

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ASTER, LANDSAT, FORMOSAT UYDU GÖRÜNTÜLERİ VE
SAYISAL YÜKSEKLİK MODELLERİ (SYM) YARDIMIYLA SULU
TARIMA UYGUN ALANLARIN BELİRLENMESİ: ÇANAKKALE**

Melis SAÇAN

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 24/06/2011

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Levent GENÇ

ÇANAKKALE

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

MELİS SAÇAN tarafından DOÇ. DR. LEVENT GENÇ yönetiminde hazırlanan “**ASTER, LANDSAT, FORMOSAT UYDU GÖRÜNTÜLERİ VE SAYISAL YÜKSEKLİK MODELLERİ (SYM) YARDIMIYLA SULU TARIMA UYGUN ALANLARIN BELİRLENMESİ: ÇANAKKALE**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Levent GENÇ

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Ünal KIZIL

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Murat YILDIRIM

Jüri Üyesi

Sıra No :

Tez Savunma Tarihi: 24/06/2011

Prof. Dr. İsmet KAYA

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Melis SAÇAN

TEŞEKKÜR

İlk günden beri bana sabırla yaklaşan ve başarabileceğime inanmamı sağlayan, Sayın danışman hocam Doç. Dr. Levent GENÇ'e, Sayın hocalarım Yrd. Doc. Dr. Murat YILDIRIM' a ve Yrd. Doç. Dr. Ünal KIZIL' a, üniversite hayatım başladığından bu yana desteğini ve emeğini hiçbir zaman esirgemeyen Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Hanife GENÇ' e, her ihtiyaç duyduğumda yardımına koşan arkadaşım Zir. Müh. Burak AŐAR' a, daima yanımda olan yol arkadaşım Emre İNALPULAT' a, çalışmanın yapılmasını sağlayan Tarım İl Müdürü Sayın İlkay UÇAR' a, Tarım İl Müdürlüğü çalışanlarına, ve özellikle bu güne gelmemi sağlayan aileme; babam Ercan Saim SAÇAN' a, annem Pervin SAÇAN' a ve kardeşim Elif SAÇAN' a sonsuz teőekkürü bir borç bilirim.

Melis SAÇAN

SİMGELER VE KISALTMALAR

SYM	Sayısal Yükseklik Modelleri
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
AKBÖ	Arazi Kullanımı ve Bitki Örtüsü
SAM	Sayısal Arazi Modeli
UA	Uzaktan Algılama
ASTER	Advanced Spaceborn Thermal Emission and Reflection R.
%	Yüzde oranı
ha	Hektar
BTG	Büyük Toprak Grubu
ERZ	Erozyon Derecesi
DTO	Diğer Toprak Özellikleri
AKK	Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfları
DER	Derinlik
KHGM	Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü

ÖZET

ASTER, LANDSAT, FORMOSAT UYDU GÖRÜNTÜLERİ VE SAYISAL YÜKSEKLİK MODELLERİ (SYM) YARDIMIYLA SULU TARIMA UYGUN ALANLARIN BELİRLENMESİ: ÇANAKKALE

Melis SAÇAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman : Doç. Dr. Levent GENÇ

24/06/2011,69

Su toplama havzalarının Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanılarak belirlenmesinde, Sayısal Yükseklik modelleri (SYM) ve çalışma alanına ait akarsu ağları haritaları gereklidir. Çalışmada SYM, 1:25000' lik topografik haritaların sayısallaştırılmasıyla oluşturulmuştur. Akarsu çizgileri yüksek yersel çözünürlüğe sahip Formosat II uydu görüntüsü kullanılarak ArcGIS 9.2 yardımıyla vektör formatta oluşturulmuştur. Akım yönleri, akım birikimleri, havza gridleri, havza poligonları, drenaj ağları ve havza drenaj noktaları ArcGIS-ArcHydro modülü kullanılarak belirlenmiştir. Farklı yıllara ait Arazi Kullanım ve Bitki Örtüsü (AKBÖ) haritası oluşturulması için Landsat TM görüntüleri (2006, 2007, 2008, 2009) ve Aster görüntüsü kontrollü sınıflama yöntemi kullanarak sınıflanmıştır. Çanakkale sınırları içerisinde 206 potansiyel su toplama havzası bulunduğu ve halihazırda 47 su havzalarında doğal veya insan yapımı su toplama yapılarının olduğu ve insan yapımı 18 baraj ve gölet bulunduğu belirlenmiştir. Bu su toplama yapılarının kotlarının altındaki havzalar topografik olarak su iletilmesine elverişlidir, bu nedenle çalışmada sözkonusu havzalar içerisinde bulunan tarım alanları enerji harcamadan Su İletilebilir Alanlar (SİA) olarak tanımlanmıştır. Bu alanların toprak ve topografik özellikleri bakımından (eğim, tuzluluk, AKK v.b.) değerlendirmesi sonucu SİA içerisinde yaklaşık 132000 ha Sulanabilir Tarım Alanı (STA) tespit edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Uzaktan algılama, Coğrafi bilgi sistemi, Uydu görüntüleri
Sayısal Yükseklik modeli, Sulanabilir Tarım Alanı, Çanakkale

