

Önümüzdeki 20 yılda, birçok ülke su kıtlığı problemi ile karşı karşıya kalacaktır. Kurak veya yarı kurak iklimdeki birçok ülke şu anda tarım, endüstri ve çevresel su ihtiyaçlarını yetersiz su kaynakları ile karşılamaya çalışmaktadır. Dünya nüfusunun 2025 yılında % 30 büyüme göstererek, 8 milyara ulaşması beklenmektedir. Sonuçta, yüksek iletişim, daha fazla küreselleşme, kentselleşme ve yaşam standartlarının yükselmesi beklenmektedir. Bu, tarım, endüstri ve diğer kullanıcılar arasında eşi görülmemiş bir yarışın olacağı anlamını taşımaktadır (Takeshi ve Abdelhadi, 2003).

Su kaynaklarının geliştirilmesi, artan su gereksinimlerini karşılamak amacıyla, ülkelerin önünde duran sürekliliğini koruyan bir sorundur. Su kaynaklarının planlanması, işletilmesi ve bunlara uygun çözümlerin bulunmasında karşılaşılan sorunlar, çoğu zaman yöreseldir (Tülücü,1997). İşte bu bağlamda, Trakya Bölgesi su kaynakları açısından, diğer bölgelerimize göre farklı bir konumda bulunmaktadır.

Trakya Bölgesi Türkiye topraklarının % 3'lük bir kısmını oluşturmasına rağmen ülke nüfusunun yaklaşık % 15'i bu bölgede yaşamaktadır. Bölgede, 1,42 milyon ha tarım arazisi, 0,72 milyon ha orman, 0,13 milyon ha çayır-mera, 0,09 milyon ha diğer ve 0,01 ha milyon su yüzeyi ve yerleşim yeri olmak üzere toplam 2,37 milyon ha toprak varlığına sahiptir. Kullanılabilir su miktarı ise toplam 3,4 milyar m^3'ü civarındadır. Bunun 2,8 milyar m^3'ü yerüstü, 0,4 milyar m^3'ü yeraltı ve 0,2 milyar m^3'ü dış kaynaklardır. Son yıllarda bölgede meydana gelen bilinçsiz şehirleşme, nüfus artışı, göç alımı ve sanayileşme kısıtlı olan toprak ve su kaynaklarının hızlı bir şekilde kirlenmesine ve yok olmasına neden olmaktadır (Konukçu vd., 2004). Dolayısıyla, bölgeye ait su kaynaklarının geliştirilmesi ve etkin kullanıma yönelik bu tür çalışmaların yapılması son derece öneme sahiptir. Su kaynaklarının farklı birimlerin

hizmetine açılması yanında, mevcut tesislerin verimli bir şekilde çalışmasında etkili faktörler dikkatle izlenmelidir.

İnsan, sulama tesisi ve pazar sulama sistemlerinin etkin bir şekilde yararlanılmasında üç temel unsur olarak sıralanmaktadır. Bunlardan insan faktörü, sulama sahasında sulu tarım yapmakta olan çiftçi grubunun çağdaş anlamda organize olması ve eğitimidir. Tesis faktörü, mevcut su ve toprak kaynağının sürdürülebilir bir şekilde kullanılışı geliştirilmesine etki eden ve dengeli bir şekilde çiftçinin kullanımına sunulabilen sulama şebekesi ve suyun organizasyonudur (Sayın vd.,1993).

Bir sulama sistemi teknik ve ekonomik olarak arzu edilen ihtiyaçlara cevap verecek şekilde kurulduktan sonra, sistemin ekonomik ömrü boyunca en rantabl şekilde işletimi, bakımı ve yönetimi önem kazanmaktadır. İşte bu aşamada, sulama şebekelerinin iyi organize olmuş bir izleme ve değerlendirme sistemi altında performans göstergeleri ile sorgulanıp, daha iyi işletimi, bakımı ve yönetilmesi ön plana çıkmaktadır (Beyribey vd., 1997)

Sulama sistemlerinin izleme değerlendirmesinde, bugüne kadar çok sayıda araştırmacı çalışmalar yapmış ve bir çok performans parametresi geliştirmişlerdir. Geliştirilen bu parametreler, dünya üzerinde bir çok sulama sisteminin değerlendirilmesinde kullanılmıştır (Şener, 2004).

Devlet Su İşleri tarafından 1983 yılında kısmen, 1987 yılında da tamamen hizmete açılıp, 1998 yılında Karaidemir Barajı Sulama Sahası Kooperatifine devredilen, Hayrabolu Sulama Sahasının su kullanım ve dağıtım etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmalar sırasında, fiziksel etkinlik, yönetim etkinliği, tarımsal etkinlik, organizasyon, kurumsal yapı ve ekonomik etkinlik ile çevresel etkinlik olmak üzere beş ana başlık altında, sistemin performansı belirlenmeye çalışılmıştır (Şener, 2004).

Bu çalışmanın önemi iki alt başlıkta ele alınabilir. Birincisi, sürdürülebilir bir sulu tarım için mevcut durumda yer üstü su kaynaklarımız ile bu kaynaktan talep edilen su miktarının belirlenmesidir. Bu konuda en büyük problem, bölgede mevcut bitki örtüsünün çok farklı bitki çeşitleri ile oluşmasından dolayı hangi bitkinin ne kadar bir alana ekili olduğu, su ihtiyaçları ile bölgedeki boş araziler doğru olarak belirlenememektedir. Bitki örtüsü, sulama sistemleri içinde dahi yaklaşık olarak belirlenmekte olup, bu çalışma ile sistem dışındaki alanda bulunan meyve ağaçları, bağ ve diğer bitki çeşitleri de belirlenmeye çalışılacaktır.

İkinci olarak, bu verilerin mevcut durumdan çok daha hızlı, kolay ve güvenilirlikte saptanmasıdır. Ayrıca, bu yöntem kullanılarak çok daha az insan işgücü gereksinimi sağlanmaktadır.

Bu araştırmanın ana hedefi aşağıdaki alt hedefler ile Hayrabolu Sulama Sahasını için bir su dengesi geliştirmektir.

- Çalışma alanı için su dengesi elamanlarını saptamak,
  1- Su alanlarının miktarının belirlenmesi,
  2- Mevcut bitkiler tarafından su tüketimini tahmin etmek,
- Arazideki su kaynaklarında mevcut kısıtlamaları tanımlamak,
- Sürdürülebilir bir su kullanımı için mümkün olan çözümlerin tanımlanması ve analizidir.

Ayrıca, bu çalışma ile alanda mevcut su dengesinin durumunu ve optimum kullanım olanakları belirlenecektir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde, yapılan tez çalışma konusu ile ilgili kaynak araştırması yapılmış ve aşağıda verilmiştir.

Su uygulama randımanı, ortalama kök bölgesinde depolanan su miktarının, tarlaya uygulanan su miktarına oranıdır. Su iletim randımanı ise açık veya kapalı bir iletim sistemi ile tarla başına iletilen suyun, kaynaktan saptırılan su miktarına oranı olarak tanımlanır (Delibaş,1994).

Yurtseven ve Orta (1992), iyi bir sulama planlaması ile kullanılan sulama yöntemi ne olursa olsun, sulama randımanının artırılabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca planlamadan beklenen hedefe ulaşabilmek için bitki, yaprak, toprak, arazi, sulama ve drenaj gibi faktörlerin dikkate alınması gerektiğini vurgulamışlardır.

Sulama alanında randıman aldatıcı bir kavramdır. Bunu anlamak için öncelikle su havzasının temel özelliklerini anlamak gerekmektedir. Kapalı ve açık havzalarda randıman artışı, su kirliliğin azaltılması, suyun az miktarda kullanıcılardan çok miktarda kullanıcılara kaydırılması, derine sızma ve buharlaşma kayıplarının azaltılmasıyla sağlanabilir (David, 1996).

Gelişmekte olan ülkelerde verilen suyun ortalama % 30'unu bitkilerin kullandığı kabul edilir. Ayrıca kaynaktan saptırılan suyun % 40'ının tarlaya ulaştığı ve sulama randımanı % 30–40 olduğunu kabul edersek, toplam randıman % 10–20 olarak gerçekleşmektedir (Gorbrecht, 1980).

Tekinel vd. (1989), iyi planlanmış bir sulama şebekesinde yapılan sulamada su iletim randımanın (E_c) % 75, su uygulama randımanın (E_a) ise % 50-60'dan daha büyük olması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Balaban ve Beyribey (1991), Konya-Alakova yeraltı suyu işletmesinde su dağıtım ve kullanım etkinliğini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, beton kaplamalı sulama kanallarında sızma kayıplarını ortalama 2,8 L/s, su uygulama randımanını ise % 48,7 olarak saptamışlardır. Ayrıca Balaban (1970), yaptığı başka bir çalışmada, Tokat ve Konya illerinde kil, killi-tın ve kum yataklarında açılan toprak kanallarda sızma kayıplarını sırasıyla 9,54 L/(s 100 m), 14,2 L/(s 100 m) ve 9,84 L/(s 100 m) olarak saptarken, kaplamalı kanallarda bu değeri 2,15 L/(s 100 m) olarak bildirmiştir.

Bayrak (1991), Samsun yöresinde su uygulama randımanını saptamak amacıyla yaptığı çalışmada, 23 adet test sonucunda, su uygulama randımanının % 35,1 ile % 94,4 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Benli ve Beyribey (1998), Eskişehir Sağ Sahil sulaması için su uygulama randımanını % 65, su iletim randımanını % 92, dağıtım randımanını % 78 ve toplam sulama randımanı % 46,6 olarak saptanmışlardır. Kızıloğlu (2002), Aşağı Pasinler Sulama Projesi için, sulama alanlarında oluşan sızma ve buharlaşma kaybını % 33,7 ve iletim randımanını % 66,3 olarak bildirmiştir.

Şahinler ve Göndoğdu (2002). Bursa Ovası Yeraltı Suyu sulamasında çiftçi sulamaları üzerine yaptığı çalışmada, su uygulama randımanını en yüksek pırasa bitkisi ekili parsel için % 67 olarak belirlerken, en düşük su uygulama randımanını ise patlıcan bitkisi ekili parselde % 48 olarak saptamışlardır. Ayrıca, proje ortalama su uygulama randımanı % 54 olarak verilmiştir.

Şimşek (1992), Niğde-Misli Ovası'nda mevcut uygulamalardaki tarla sulama randımanların, salma ve yağmurlama sulamada sırasıyla, % 37,9 ve % 33,7 olarak saptamıştır. Çok düşük olan bu değerlerin, sulama aralığının kısa, sulama süresinin uzun tutulması sonucu ortaya çıkan su israfından kaynaklanmış olduğunu ifade etmiştir. Bu konu ile ilgili olarak, Şahin (1984), Türkiye'de sulama kanallarındaki su iletimi sırasında çiftlik prizinden sonraki kayıpların dışında, ortalama % 30 oranında fazla su kullanıldığını belirtmiştir.

Hindistan'ın Gujarat bölgesinde yaklaşık 212 000 ha'lık sulama alanında bitki su tüketimi tahmininde ve bitkileri spektral özelliklerini belirlemek amacıyla Uzaktan algılama veri tabanına bağlı bir çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmada Hindistan uzaktan algılama uydusunun Linear İmaging Self scanning –III (LISS-III) ve geniş alan sensörlü (WIFS) kullanılmıştır. Yapılan çalışmada uzaktan algılama tabanlı verilerle su kullanımı yeterlilik ve belirleme çalışmaları yapılmıştır.Su kullanım etkinliği su uygulanan ve vejatasyon indexi çıkarılan alanların birbirleriyle orantısı yardımıyla hesaplanmıştır (Ray vd., 2002).

Danimarka'daki tarımsal alanların Compact Airborne Spectral Imager (CASI)'den elde edilen multispectral uydu verileri yardımıyla bitki örtüsünün fizyolojik durumu varyasyonları ve bitki örtüsünün dağılımını belirlemek amacıyla bir çalışma yapılıştır. Bitki örtüsü durumu ile kızılötesi durumu yardımıyla spectral yansımaları

CASI verileri yardımıyla hesaplanmış ve arazi ölçümleriyle elde dilen bir yeşil yaprak alan indexi ve bitki örtüsü yoğunluğu ile karşılaştırılmıştır. Bitki örneği sayısının fazlalığı, bitki örtüsü tipi yansımalarıyla fenolojik gelişme sürelerindeki farklılık nedeniyle, yaprak alan indexi ve nitrojen konsantrasyonu karşılaştırılamamıştır. Sonuç olarak yapılan çalışmada fotosentetik ışık nitrojen ve su kullanım etkinliklerindeki spatial varyasyonlar olduğu gözlenmiştir (Boegh vd., 2002).

Sulama planlamasındaki su kayıpları, su kullanım dengesi, yüzey akış tahminleri, meteorolojik veriler yardımıyla bitki su tüketimi belirlenmeye çalışılmıştır. Hesaplamalarda enerji-denge eşitliğine dayalı oransal model olan SEBAL modeli kullanılmıştır. İspanyada yapılan bu çalışmada Guadalgivir Vadisi'nde yapılan çalışmada Landsat-TM5 uydu görüntüsü ve meteorolojik veriler kullanılmıştır. Bitki su tüketiminin önceden belirlenmesinde bitki, toprak ve sayısal eğilimli model haritalar yardımıyla bazı parametreler belirlenmiştir (Medina vd., 1998).

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma alanın yeri

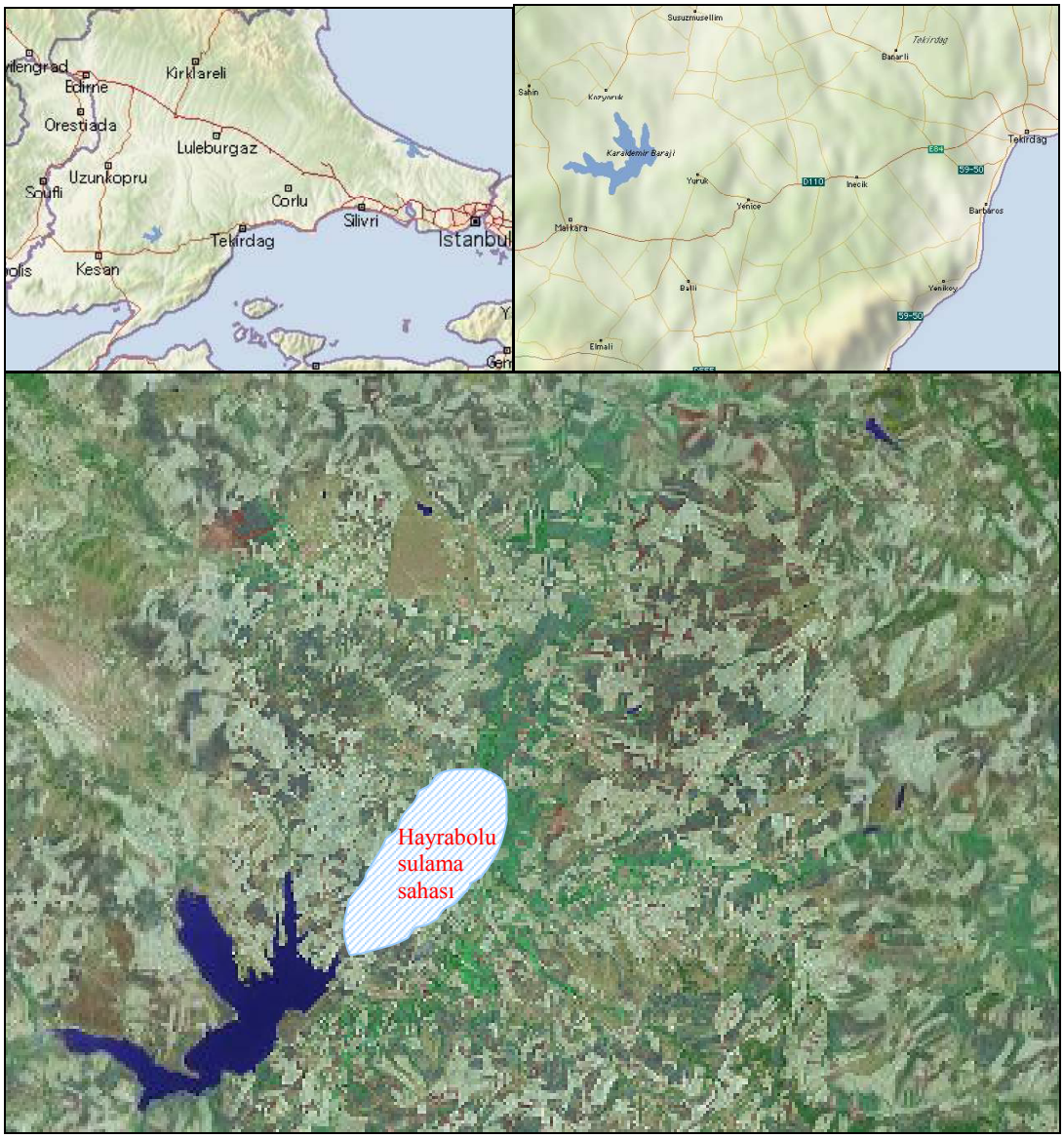
Araştırma alanı, Trakya Bölgesinde Ergene Havzası içerisinde, 40° 50′–41° 20′ Doğu Boylamları ile 27° 00′–27° 12′ Kuzey Enlemleri arasında yer almaktadır. Sulama alanının deniz seviyesinden yüksekliği ortalama 105 m'dir. Asıl su kaynağı Hayrabolu Deresi olup, sulama şebekesi ismini bu dereden almaktadır. Karaidemir Barajı'nda depolanan su, Kuzey-Güney yönünde 61 km, Doğu-Batı yönünde ise 8,75 km uzunluğunda, 8000 ha'lık bir arazinin sulamasında kullanılmaktadır. Proje sahası Kurtdere, Tatarlı, Evrenbey, Hacısungur, Yörgüç, Umurbey, Susuzmüsellim, Canhıdır, Delibedir, Hacılı, Soylu, İbribey, Karamurat, Kırıkali olmak üzere 14 köyü içerisine alırken, kuzey bölgesinde Hayrabolu ilçesi ile sınırlanmaktadır. Araştırma alanının konumu Şekil 3.12'de gösterilmiştir.

3.1.2. Jeolojik durum

Proje sahasında miosen formasyonlarının az eğimli (% 3–12) kumtaşı-kiltaşı tabakaları ile bazalt-volkanik tüf-aglomera ve breşleri ile pliosen formasyonları görülmektedir. Güney Trakya'da volkanikler, Doğu-Batı istikametinde bulunan bir dislokasyon üzerinde gelişmiştir. Kiltaşı, silttaşı, kumtaşı (miosen) denizel ve kömürlü miosene ait seriler göl sahasında temel kayayı teşkil etmektedirler. Göl alanının sol sahili kalın bir pliosenle kaplıdır. Pliosenin altında miosenin kiltaşı-kumtaşı serileri yer almaktadır (Anonim,1969).

3.1.3. İklim özellikleri

Tekirdağ ili, Marmara Denizi'ne kıyısı olması nedeniyle, kıyı şeridi boyunca Karadeniz-Akdeniz iklimi etkisi altındadır. İç kesimler ise karasal iklime sahip olup, kış mevsimi soğuk ve yağışlı, yaz mevsimi ise sıcak ve çok az yağış almaktadır. Çizelge 3.1'de bölgeye ait çok yıllık meteorolojik veriler sunulmuştur (Anonim, 1974). Araştırma alanında yıllık ortalama sıcaklık 13,8° C'dir. Çok yıllık ortalamalara göre, yörenin en soğuk ayı 4,5° C ile Ocak ve en sıcak ayı ise 23,3° C ile Temmuz ayıdır.



Şekil 3.1. Araştırma Alanının Yeri.