ABSTRACT

DETERMINATION OF AGRICULTURAL LANDS APPROPRIATE FOR IRRIGATION USING ASTER, LANDSAT, FORMOSAT IMAGERY AND DIGITAL ELEVATION MODEL (DEM): CANAKKALE

Melis SAÇAN

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School

Agricultural Structures and Irrigation, Ph.D.

Advisor : Assoc. Prof. Dr. Levent GENÇ

24/06/2011, 69

Digital Elevation Models (DEM) and stream network maps of the study area required in determination of catchment areas using Geographic Informational Systems (GIS). In this study, DEM was developed by digitizing 1:25000 scaled topographic maps. Stream lines were, and formed by ArcGIS 9.2. in vector format using Formosat II satellite image with high spatial resolution. Flow directions, flow accumulations, catchment grids, catchment polygons, drainage lines and drainage points were delineated in hydrologic analysis using ArcGIS-ArcHydro module. Landsat TM images (2006, 2007, 2008, 2009) and Aster image was classified using supervised classification method to develop Land Use and Land Cover (LULC) maps for different years. According to results, 206 potential catchments were determined within Canakkale boundaries. Among these catchments, water could be cumulated in 47 catchments in natural or man made water collection units and 18 of these units were man made dams and small lakes. The other catchments that topographic conditions allow water transmittance from these units to other several catchments by drainage lines. These catchments are topographically suitable for water transmission, thus, agricultural areas occurs in mentioned catchments defined as Water Transmittable Lands (WTL) in the study. Then, topographic and soil properties (slope, salinity, land use ability,

etc.) of mentioned areas were investigated and 132000 ha potentially irrigatable lands were obtained as the result of analysis.

Keywords: Remote sensing, Geographic information system, Satellite imagery, Digital elevation model, Irrigatable Agricultural land, Canakkale

İÇERİK	Sayfa
TEZ SINAVI SONUÇ FORMU	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
BÖLÜM 1 – GİRİŞ	1
1.1. Amaç.....	2
1.2. Tanımlar ve Teorik Bilgiler.....	2
1.2.1. Uzaktan Algılama.....	2
1.2.1.1. Uzaktan algılamada sensör tipleri.....	3
1.2.1.2. Elektromanyetik enerji ve Elektromanyetik Spektrum...	4
1.2.1.3. Uzaktan algılamada çözünürlük.....	5
1.2.2. Görüntü sınıflama.....	6
1.2.2.1. Kontrolsüz sınıflama.....	7
1.2.2.2. Kontrollü sınıflama.....	7
1.2.3. Sayısal Yükseklik Modeli.....	7
1.2.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri.....	8
1.2.5. Hidrolojide Uzaktan Algılama ve CBS kullanımı	9

BÖLÜM 2 – ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	12
2.1. Hidroloji Uzaktan Algılama ve CBS üzerine yapılan çalışmalar....	12
2.1.1. Ülkemizde yürütülen çalışmalar.....	12
2.1.2. Dünyada yürütülen çalışmalar.....	13
BÖLÜM 3- MATERYAL ve YÖNTEM.....'	15
3. 1. Materyal.....	15
3.1.1. Çalışma Alanı.....	15
3.1.1.1. Alanın konumu.....	15
3.1.1.2. İklim özellikleri.....	15
3.1.1.3. Toprak özellikleri ve sayısal toprak haritaları.....	17
3.1.1.4. Hidrolojik özellikler.....	24
3.1.1.4.1. Çalışma alanında bulunan su birikim yapıları.....	24
3.1.1.4.2. Akarsular.....	25
3.1.1.5. Tarım.....	25
3.1.1.5.1. Tarım alanlarının sulama durumu.....	25
3.2.1. Çalışmada kullanılan yazılımlar.....	26
3.2.2. Kullanılan Uydu Görüntüleri ve Sayısal Yükseklik Modeli	27
3.2.2.1. Landsat 5 (TM).....	27
3.2.2.2. ASTER.....	28
3.2.2.3. Formosat.....	30
3.2.2.4. Sayısal Yükseklik Modeli (SYM).....	31