Yıllık yağışın tamamına yakını yağmur şeklinde olup ortalama 575,4 mm'dir. Ayrıca, bu yağış yıl içerisinde homojen bir dağılıma sahip olmayıp, büyük bir kısmı Ekim ile Şubat ayları arasında olmaktadır. Yıllık ortalama bağıl nem % 76, yıllık toplam buharlaşma miktarı 877,2 mm'dir ve 2 m yükseklikteki rüzgar hızı 3,1 m/s'dir.

Çizelge 3.1. Araştırma Alanına Ait Meteorolojik Veriler.

Aylar	En Düşük Sıcaklık (°C)	En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Nispi Nem (%)	Rüzgar Hızı (m/s)	Ortalama Yağış (mm)	Güneşlenme Süresi (h/gün)
Ocak	-13,5	18,9	2,7	81	3,80	71,8	3
Şubat	-13,3	22,2	4,5	79	3,50	57,7	4,1
Mart	-9,0	28,1	9,6	77	3,31	56	4,5
Nisan	-1,0	34,3	16,7	74	2,60	43,1	6,1
Mayıs	2,7	33,8	18,3	74	2,30	35,7	7,9
Haziran	9,2	34	21,6	70	2,51	37,5	9,2
Temmuz	12,6	37,6	25,1	66	2,91	19,2	9,9
Ağustos	11,0	37,2	24,1	66	3,10	9,2	9,2
Eylül	3,7	34	18,9	71	3,10	29,8	7,6
Ekim	-0,2	29,5	14,7	76	3,19	52,2	5,1
Kasım	-6,9	27,9	10,5	81	3,10	82,6	3,4
Aralık	-10,9	21,6	5,4	82	3,59	95,8	2,5

Kaynak: Anonim, 1974.

3.1.4. Toprak ve topografya özellikleri

Sulama sahası, vadi boyunca alüvyon, yamaçlarda ise miosen ve pliosen teşekküllüdür. Toprakların bünyeleri çok ağırdan çok hafife kadar değişmektedir. Üst topraklarda kireçler yıkanmasına rağmen alt horizonlarda ise yeteri kadar kireç bulunmaktadır. Araştırma alanında genel olarak tuzluluk problemi yoktur. Topraklar genel olarak nötr durumdadır. Çizelge 3.2'de Hayrabolu Sulama Proje Alanı'ndaki arazi sınıfları verilmiştir (Anonim, 1969).

Araştırma sahası taban ve yamaç arazilerden ibarettir. Genel olarak meyil taban arazilerde dere istikametinde % 0 - % 1, yamaç arazilerde ise akarsu vadilerine doğru ve % 2 - % 10 arasında değişmektedir.

Çizelge 3.2. Hayrabolu Sulama Sahası'na Ait Arazi Sınıfları.

Arazi Sınıfı	**Taban Arazi (ha)**	**Yamaç Arazi (ha)**	**Toplam (ha)**
1. Sınıf	192	267	459
2. Sınıf	8,638	4,867	13,505
3. Sınıf	3,141	2,747	5,888
5. Sınıf	2,269	180	2,449
6. Sınıf	6	7,662	7,668
Toplam	14,246	15,723	29,969

Kaynak: Anonim, 1969.

Araştırma sahası dağlarla çevrilidir. Kuzeyde yükseklikleri 250–300 m civarında oldukça düzensiz olan dağlar, güneyde yerlerini 100–150 m yüksekliğinde sarp olmayan çıplak görünüşlü sırtlara bırakırlar.

Proje sahasının en önemli ovası, Hayrabolu Deresi ve kollarını ittiği vadiden taban arazilerdir. 28 000 ha genişliğindeki ova güney batıda Karaidemir baraj aksından, Güneyde Dedecik baraj aksından ve Güneydoğuda İnecik baraj aksından başlar ve düzgün bir eğimle kuzeye ergene nehrine doğru uzanır.

3.1.5. Su kaynakları

Proje sahasının başlıca yerüstü su kaynağı Karaidemir (Poğaça Deresi) ve onun kollarıdır. 403 km^2 alanı drene eden, Poğoça Deresi'nin baraj yerinden itibaren ortalama uzunluğu 33,320 km'dir.

Belli başlı kolları: Uzunluğu 8,3 km olan Kuzguncuk Ayazması'nda doğan Çengelköprü Deresi, Dolukoy Çatağı'ndan çıkan uzunluğu 13,2 km olan Pirinççeşme Köyü Deresi, Sarıyar Köyü yakınından doğan ve uzunluğu 8,7 km olan taşlıdere ile Kürtüllü Köy yakınından doğan ve uzunluğu 11,8 km uzunluğundaki Kürtüllü Deresi'dir. Proje sahasına su sağlayacak olan Karaidemir Barajı'nın toplam depolama hacmi 111,6 x 10^6 m^3 olup sulama için aktif hacim 107,76 x 10^6 m^3'dür (Anonim,1969).

3.1.6. Drenaj

Proje sahasında drenaj etüdü yapılmamış olup, arazi sınıfı etüdü esnasında edinilen bilgilere göre, yamaç arazilerin yüzey drenajı iyi durumdadır. Yamaç arazilerinin tamamına yakın bir kısmında drenaj problemi tespit edilmemiştir. Yalnızca 304 ha arazide 90–110 cm arasında taban suyu bulunmuştur. Taban arazilerde ise mevcut derelerin yatağı, yağış sularını tahliye etmeye yetersiz olup, sahanın yüzey drenajını sağlayamamaktadır. Toprak altı drenajı bakımından, taban arazilerin büyük bir kısmı iyi durumda olup, yalnızca 793 ha arazide 120–150 cm, 562 ha arazide de 90–110 cm arasında drenaj yönünden problemli arazi tespit edilmiştir. (Anonim, 1969).

3.1.7. Araştırma alanının tarımsal yapısı

Araştırma alanında ailelerin mülk arazi genişliklerine göre dağılımı Çizelge 3.3 de verilmiştir. Araştırma alanındaki ailelerin yaklaşık % 50'si 20 da'dan daha küçük

alana sahipken, sadece % 2,3'lük bir kısım 200 da'dan daha büyük bir arazi varlığına sahiptir. Bu durum neticesinde, tarımla uğraşan aileler genellikle ortakçılık sistemiyle arazileri kiralayarak tarım yapmaktadırlar.

Çizelge 3.3. Hayrabolu Sulama Sahasında bulunan ailelerin arazi dağılımı

Arazi Genişliği (da)	**Bu Genişlikte Araziye Sahip Aile Dağılımı (%)**
1–20	47,3
21–50	32,8
51–100	11,8
101–150	3,7
151–200	2,2
201–500	1,7
501–1000	0,5
TOPLAM	100

Kaynak: Anonim, 1969.

Çizelge 3.4'de, DSİ tarafından projeleme yapılmadan önce ve projeleme sonrasında araştırma sahasında yetiştirilmesi beklenen bitkilerin ekim alanları ve ekiliş yüzdeleri verilmiştir (Anonim, 1969).

Çizelgeden de görüldüğü gibi, DSİ tarafından yapılan projeleme sonrasında su tüketimi yüksek bitkiler olan çeltik ve şekerpancarı bitkilerinin ekim alanlarının 421 ha'dan sırasıyla 1544 ve 1930 ha'ya çıkarılması düşünülmüştür. Böylece, yüksek gelir sağlayan bitkilerin ekim alanları arttırılarak, çiftçi refah düzeyinin yükselmesi hedeflenmiştir. Bu bitkilerin ekim alanları, mevcut durumda 570 ve 410 ha olarak gerçekleşmiş olup istenilen değerlere ulaşılamadığı görülmektedir.

Çizelge 3.4. Araştırma Alanında Yetiştirilen Ürünlerin Ekiliş Oranları.

Ürün Cinsi	**Projesiz Koşulda**		**Projeli Koşulda**	
	(%)	**(ha)**	**(%)**	**(ha)**
Hububat	20	1686	18	1390
Bostan	30	2529	2	154
Şeker Pancarı	5	421	25	1930
Ayçiçeği	30	2529	15	1158
Mısır	-	-	4	309
Çeltik	5	421	20	1544
Sebze	-	-	4	309
Patates	-	-	5	386
Yem Bitkisi	-	-	5	386
Kavak	-	-	2	154
Nadas	10	843	-	-
TOPLAM	100	8429	100	7720

3.1.8. ASTER uydu görüntüsü

Aster (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection) modülü sayesinde, dünyanın yüksek çözünürlüklü (15 m/pikselden 90 m/piksele kadar) ve 14 banttan (VNIR-SWIR-TIR) oluşan görüntüleri elde edilebilmektedir (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5. ASTER uydu görüntüsünün band özellikleri (www.nik.com.tr).

Altsistem	Band No.	Spektral Menzil (μm)	Uzaysal Resolasyon (m)	Radyometrik Resolasyon
VNIR	1	0.54-0.60	15	8 Bit
	2	0.63-0.69		
	3N	0.78-0.86		
	3B	0.78-0.86		
SWIR	4	1.60-1.70	30	8 Bit
	5	2.145-2.185		
	6	2.185-2.225		
	7	2.235-2.285		
	8	2.295-2.365		
	9	2.360-2.430		
TIR	10	8.125-8.475	90	12 Bit
	11	8.475-8.825		
	12	8.925-9.275		
	13	10.25-10.95		
	14	10.95-11.65		

Bilimadamları ASTER verilerini, arazi yüzeyi sıcaklık, reflektans, parlaklık değişim oranı (emissivity) ve yükseklik haritalarını çıkarmak için kullanmaktadırlar.

ASTER, Terra platformu üzerindeki tek yüksek resolasyonlu uzaysal (spatial)

aygıttır. Aster modülü, değişiklik tespiti (change detection), kalibrasyon/geçerlilik ve yeryüzü çalışmalarında diğer Terra aygıtları için yakınlaştırıcı lens (zoom lens) olarak hizmet etmesi yönünden önemli bir aygıttır. Aster modülü her yörünge dönüşü boyunca ortalama 8 dakikalık veri toplayabilmektedir.

ASTER aygıtı, Ekonomi-Ticaret ve Endüstri Bakanlığı tarafından Japonya'da yapılmıştır. Veri geçerliliği, kalibrasyon ve aygıt dizaynından ortak bir Amerikan-Japon Bilim Grubu sorumludur (www.nik.com.tr).

3.2. Metod

3.2.1. İklim verilerin analizi

İklim verileri, Cropwat bilgisayar modeli ve su bütçesi girdisi için veri hazırlamada kullanılmıştır. Bu aşamada;

- Meteorolojik, boşaltım gibi gerekli dataların toplanması,
- Sulama alanının haritasını oluşturmak için ERMAPPER programı kullanarak GIS ortamında enterpolasyon kullanarak dağılmış dataların nokta dataya çevrilmesi. işlemleri gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Su dengesi

Su dengesi basit fakat gerçek miktarı hesaplamada daha zordur. Su bütçesini karakterize etmek detaya dayanmaktadır. Çoğu su bütçesi özellikle aküfer ve yeraltı ve yerüstünün kombine olduğu çalışmalarda uzun dönem ortalamasına dayanmaktadır. Yüzeysel su kaynağına sahip sistemler için su dengesi sık sık özel su yıllarında, bu yıllarda su kaynağına büyük strese yaşanmıştır, geliştirilmiştir (Yarahmadi, 2003).

Su bütçesi için en temel eşitlik hidrolik su döngüsüne dayanmaktadır.

$$P=I+ET+R \qquad (3.1)$$

Eşitlikte,

P : Tüm formasyonlarda yağışı (mm)

I : Toprağa infiltre olan ve yeraltı suyuna akan su kısmını (mm)

R : Yüzey akışını ifade eder (mm)

ET : Referans bitki su tüketimi (mm/gün)

3.2.4. Sulama yönetimi

Araştırma alanında yetiştirilen bitkilerin su tüketim değerleri, referans bitki su tüketimleri hesaplandıktan sonra, üretimi yapılan bitkilere ait k_c değerleri ile düzeltilerek hesaplanmıştır (Doorenbos ve Pruitt, 1977);

$$ET = k_c \cdot ET_o \quad (3.2)$$

Eşitlikte;

ET : Bitki su tüketimi (mm/gün)

k_c : Bitki katsayısı

ET_o : Referans bitki su tüketimi (mm/gün)'dür.

Referans bitki su tüketim değerleri Penman-Monteith yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Penman-Monteith yönteminde kullanılan eşitlikler aşağıda verilmiştir.

$$ET_o = \frac{\delta}{\delta + \gamma^*}\left(R_n - G\right)^* \frac{1}{\lambda} + \frac{\gamma}{\delta + \gamma^*} * \frac{900}{T + 275} * u_2 * \left(e_a - e_d\right) \quad (3.3)$$

$$\delta = \frac{4098^* e_a}{\left(T + 237.3\right)^2} \quad (3.4)$$

$$\lambda = 2{,}501 - (2{,}36 \times 10^{-3})T \quad (3.5)$$

$$\gamma = 0{,}0016286 \ \frac{P}{\lambda} \quad (3.6)$$

$$\gamma^* = \gamma\,(1+0{,}34u_2) \quad (3.7)$$

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \quad (3.8)$$

$$R_{ns} = 0{,}75\ Rs \quad (3.9)$$

$$R_{nl} = 2{,}451\ f(T)\ f(e_d)\ \frac{n}{N} \quad (3.10)$$

$$R_s = (0{,}25 + 0{,}50\ \frac{n}{N}\ )\ R_a \quad (3.11)$$

$$e_a = e_d\ \frac{RH}{100} \quad (3.12)$$

$$u_2 = u_z\left(\frac{2}{z}\right)^{0.2} \quad (3.13)$$

Eşitliklerde;

ET_o : Referans bitki su tüketimi (mm/gün),

δ : Buhar basıncı eğrisinin eğimi (kP_a /°C),

γ^* : Modifiye, psikometrik sabite (kP_a /°C),

γ : Psikometrik sabite (kP_a /°C),

P : Atmosfer basıncı (kP_a),

R_n : Bitki Yüzeyindeki net radyasyon (MJ/m^2/gün),

R_a : Atmosferin dış yüzeyine ulaşan radyasyon (MJ/m^2/gün),

R_s : Yeryüzüne ulaşan kısa dalgalı radyasyon (MJ/m^2/gün),

R_{ns} : Kısa dalgalı net radyasyon (MJ/m^2/gün),

R_{nl} : Uzun net radyasyon (MJ/m^2/gün),

F(T) : Sıcaklık Fonksiyonu,

T : Sıcaklık (°C),

$f(e_d)$: Buhar basıncı fonksiyonu,

e_a : Ortalama hava sıcaklığındaki gerçek buhar basıcı (kPa),

e_d : Ortalama hava sıcaklığındaki doygun buhar basıcı (kPa),

$f(\frac{n}{N})$: Güneşlenme oranı fonksiyonu,

n : güneşlenme süresi (h),

N : Olası maksimum güneşlenme süresi (h),

G : Topraktaki ısı akımı (MJ/m^2/gün),

λ : Buharlaşma gizli ısısı (MJ/kg)

u_2 : 2m yükseklikteki ölçülmüş rüzgar hızı (m/s)

u_z : Z m yükseklikteki ölçülmüş rüzgar hızı (m/s)

Z : Rüzgar hızının ölçüldüğü yükseklik (m/s)

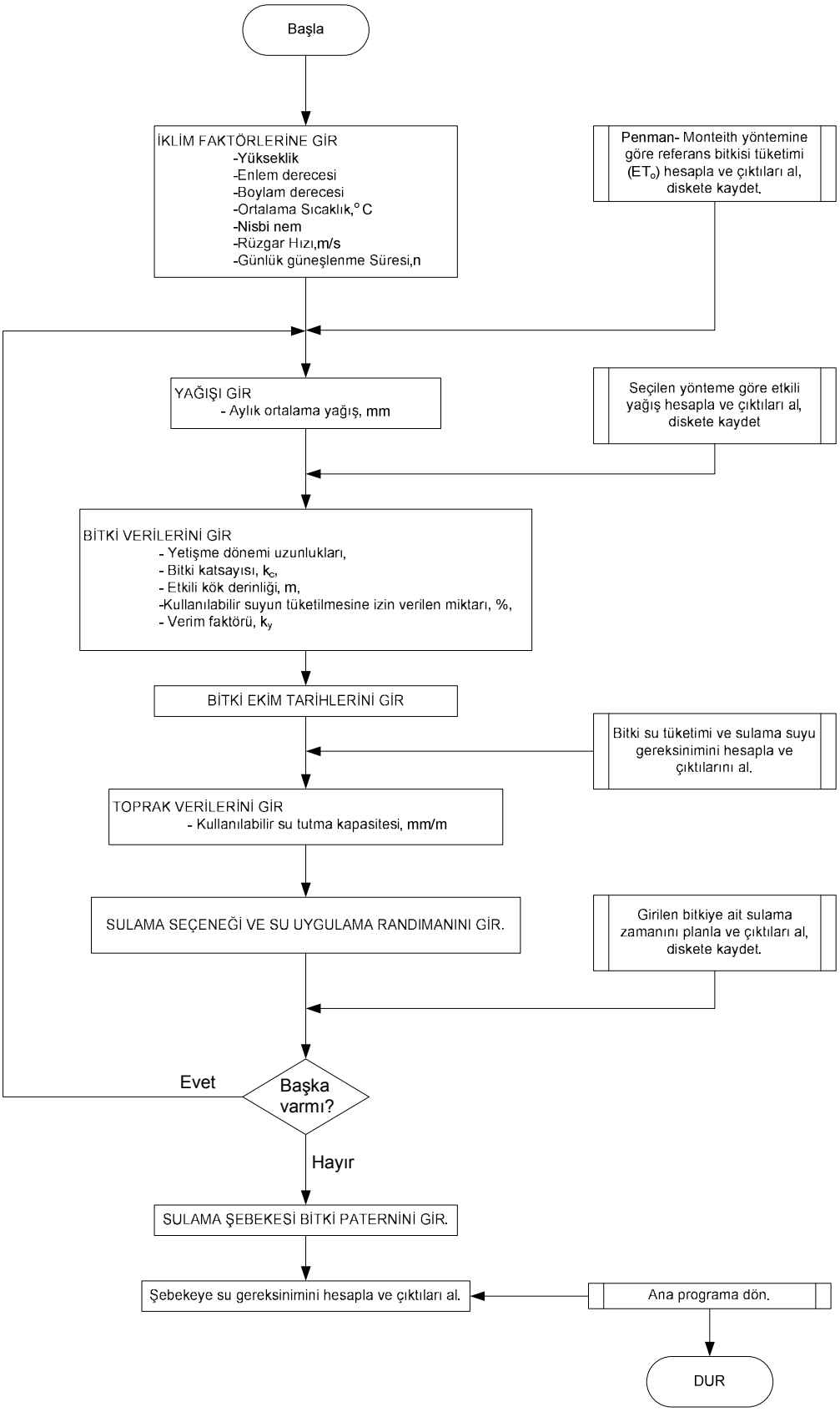
RH : Ortalama bağıl nem

değerlerini göstermektedir.

Bu eşitliklerdeki bazı parametreler Smith (1991)'de çizelge ve grafiklerden doğrudan alınmıştır.

Sulama zamanının belirlenmesinde FAO tarafından geliştirilen CROPWAT bilgisayar paket programı kullanılmıştır. Şekil 3.'de CROPWAT bilgisayar paket programının kullanımındaki aşamalar gösterilmiştir.

Hesaplamalarda sulama mevsimi başlangıcında topraktaki nem değerinin tarla kapasitesinde olduğu ve her sulamada mevcut nemin tarla kapasitesine yükseltilebileceği yaklaşımı esas alınmıştır.



Şekil 3.2. CROPWAT Bilgisayar Paket Programının Kullanım Aşamaları.