3.2. Yöntem.....	32
3.2.1. Çalışmanın Aşamaları.....	32
3.2.2. Sınıflama öncesi işlemler.....	34
3.2.3. Görüntü sınıflama.....	34
3.2.4. Coğafi bilgi sistemleri analizleri ile Morfometrik özelliklerin belirlenmesi.....	38
3.2.4.1. Yükseklik.....	38
3.2.4.2. Eğim.....	38
3.2.4.3. Bakı.....	39
3.2.5. Tarım alanlarının toprak özelliklerinin belirlenmesi.....	41
3.2.6. Hidrolojik bilgi sistemleri analizleri.....	42
3.2.7. Sulanabilir tarım alanlarının belirlenmesi.....	46
BÖLÜM 4 – ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	48
4.1. AKBÖ Sınıflama Sonuçları.....	48
4.2. ArcGIS Ortamında Oluşturulan Haritalar ve toprak haritaları	50
4.2.1. SYM kullanılarak oluşturulan haritalar.....	51
4.2.1.1. Tarım alanlarının bakı ve eğim durumları.....	51
4.3. Hidrolojik analizler	52
4.3.1 Havzalar.....	52
4.3.2. Suyun enerji harcanmadan ulaştırılabileceği arazileri.....	55
4.3.3. Sulanabilir tarım arazileri.....	59
BÖLÜM 5 – SONUÇ VE ÖNERİLER	60

KAYNAKLAR.....	62
Çizelgeler.....	I
Şekiller.....	II
Özgeçmiş.....	III

BÖLÜM 1**GİRİŞ**

Dünyamız, insan kaynaklı sebeplerin yanında küresel ısınmanın da bir sonucu olarak tatlı su kriziyle yüz yüzedir. Küresel ölçekte en büyük tatlı su tüketicisi olan tarımsal sulama, bu durumun ortaya çıkmasında büyük bir baskı oluşturmaktadır (Seckler ve ark., 1999; Shiklomanov, 2000). Artan üretimin gereksinimi olan tatlı su kullanımı, su kaynaklarının tükenmesi ve bozulması nedeniyle sürdürülemez hale gelmiştir (FAO, 2006 : Alexandridis ve ark., 2009’ dan). Bunun yanında yağışların yetersiz ve düzensiz oluşu, kaynakların beslenmesinde önemli bir problem teşkil etmektedir. Bu değişimlerin bir sonucu olarak, bölgesel, hatta havzalar bazında su kaynağı yönetimi planlamalarının gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

İyi bir yönetim planlaması için, hidrolojik sistemlerin doğal sınırları olan havzaların belirlenmesi ve havza veriminin tespit edilmesi gereklidir (Meriç, 2004). Havza bazında hidrolojik analizler arazi gözlemleri ve topografik haritalar kullanılarak geleneksel yöntemlerle yapılabildiği gibi, geçtiğimiz yıllarda su kaynakları planlamada önemli bir araştırma alanı haline gelen (Xu ve ark., 2001), UA ve SYM gibi bilgisayara dayanan metotlarla da yapılabilmektedir (Mark, 1983; O’Callaghan and Mark, 1984; Rinaldo ve ark., 1998; Macka, 2001; Maidment, 2002). Su kaynaklarının tarımsal alanlarda etkin biçimde kullanılması, hidrolojik çalışmaların yapımındaki hassasiyetle doğrudan ilişkilidir. Bu tekniklerin kullanımı geleneksel tekniklere göre daha hassas olmasının yanında, daha az zaman ve maliyet gerektirmesiyle birlikte, yönetim planlaması için daha etkin formüller oluşturulmasını sağlayabilmektedir.