Çeltik bitkisi, çoğu Avrupa ve Asya Ülkelerinde ekim alanının % 10-15'lik bir kısmında fide olarak yetiştirilmekte ve yaklaşık 10–15 günlük bir toprak hazırlama devresinden sonra tarla parseline dikilmektedir. Ülkemizde ise çeltik bitkisi tarla parsellerine tohum olarak ekilmektedir. Ülkeler arasındaki çeltik yetiştirme kültüründeki bu farklılıklar nedeniyle, bitki gelişme periyotlarındaki su ihtiyaçları değişiklik göstermektedir. Bu yüzden, çeltik bitkisinin su ihtiyacı CROPWAT bilgisayar programı yerine, Raes vd. (1996)'da verildiği gibi aşağıdaki eşitlikte hesaplanmıştır.

$$SS=ET+PER+HEAD+SAT+ER \quad (3.14)$$

Eşitlikte;

SS : Sulama suyu ihtiyacı (mm)

ET : Penman Monteith yöntemine göre bitki su tüketimi (mm),

PER : Sızma kayıpları (mm),

HEAD : Sulama sırasında toprak yüzeyi üzerindeki su yüksekliği (mm),

SAT : Üst toprak yüzeyini sature etmek için gerekli su miktarı (mm),

ER : Etkili yağış (mm)'tır.

3.2.5. Bitki sınıflaması için CBS ve uzaktan algılamanın uygulanması

Genelde sınıflama, benzer objelerin gruplandırılması, benzemeyenlerin ayrılmasıdır. Sınıflama, spektral değişkenlerin istatistiki analizlerine dayanan fotoğrafın nicel yorumlaması ile yapılabilir. Sınırlı sayıda ayrı sınıfların her bir pikseli sınıflandırılmış ve bu amaç için kullanılan istatistiki algoritimler, "istatistiki desen tanıması" olarak adlandırılmıştır. Bu prosedürler sınıflandırma işlemleri içinde toplanabilir (Molina, 1992). Bu araştırmadaki vurgu, istatistiki desen tanımı yaklaşımındadır.

Bu araştırmada, resimler ileri katlı uzay termal emisyonu ASTER ve yansıma radyometre uydu görüntüleri kullanılarak karmaşık bitki sınıflandırılması işlemine tutulmaktadır. Bu, bitki tipini ve bitki ekiliş alanını belirlemek için yapılmıştır.

Görüntü sınıflandırılması aşağıdaki adımlarda yapılmıştır.

- Görüntü işleme,

- Görüntü sınıflandırma,
- Doğruluk değerlendirmesi,
- Son bitki haritasının derlemesi,

Görüntü ilk işlemi, yukarıda bahsedildiği gibi, bu projede ileri uzay katmanı termal emisyon ve yansıma radyometre (Aster) görüntüleri kullanıldı. Aster, ile dünya gözlemleme sisteminin NASA uzay aracında 1999 da fırlatılan stereo uzun iz bırakan, yüksek uzaysal çözünürlük ve çoklu spektral fotoğraflar sağlamaktadır (Abrams, 2000). Aster 3 farklı alt sistem içermektedir. Görülebilen ve yakın infrared, kısa dalga infrared ve termal infrared. (Zhixin, 2002).

Başarılı bir bitki tanımlaması genellikle çoklu zamanlı fotoğraflar gerektirir. Aster fotoğrafının 3 bandı topoğrafik harita gibi yardımcı datalar ve güvenilir coğrafik referanslar ile mevcut uydu fotoğrafları (Landsat TM) ile geo referanslanmıştır. Renk kompoziti (RGB) Aster fotoğraflarının normalde vejetasyon analizi için kullanılan 3.2 ve 1 (piksel boyutu 15 m) bandları kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca, yardımcı bir band olarak normalleştirilmiş farklı vejetasyon indeksi (NDVI) sınıflandırmanın doğruluğunu arttırmak için uygulandı. Bu işlem Aster fotoğrafında aşağıdaki formülle yapılmıştır.

NDVI=(band3-bnad2)(band3+band 2) (3.14)

Eşitlikte;

NDVI : Normalleştirilmiş diferansiyel vejetasyon indeksi

band3 : Yakın infrared (0,76-0,86 μm)

band2 : Görülebilir ışın,red(0,63-0,69 μm)

Görüntü sınıflandırması, spektral bilgi elde etmede, supervised ve unsupervised olmak üzere iki yaklaşım vardır. (Richards, 1986).

Bu araştırmada, anılan iki metottan unsupervised sınıflandırma kullanılmıştır. Sonuç haritası, çalışma alanında mevcut olan kaç tane ayrı sınıfın olduğu konusunda bir fikir vermiş ve bu bilgi unsupervised sınıflandırma için eğitim setinin seçiminde kullanılmıştır. Elde edilen görüntü ile aynı zamanda Hayrabolu Sulama Sahası için, bitki haritasının çıkarılmasında yararlanılmıştır. Sonuçta, unsupervised metodu kullanılarak, Hayrabolu Sulama Sahası için 9 bitki sınıfı belirlenmiştir.

3.2.6. Toplam su ihtiyacı

Su bütçesini hesaplamak için, toplam sulama suyu ihtiyacı, gerekmektedir. Bunun için, seçili periyotta net sulama ihtiyacı değerleri, bitki ekiliş alanlar ile çarpılarak belirlenmiştir. Tüm bitkilerin toplam su ihtiyaçlarının toplanması ile bölge için gerekli toplam su ihtiyacı çıkarılmaktadır.

3.2.7. Su dengesi

Bir su dengesi, belirli bir periyot boyunca giren ve çıkan 3 D boyutlu tüm su hacimlerinin muhasebesinin yapılmasıdır. İçsel su depolama değişiklikleri de dikkate alınmalıdır. Bir su dengesinin mekansal ve zamansal sınırları bir su dengesini tartışmak ve hesaplamak için açıkça tanımlanmalıdır. Komple bir su dengesi sadece sulama suyu yada yağmur suyu ile sınırlı olmayıp mekansal sınırlardaki giren ve çıkan tüm suyu içermektedir.

Net sulama suyu ihtiyacı bütün büyüme periyodu boyunca potansiyel bitki su tüketimi ile efektif yağış arasındaki farkı karşılama için gerekli su miktarı olarak tanımlanmaktadır.

Verilen bir periyotta ilk bitki su dengesi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Faures vd., 2002).

$$IWR = kc*ETo-P \quad (3.15)$$

Eşitlikte:

IWR : Bitki su ihtiyacının karşılama için gerekli net sulama suyu ihtiyacı (mm),

Kc : Bitki büyüme ve bitki tipi ile değişen bitki katsayısı,

Eto : Bitki faktörlerine bağlı referans bitki su tüketimi (mm/gün)

P : Yağışı ifade etmektedir (mm).

Çalışma alanında farklı yetiştirilen bitkiler için IWR hesaplanmıştır. Sulama alanında su dengesi modelinin iki temel elamanı eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır,

$$\Delta S = (P+SWin+GWin)-(ETa+SWout+GWout)$$

Eşitlikte:

ΔS : Su depolama değişim

P : Toplam yağış

Swin : Yüzey suyunun girdisi

Gwin : Yeraltı suyundan çekilen miktar

Eta : Gerçek bitki su tüketimi

Swout : Sistemden çıkan yüzey suyu

Gwout : Sistemden çıkan yeraltı suyu

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

4.1. Sulama Yönetimi Sonuçları

Bu bölümde, CROPWAT bilgisayar programı kullanılarak, proje alanında yetiştirilen buğday, kuru fasulye, şekerpancarı, karpuz, yonca, ayçiçeği, mısır, domates ve biber bitkilerine ait sulama zamanı planlaması yapılarak, bu bitkilere ait net sulama suyu ihtiyaçları ile sulama aralıkları belirlenmiştir (Çizelge 4.1 – 4.9).

Yapılan programlamada en fazla sulama sayısı biber bitkisinde 18 kez ve en az sulama sayısı ise buğday, bitkisine ait olup, 3 kezdir. Ayrıca, kuru fasulye bitkisi 6, şekerpancarı 6, karpuz 6, yonca 6, ayçiçeği 4, mısır 6 ve domates için 13 kez sulama önerilmiştir.

Çizelge 4.1. Buğday bitkisi için sulama zamanı planlaması

Bitki cinsi	: Buğday	Toprak	: Ağır Bünyeli
Meteorolojik istasyonu	: Tekirdağ	Kullanılabilir su tutma kapasitesi	: 220 mm/m
Ekim Tarihi	: 1 Kasım	Başlangıç toprak nem miktarı	: 220 mm/m
Su uyg.randımanı	: % 60		

Sulama seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu)

Sulama no	Sulama aralığı	Sulama tarihi	Yetiştirme devresi	Tüketilen su miktarı (TAM'ın %'si)	Gerçek ET hızı (ET_o'ın yüzdesi)	Ortalama gerçek ET (%)	Uygulanan net su miktarı (mm)	Su açığı (mm)	Su fazlası (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış modülü (L/s/ha)
1	149	30 Mart	B	60	100	100	139,8	0,0	0,0	225.,5	0,00
2	30	29 Nisan	B	60	100	100	153,4	0,0	0,0	247,4	0,08
3	25	24 Mayıs	C	60	100	100	154,9	0,0	0,0	249,8	0,08

Toplam brüt sulama suyu miktarı	:746,8	Toplam yağış	: 449,8 mm
Toplam net sulama suyu miktarı	: 448,1	Etkili yağış	: 353,9 mm
Toplam sulama suyu kaybı	: 0,0	Yağış kaybı	: 95,9
		Yağış etkinliği	: %78,6

Çizelge 4.2. Kuru fasulye bitkisi için sulama zamanı planlaması

Bitki cinsi : Kuru fasulye
Meteorolojik istasyonu : Tekirdağ
Ekim Tarihi : 25 Nisan
Su uyg.randımanı : %62
Toprak : Ağır Bünyeli
Kullanılabilir su tutma kapasitesi : 220 mm/m
Başlangıç toprak nem miktarı : 220mm/m
Sulama seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu)