Hidrolojik çalışmaların yürütülmesi, suyun akış rotasının belirlenmesiyle mümkündür. Su akışının belirlenmesiyle kirlilik, sediment yükü gibi su özellikleri; veya sel basman alanları gibi arazi özelliklerinin modellenmesi mümkün olmaktadır. Arazi kullanım ve arazi örtüsü verilerini; topografik bilgiler, coğrafik konuma bağlı özellikler ve diğer bilgiler/veriler ile ilişkilendirebilen CBS, bu modellemelerde kilit bir araçtır. Burada geçen ‘Arazi kullanımı’, herhangi bir alanın insanlar tarafından ne şekilde kullanıldığını ifade eden bir terimken, ‘arazi örtüsü’ ise bu alan üzerinde bulunan biyolojik ve fiziksel materyallerin ifadesinde kullanılmaktadır (Jensen, 2000). Arazi kullanım/arazi örtüsü durumu ve değişimi, hidrolojik olaylar üzerine etki etmektedir. Örneğin, arazi örtüsü akarsuların akışı; arazi kullanımı ise su kalitesi üzerinde doğrudan etkiye sahiptir (Garik ve ark., 2004).

Sulama, bitkinin ihtiyaç duyduğu suyun bitki kök bölgesine doğru zamanda ve miktarda verilmesidir. CBS ve Uzaktan Algılamanın birlikte kullanıldığı alanlardan biride, suyun dağıtımındır. Apan (1981), tarım arazilerinin özelliklerinin farklı olması nedeniyle uygulanacak sulama yöntemlerinin de farklılık göstereceğini belirtmiştir. Ancak, uygulanacak sulama yöntemi ne olursa olsun, öncelikle arazi sulamaya uygunluk açısından sağlaması gereken koşullar vardır (Hanay ve ark., 1996). Yapılan yanlış uygulamalar nedeniyle her yıl topraklarımızda önemli miktarda kayıp meydana gelmektedir. Tarım alanlarının sulamaya uygunluk durumlarının belirlenmesi, toprakların yanlış uygulamalar sonucunda bozulmasının engellenmesi açısından büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle, arazilerin sulamaya uygunluk durumlarının sulama yapılmadan önce değerlendirilmesi gereklidir. Çalışmada sulamaya uygunluk, toprakların çeşitli özelliklerine göre değerlendirilmesiyle belirlenmiştir. Sulamaya uygunluk kriterlerini sağlayan arazilerle birlikte, farklı yılların AKBÖ sınıflamaları, akarsu ve drenaj ağları, havza sınırları, havza çıkış ağzları ayrı katmanlar halinde oluşturulmuş, her bir katmanla ilgili özellikler belirlenmiş ve katmanların birlikte sorgulanmasıyla elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

1.1. Amaç

Çanakkale ili su toplama alanlarının belirlenmesi için yapılan çalışmada amaçlar;

- a. Çanakkale ilinin farklı yıllardaki Arazi Kullanım ve Bitki Örtüsü (AKBÖ) haritalarının Landsat ve ASTER uydu görüntüleri yardımıyla belirlenmesi,
- b. SYM ve Formosat II uydu görüntülerinden yararlanılarak doğal ve insan yapımı su birikme alanları ile potansiyen su biriktirme noktalarının tespit edilmesi,
- c. AKBÖ haritaları ve su birikim alanları yardımıyla Çanakkale ilinde enerji harcamadan sulanabilecek toplam tarım alanı hesaplanması şeklindedir.

1.2. Tanımlar ve Teorik Bilgiler

1.2.1. Uzaktan algılama

Uzaktan algılama kavramı birçok araştırmacı tarafından çeşitli şekillerde ifade edilmiştir. Jensen (2000)'e göre uzaktan algılama, bir cisimle direk fiziksel bir temas olmaksızın, o cisim hakkında bilgi edinme sanatı ve bilimi olarak tanımlanabilir. Barrett ve Curtis (1982) de bu tanıma benzer olarak, arada temas olmaksızın cisimlerin bir alet yardımıyla gözlemlenmesi şeklinde tanımlamıştır. Lillesand ve Kiefer (1987), cisimlerin herhangi bir platformdan ve uzaklıktan algılanması işlemini uzaktan algılama olarak ifade etmiştir.