Sulama no	Sulama aralığı	Sulama tarihi	Yetiştirme devresi	Tüketilen su miktarı (TAM'ın %'si)	Gerçek ET hızı (ET_o'ın yüzdesi)	Ortalama gerçek ET (%)	Uygulanan net su miktarı (mm)	Su açığı (mm)	Su fazlası (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış modülü (L/s/ha)
1	33	28 Mayıs	B	44	100	100	64,5	0,0	0,0	104,0	0,06
2	15	12 Haziran	C	45	100	100	81,5	0,0	0,0	131,5	0,09
3	12	24 Haziran	C	45	100	100	87,2	0,0	0,0	140,6	0,10
4	11	05 Temmuz	C	45	100	100	81,3	0,0	0,0	131,1	0,10
5	11	16 Temmuz	C	45	100	100	82,5	0,0	0,0	133,1	0,10
6	13	29 Temmuz	C	49	100	100	93,5	0,0	0,0	150,8	0,08

Toplam brüt sulama suyu miktarı : 790,9
Toplam net sulama suyu miktarı : 490,4
Toplam sulama suyu kaybı : 0,0

Toplam yağış : 108,4
Etkili yağış : 96,2
Yağış kaybı : 12,2
Yağış etkinliği : %87,5

Çizelge 4.3. Şeker pancarı bitkisi için sulama zamanı planlaması

Bitki cinsi : Şeker Pancarı
Meteorolojik istasyonu : Tekirdağ
Ekim Tarihi : 20 Mart
Su uyg.randımanı : %62
Toprak : Ağır Bünyeli
Kullanılabilir su tutma kapasitesi : 220 mm/m
Başlangıç toprak nem miktarı : 220 mm/m
Sulama seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu)

Sulama no	Sulama aralığı	Sulama tarihi	Yetiştirme devresi	Tüketilen su miktarı (TAM'ın %'si)	Gerçek ET hızı (ET_o'ın yüzdesi)	Ortalama gerçek ET (%)	Uygulanan net su miktarı (mm)	Su açığı (mm)	Su fazlası (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış modülü (L/s/ha)
1	51	10 Mayıs	B	58	100	100	95,5	0,0	0,0	154,03	0,19
2	17	27 Mayıs	C	60	100	100	112,9	0,0	0,0	182,09	0,23
3	16	12 Haziran	C	60	100	100	115,9	0,0	0,0	186,93	0,23
4	15	27 Haziran	C	60	100	100	114,1	0,0	0,0	184,03	0,24
5	15	12 Temmuz	D	60	100	100	114,3	0,0	0,0	184,35	0,23
6	16	28 Temmuz	D	60	100	100	110,7	0,0	0,0	178,54	0,19
7	19	16 Ağustos	D	60	100	100	113,1	0,0	0,0	182,42	0,15

Toplam brüt sulama suyu miktarı : 1249,03
Toplam net sulama suyu miktarı : 774,4
Toplam sulama suyu kaybı : 0,00
Toplam yağış : 163,1
Etkili yağış : 152,1
Yağış kaybı : 11
Yağış etkinliği : %93,2

Çizelge 4.4. Karpuz bitkisi için sulama zamanı planlaması

Bitki cinsi : Karpuz
Meteorolojik istasyonu : Tekirdağ
Ekim Tarihi : 15 Mayıs
Su uyg.randımanı : %62
Toprak : Ağır Bünyeli
Kullanılabilir su tutma kapasitesi : 220 mm/m
Başlangıç toprak nem miktarı : 220 mm/m
Sulama seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu)

Sulama no	Sulama aralığı	Sulama tarihi	Yetiştirme devresi	Tüketilen su miktarı (TAM'ın %'si)	Gerçek ET hızı (ET_o'ın yüzdesi)	Ortalama gerçek ET (%)	Uygulanan net su miktarı (mm)	Su açığı (mm)	Su fazlası (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış modülü (L/s/ha)
1	23	7 Haziran	B	40	100	100	69,9	0,0	0,0	112,74	0,07
2	12	19 Haziran	B	40	100	100	77,7	0,0	0,0	125,32	0,08
3	11	30 Haziran	C	40	100	100	72,6	0,0	0,0	117,09	0,08
4	11	11 Temmuz	C	40	100	100	74,0	0,0	0,0	119,35	0,08
5	12	23 Temmuz	C	41	100	100	84,2	0,0	0,0	130,96	0,07
6	15	15 Ağustos	D	46	100	100	97,9	0,0	0,0	141,77	0,07

Toplam brüt sulama suyu miktarı : 746,77
Toplam net sulama suyu miktarı : 46,0
Toplam sulama suyu kaybı : 0,0
Toplam yağış : 81,1
Etkili yağış : 71,7
Yağış kaybı : 1,13
Yağış etkinliği : %88,4

Çizelge 4.5.Yonca bitkisi için sulama zamanı planlaması

Bitki cinsi : Yonca
Meteorolojik istasyonu : Tekirdağ
Ekim Tarihi : 1 Ekim
Su uyg.randımanı : %62
Toprak : Ağır Bünyeli
Kullanılabilir su tutma kapasitesi : 220 mm/mm
Başlangıç toprak nem miktarı : 220 mm/m
Sulama seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu)

Sulama no	Sulama aralığı	Sulama tarihi	Yetiştirme devresi	Tüketilen su miktarı (TAM'ın %'si)	Gerçek ET hızı (ET_o'ın yüzdesi)	Ortalama gerçek ET (%)	Uygulanan net su miktarı (mm)	Su açığı (mm)	Su fazlası (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış modülü (L/s/ha)
1	195	14 Nisan	C	55	100	100	121,8	0,0	0,0	196,45	0,03
2	26	10 Mayıs	C	55	100	100	129,8	0,0	0,0	209,35	0,03
3	23	2 Haziran	C	55	100	100	122	0,0	0,0	196,77	0,04
4	22	24 Haziran	C	55	100	100	124,9	0,0	0,0	201,45	0,04
5	20	14 Temmuz	C	55	100	100	122,5	0,0	0,0	197,58	0,04
6	20	3 Ağustos	D	55	100	100	125,2	0,0	0,0	204,93	0,04
7	19	22 Ağustos	D	55	100	100	122,9	0,0	0,0	198,22	0,03
8	31	22 Eylül	D	55	100	100	120,1	0,0	0,0	193,70	0,01

Toplam brüt sulama suyu miktarı : 1578,38
Toplam net sulama suyu miktarı : 978,6
Toplam sulama suyu kaybı : 0,0
Toplam yağış : 573,3
Etkili yağış : 456,6
Yağış kaybı : 116,7
Yağış etkinliği : %79,6

Çizelge 4.6. Ayçiçeği bitkisi için sulama zamanı planlaması

Bitki cinsi : Ayçiçeği
Meteorolojik istasyonu : Tekirdağ
Ekim Tarihi : 1 Mayıs
Su uyg.randımanı : %62
Toprak : Ağır Bünyeli
Kullanılabilir su tutma kapasitesi : 220 mm/m
Başlangıç toprak nem miktarı : 220 mm/m
Sulama seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu)

Sulama no	Sulama aralığı	Sulama tarihi	Yetiştirme devresi	Tüketilen su miktarı (TAM'ın %'si)	Gerçek ET hızı (ET_o'ın yüzdesi)	Ortalama gerçek ET (%)	Uygulanan net su miktarı (mm)	Su açığı (mm)	Su fazlası (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış modülü (L/s/ha)
1	46	16 Haziran	B	48,85	100	100	95,3	0,0	0,0	153,7	0,06
2	18	4 Temmuz	C	50	100	100	119,9	0,0	0,0	193,38	0,09
3	16	20 Temmuz	C	50	100	100	120,1	0,0	0,0	193,2	0,09
4	16	5 Ağustos	D	50	100	100	122,8	0,0	0,0	198,06	0,09

Toplam brüt sulama suyu miktarı : 738,87
Toplam net sulama suyu miktarı : 458,1
Toplam sulama suyu kaybı : 0,0
Toplam yağış : 112
Etkili yağış : 100,6
Yağış kaybı : 11,4
Yağış etkinliği : %89,824

Çizelge 4.7. Mısır bitkisi için sulama zamanı planlaması

Bitki cinsi : Mısır						Toprak : Ağır Bünyeli					
Meteorolojik istasyonu : Tekirdağ						Kullanılabilir su tutma kapasitesi : 220 mm/m					
Ekim Tarihi : 25 Nisan						Başlangıç toprak nem miktarı : 220 mm/m					
Su uyg.randımanı : %62											
Sulama seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu)											
Sulama no	Sulama aralığı	Sulama tarihi	Yetiştirme devresi	Tüketilen su miktarı (TAM'ın %'si)	Gerçek ET hızı (ET_o'ın yüzdesi)	Ortalama gerçek ET (%)	Uygulanan net su miktarı (mm)	Su açığı (mm)	Su fazlası (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış modülü (L/s/ha)
1	45	9 Haziran	B	50	100	100	74	0,0	0,0	119,35	0,07
2	15	24 Haziran	C	50	100	100	90,5	0,0	0,0	145,96	0,10
3	12	6 Temmuz	C	50	100	100	92,8	0,0	0,0	149,47	0,10
4	12	18 Temmuz	C	50	100	100	94,9	0,0	0,0	153,06	0,10
5	12	30 Temmuz	C	50	100	100	92,8	0,0	0,0	149,67	0,10
6	13	12 Ağustos	D	55	100	100	104,4	0,0	0,0	168,38	0,08
Toplam brüt sulama suyu miktarı : 886,29						Toplam yağış : 119					
Toplam net sulama suyu miktarı : 549,50						Etkili yağış : 102,8					
Toplam sulama suyu kaybı : 0,0						Yağış kaybı : 16,2					
						Yağış etkinliği : %86,38					

Çizelge 4.8. Domates bitkisi için sulama zamanı planlaması

Bitki cinsi	: Domates	Toprak	: Ağır Bünyeli
Meteorolojik istasyonu	: Tekirdağ	Kullanılabilir su tutma kapasitesi	: 220 mm/m
Ekim Tarihi	: 15 Nisan	Başlangıç toprak nem miktarı	: 220mm/m
Su uyg.randımanı	: %62		

Sulama seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu)

Sulama no	Sulama aralığı	Sulama tarihi	Yetiştirme devresi	Tüketilen su miktarı (TAM'ın %'si)	Gerçek ET hızı (ET_o'ın yüzdesi)	Ortalama gerçek ET (%)	Uygulanan net su miktarı (mm)	Su açığı (mm)	Su fazlası (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış modülü (L/s/ha)
1	5	20 Nisan	A	30	100	100	17,8	0,0	0,0	28,70	0,00
2	8	28 Nisan	A	31	100	100	22,4	0,0	0,0	36,12	0,00
3	12	5 Mayıs	B	33	100	100	32,3	0,0	0,0	52,09	0,00
4	13	23 Mayıs	B	35	100	100	43,1	0,0	0,0	69,51	0,01
5	12	4 Haziran	B	37	100	100	54,7	0,0	0,0	88,22	0,01
6	10	14 Haziran	B	38	100	100	62,1	0,0	0,0	100,16	0,01
7	10	24 Haziran	C	40	100	100	73,0	0,0	0,0	117,74	0,01
8	10	4 Temmuz	C	40	100	100	77,6	0,0	0,0	125,16	0,01
9	10	14 Temmuz	C	40	100	100	78,2	0,0	0,0	126,12	0,01
10	10	24 Temmuz	C	40	100	100	78,3	0,0	0,0	126,29	0,01
11	10	3 Ağustos	D	40	100	100	78,1	0,	0,0	125,96	0,01
12	10	13 Ağustos	D	42	100	100	77,2	0,0	0,0	124,51	0,01
13	13	26 Ağustos	D	46	100	100	83,5	0,0	0,0	134,67	0,01

Toplam brüt sulama suyu miktarı	: 1255,32	Toplam yağış	: 133,2
Toplam net sulama suyu miktarı	: 778,3	Etkili yağış	: 86,7
Toplam sulama suyu kaybı	: 0,0	Yağış kaybı	: 46,5
		Yağış etkinliği	: %65,09

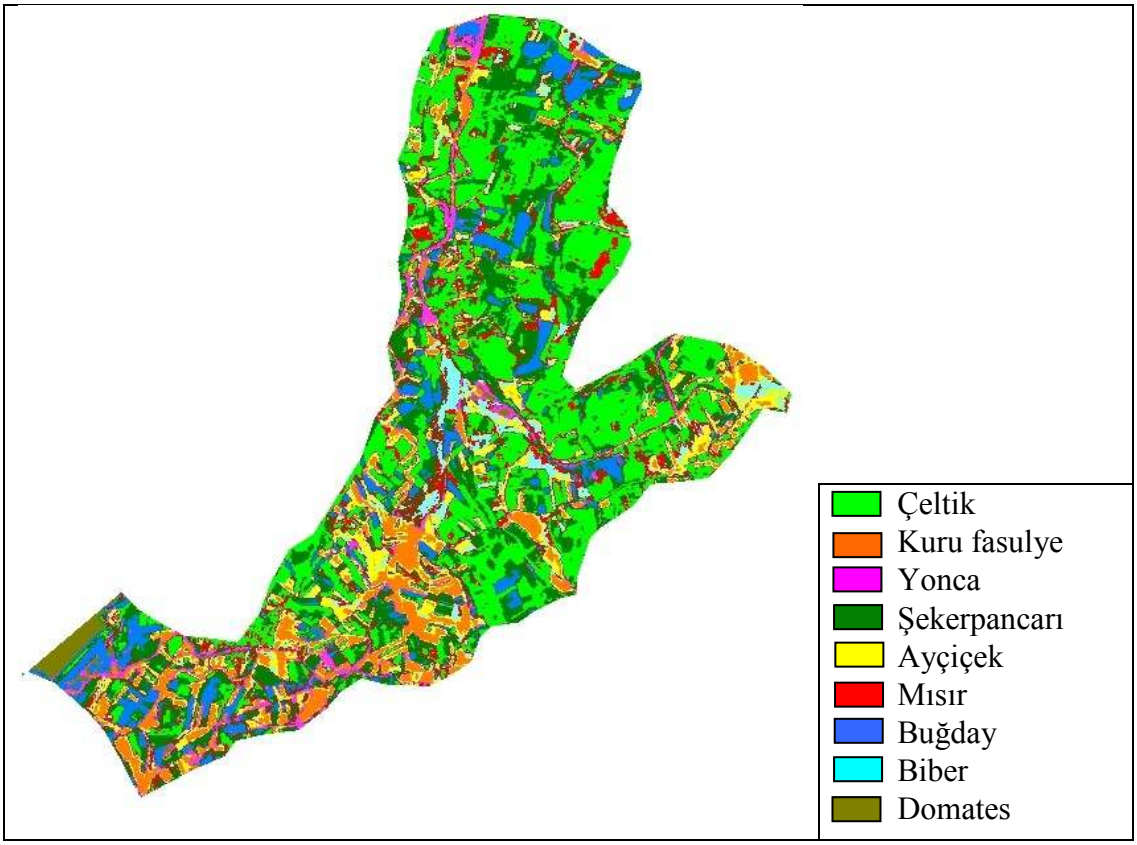
Çizelge 4.9. Biber bitkisi için sulama zamanı planlaması

Bitki cinsi : Biber							Toprak : Ağır Bünyeli				
Meteorolojik istasyonu : Tekirdağ							Kullanılabilir su tutma kapasitesi : 220 mm/m				
Ekim Tarihi : 15 Nisan							Başlangıç toprak nem miktarı : 220 mm/m				
Su uyg.randımanı : % 62											
Sulama seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu)											
Sulama no	Sulama aralığı	Sulama tarihi	Yetiştirme devresi	Tüketilen su miktarı (TAM'ın %'si)	Gerçek ET hızı (ET_o'ın yüzdesi)	Ortalama gerçek ET (%)	Uygulanan net su miktarı (mm)	Su açığı (mm)	Su fazlası (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış modülü (L/s/ha)
1	3	18 Nisan	A	16	100	100	10,6	0,0	0,0	17,09	0,02
2	6	24 Nisan	A	21	100	100	14,7	0,0	0,0	23,70	0,02
3	5	29 Nisan	A	22	100	100	14,9	0,0	0,0	24,03	0,02
4	6	5 Mayıs	A	23	100	100	19	0,0	0,0	30,64	0,03
5	5	10 Mayıs	A	23	100	100	19,4	0,0	0,0	31,29	0,03
6	8	18 Mayıs	B	24	100	100	25,9	0,0	0,0	41,77	0,03
7	7	25 Mayıs	B	25	100	100	26,2	0,0	0,0	42,25	0,04
8	7	1 Haziran	B	26	100	100	30,9	0,0	0,0	49,83	0,05
9	7	8 Haziran	B	27	100	100	35,4	0,0	0,0	57,09	0,07
10	8	16 Haziran	B	28	100	100	41,2	0,0	0,0	66,45	0,07
11	7	23 Haziran	B	29	100	100	45,3	0,0	0,0	73,06	0,07
12	8	1 Temmuz	C	29	100	100	50,1	0,0	0,0	80,80	0,07
13	7	8 Temmuz	C	29	100	100	48,2	0,0	0,0	77,4	0,07
14	7	15 Temmuz	C	29	100	100	44,5	0,0	0,0	71,77	0,07
15	7	22 Temmuz	C	29	100	100	48,9	0,0	0,0	78,87	0,07
16	7	29 Temmuz	C	29	100	100	48,8	0,0	0,0	80,32	0,07
17	7	5 Ağustos	D	32	100	100	50,0	0,0	0,0	80,64	0,07
18	9	14 Ağustos	D	42	100	100	60,9	0,0	0,0	98,22	0,07
Toplam brüt sulama suyu miktarı : 1024,03						Toplam yağış : 122,7					
Toplam net sulama suyu miktarı : 634,9						Etkili yağış : 90,3					
Toplam sulama suyu kaybı : 0,0						Yağış kaybı : 32,4					
						Yağış etkinliği : %73,59					

4.2. Uydu görüntüsü sınıflandırma sonuçları

Bu bölümde, ERMAPPER uydu görüntüsü işleme programı kullanılarak, ASTER uydusundan elde edilen uydu görüntüsü işlenip proje alanında yetiştirilen buğday, kuru fasulye, şekerpancarı, karpuz, yonca, ayçiçeği, mısır, domates ve biber bitkilerine ait alan sınıflandırması unsupervised metoduna göre yapılmıştır.

Metodun uygulanması sonucunda elde edilen alan sınıflandırması Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Hayrabolu Sulama Sahasına Ait ASTER Uydu Görüntüsünün Unsupervised Metodu İle İşlenmesi.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1. Cropwat modeli

Cropwat modeli bitki büyüme ve iklime çok hassastır. Böylece, bu modelin girdi dataları yüksek doğrulukta olmalıdır. Bu model meyve ağaçları ile mukayese edilen bitkiler için uygun sonuçlar vermektedir. Cropwat modelini çalıştırmak için saptanan sonuçların geçerliliğini kalibre etmek için yerel lizimetre ölçümlerine ihtiyaç vardır. Bu datanın eksikliği nedeniyle bu çalışma alanında bu kalibrasyonu yapmamız mümkün olmamıştır. Buna karşın, bu model dünyadaki en iyi araçlardan birisi olmasından dolayı, bu araştırmada bitki su ihtiyacının belirlenmesinde kullanılmıştır.

5.2. Uydu fotoğrafları

Tarımsal bitki sınıflandırması için Aster fotoğraflarının kullanımı basit ve kabul edilebilir sonuçlar vermektedir. Çok yıllık yonca ve meyve ağaçları gibi bitkiler kabul edilebilir doğrulukta sınıflandırılmıştır. Tarımsal bitkilerin daha başarılı bir tanımlaması için multi-temporal görüntülere ihtiyaç duyulmaktadır. Çoğu bitkiyi tanımlama için en az iki uydu fotoğrafı (orta ve geç yetişme sezonlarında) gerekmekte, böylece benzer bitkiler arasındaki farkların belirlenmesi daha kolay olacaktır. Daha fazla doğrulukta sonuç almak için, tarımsal bitki sınıflandırması için çoklu fotoğraf kullanılması tavsiye edilmektedir. Ayrıca yer gerçek datalarının toplanma tarihide çok önemlidir. Çoğu tarım bitkisi, özellikle kısa sezon bitkiler ve araziler ile yıl için çoklu yetiştirilen bitkiler, haritalama uydu fotoğraflarının alındığı tarihe mümkün olduğunca yakın bir tarihte yapılması tavsiye edilmektedir. Yerel çiftçilik danışma bilgisi arazi çalışmalarını planlamada şarttır. Ayrıca, bazen, arazi çalışmaları sırasında çiftçilerden sağlanan bilgiler yeterli güvenilirlilikte değildir. Yerel devlet tarımsal acentelere danışmak tavsiye edilmektedir.

5.3. Su dengesi

Su kıtlığı çalışma alanında büyük bir problemdir. Artan tarımsal ihtiyaçlar için yetersiz bir miktarda kaliteli su sağlanılabilmektedir. Tarımsal sektör yeraltı suyunu kullanan büyük bir sektördür. Sulama amaçlı su kaynaklarına talep ve arzda eşitlik

bulunmamaktadır. Sürdürülebilir bir tarım için bu konuyu hesaba katmamız gerekmektedir.

Su kıtlığı ve hızla artan insan nüfusu (ki bunlar daha fazla yiyecek istemektedirler) dikkate alındığında, şunlar tavsiye edilmektedir:

- Sulama randımanlarını arttırmak için damla ve yağmurlama sulama yöntemleri kullanımı arttırılmalıdır.
- Büyük üniteler içinde küçük çiftlikler entegre etmek sulama randımanı arttıracaktır.
- Bitki desenini daha az su isteyen bitkilere göre değiştirmelidir.
- Su kaynakları yönetimi farklı açılardan dikkate alınmalıdır (Uygulama yönetimi, talep yönetimi ve inşaat yönetimi gibi).
- Yerel insanların gelirini artıcı (daha fazla suya ihtiyaç duymayan) yeni farklı endüstriler kurulmalıdır.

6. KAYNAKLAR

Abrams, M. 2000, "The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflaction Radiomter (Aster): data Products For the High Spatial Resolution İmager on NASA's Terra Platform", International Jornal of Remote Sensıng 21 (5, 847-859): 847, 2002.

Anonim, 1969, "Hayrabolu Projesi Planlama Raporu", T.C. Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü XI. Bölge Müdürlüğü, Meriç-Ergene Havzası Planlama Amirliği.

Anonim, 1974, "Meteoroloji Bülteni", Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Başbakanlık Basımevi.

Balaban, A. ve Beyribey, M.,. 1991, "Konya-Akova Yeraltı Su Dağıtım ve Kullanım Etkinliği Üzerine Bir Araştırma", Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi 15: 1, 24-34, Ankara.

Balaban, A. ve Ayyıldız, M., 1970, "Orta Anadolu Sulamalarında Tarla Sulama Randımanı Üzerinde Bir Araştırma" , A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı, Yıl: 20, Fasikül:1, Ankara.

Bayrak, F., 1991, "Samsun Yöresinde Sulamaya Açılan Alanlar ve Su İletim Kayıpları ve Sulanır Alanlarda Su Uygulama Randımanları", Samsun Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yayın No: 69/60, 1-41, Samsun.

Benli, B. ve Beyribey, M., 1998. "Eskişehir Sulaması Sağ Sahil Sulama Alanında Sistem Performansının Değerlendirilmesi", Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 4, 1, 26-32.

Beyribey, M., Sönmez, F.K., Çakmak, B. ve Oğuz, M. 1997, "Devlet Sulama Şebekelerinde Aylık Su Temini Oranının Belirlenmesi", Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilgileri Dergisi, 3: 2, 33-37.

Boegh, E., Soegaord, H., Broge, N., Hasager, C.B., Jensen, N.O., Schelde, K., Thomsen, A., 2002, "Airborne multispectral data for guantifying leaf area index and nitrogen concentration, and photosynthetic efficiency in agriculture", Remote Sensing Environment 81 179-193.

David, S., 1996, "The New Era Off Water Management: From 'Dry' to 'Wet' Water Saving", International Irrigation Management Institute, Research Report 1 August 1996.

Delibaş, L., 1994, "Sulama", Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No. 213, Ders Kitabı No, 24, Tekirdağ.

Doorenbos, J., ve Pruitt, W.O., 1977, "Crop Water Desigh of the Simple Valley Project", Chapter 14 B, in Economics of Watershed Planning, (Ed. Tolley, S.G. and Rigss, E.F.), Lowa State University Pres, Lowa.

Faures, J. and et al, 2002, The FAO Irrigated Area Forecast For 2030, FAO: 6-8. Rome-Italy.

Gorbrech, G. 1980, " Increasing of Irrigation Efficiencies Under the Conditions of Developing Countries", IICC Review 9, 22-44.

Konukçu, F., İstanbulluoğlu, A., Orta, A.H. ve Kocaman, İ., 2004 "Trakya Bölgesi Su Kaynakları Sorunları ve Çözüm Önerileri", İstanbul Su Sempozyumu, 8-9 Ocak 2004, 85-96.

Kızıloğlu, F. M., 2002, "Aşağı Pasinler Ovası Sulama Şebekesinin Performansı, Sorunları ve Çözüm Önerileri Üzerine Bir Araştırma", (Doktora Tezi), 130 s.

Medina, J.L., Comacho,E., Reca, J., Lopez ,R. and Roldan, J., 1998 Determination and Analysis Regional Evapotranspitaration in Southern Spain Based on Remote Sensing and GIS, Phsy Chem. Earth. Vol.23.No.4.pp.427-432.

Molina, 2002., I. Multistage Pattern Recognition Utilizing High Resolution Remote Sensing Data, Enschede, ITC.

Raes, D., Ceuppens, A.K., Deckers, J., 1996, "Water Reguirements of the Rice Schemes in the Senagal Delta", Evaporation and ırrıgation Scheduling Prceeding of the Internatıonal Conference, Texas, 87-93.

Ray, S.S., Dadhwal, V.K.and Navalgund, R.R,. 2002, Performance evaluation of an arrigation command area using remote sensing : a case study of Mahi Command, Gujarat, India Agricultural Water Management 56 (2002) 81-91

Richards, J., 1986, Remote Sensing, Dijital Image Analysis, an İntruduction, Berlin Springer-Verlag,

Sayın, S., Döker, E., Çevikbaş, R. ve Bal, M., 1993, "Türkiye'de Sulu Tarım ve Yatırımlarına ve İşletme Bakım Faaliyetlerine Çiftçi Katılımı İnceleme Raporu", Ulusal Çalışma Grubu, Kasım 1993. Ankara.

Smith, M., 1991, "Introduction to Irrigation System Performence: Comparative Analysis of Case Studies", Improved Irrigation System Performence For

Sustainable Agriculture, Proceedings of tha Tegional Workshop Organised by FAO in Bangkok, Thailand, 22-26 October 1990, 20-25, Rome.

Şahin, L., 1984, "Aşırı Su Kullanımı ve Taban Suyu", I. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, 306-319, Adana.

Şahinler, Ç.Z., ve Gündoğdu, K. S., 2002, "Bursa Ovası Yeraltı Suyu Sulamasında Çiftçi Sulamalarının Değerlendirilmesi", Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi., 16, 97-104, Bursa.

Şener, M., 2004, Hayrabolu Sulamasında Su Kullanım ve Dağılım Etkinliğinin Belirlenmesi, T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Tekirdağ.

Şimşek, H., 1992, Niğde-Misli Ovası'nda Tarla Sulama Randımanı Üzerine Bir Araştırma", IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Bildirileri, 20-24 Haziran 1992, 119-127.

Takeshi, H and Abdelhadi, A. W., 2003, "Participatory Approaches To Irrigation Systems, Water Resources Planning and Management of Irrigation Systems, Water Utilization Technigues and Hydrology A Session of the 3nd World Water Forum, Theme: Agricultere Food and Water.

Tekinel, O., Çevik, O., ve Kanber, R. 1989, "Sulama Sistemlerinin Değerlendirilmesi", Türkiye Tarım Kredi Kooperatifleri Merkez Birliği Genel Müdürlüğü, 20-25 Mart 1989, Ziraat Mühendisleri İçin Sulama Semineri, 1-13, Adana .

Tülücü, K., 1997, "Su Kaynaklarının Planlanması", Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Yayın No. 53.

Yarahmadi, J. 2003., The Integration Of Satellite Images, GIS and CROPWAT Model to Investigation of Water Balance in Irrigated Area.
www.itc.nl/library/Academic_output/2003/MSc_theses_2003.asp

Yurtseven, E. ve Orta, A.H., 1992 "Sulama Verimliliği ve Drenaj Hacminin Azaltılması " TOPRAKSU Dergisi, 1(2), 20-23, 1992.

http://www.nik.com.tr

Zihixin, Zu, 2002, Crap Mapping and Crop Diversity Assesment Based on Multi-Temporal RS and GIS. Agriculture, Conservatio and Environment. Enschede, The Netherlends.

ÖZGEÇMİŞ

01.05.1974 yılında Tokat'ta doğdu. İlkokulu Tokat, Ortaokulu Sivas ve Liseyi Ankara'da bitirdi.

1997 yılında Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'nde lisans eğitimine başladı. 2001 yılında Ziraat Mühendisi olarak mezun oldu. 2002 yılında aynı bölümde yüksek lisans eğitimine başladı.

Halen İstanbul İl Tarım Müdürlüğü'nde Ziraat Mühendisi olarak görev yapmaktadır.