Uzaktan algılama biliminin başlangıcı olarak, 1900'lerin başlarında W. Wright tarafından, uçak üzerinden sıralı halde çekilen hava fotoğrafları gösterilmektedir (Sesören, 1998). UA biliminin temeli, ışığın cisimlerden olan yansıma, emilim ve iletilme özelliklerine dayanmaktadır. Bilindiği gibi herhangi bir yüzeye düşen ışınlar, yüzeyin sahip olduğu fizikokimyasal karakteristiklere göre farklı yansıma, iletilme ve emilme özellikleri gösterirler. Bir başka deyişle, yer yüzündeki her cisim kendine özgü bir yansıma veya sıcaklık yayma özelliğini sahiptir. UA bu özelliklerinden yararlanılarak cisimlerin arasındaki farklılıkları ortaya koyar. Uzaktan algılama amaçlı kullanılan uydular uzayda belirli yörüngelere yerleştirilerek yeryüzündeki doğal ve yapay elemanlardan yansıyan enerjiyi kaydederler (Sesören, 1998). Bir yüzeye gelen toplam enerji;

$$E_T=Y+A+İ \quad (\text{Eşitlik 1})$$

olarak belirtilir. Eşitlikte E_T toplam enerji, Y yansıyan enerji, A absorbe edilen enerji, $İ$ ise iletilen enerji miktarlarını göstermektedir. Uzaktan algılama sensörleri, bir enerji kaynağından cisimler üzerine gelen ve buradan geri yansıyan veya yayılan elektromanyetik enerji miktarını kaydetmektedir.

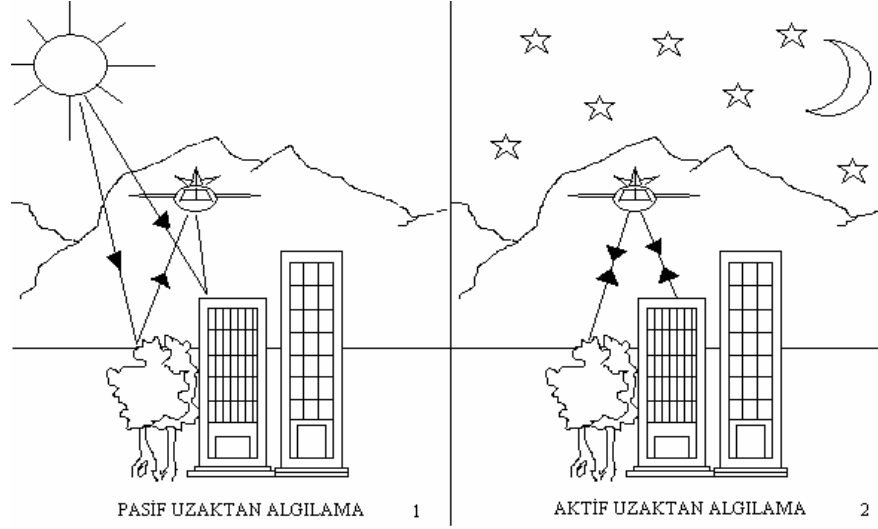
Bu tekniklerin çeşitli avantajları mevcuttur. Elektromanyetik spektrumun gözle görülmeyen kısımlarının algılanması, kısa sürelerde geniş alanların veya ulaşılması zor arazi parçalarının incelenmesi, verilerin saklanabilir, tekrar analiz edilmek suretiyle geliştirilebilir olması, bu avantajlardan sadece bazılarıdır.

Uzaktan algılama teknikleri farklı disiplinlerde yürütülen bir çok çalışmada kullanılmaktadır. Günümüzde, birçok doğal kaynak haritası uzaktan algılama teknikleri kullanılarak oluşturulmaktadır. Orman, jeoloji, madencilik, arazi kullanımı, toprak haritaları üretilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kentsel haritaların detaylandırılmasında ve hatta, kaçak arazilerin tespit edilmesinde uydu görüntülerinden elde edilen veriler kullanılmaktadır (Ergin, 2006). Tarımsal üretimde ise arazilerin sezon boyunca periyodik olarak izlenmesi, problemlili alanların tespiti veya rekolte tahmini yapılmasına olanak tanımaktadır. Toprak ve bitkilerin nem içerikleri ile sıcaklıkları, bitkilerin örtme oranı, hastalık, zararlı veya bitki ihtiyaçlarının karşılanamamasından ileri gelen stres koşullarının izlenmesi ve değerlendirilmesi de yapılabilmektedir.

1.2.1.1. Uzaktan algılamada sensör tipleri

Uzaktan algılamada kullanılan sensörler, Pasif sistemler ve Aktif sistemler olmak üzere iki grupta toplanabilirler. Pasif sistemler yeryüzünün doğal yayılım enerjisi veya

güneş enerjisinin yansıtılarak dönen miktarını algılamak, Aktif sistemler ise kendi enerji kaynaklarını kullanan algılayıcılardır. Aktif sistemler sahip oldukları elektromanyetik dalga sinyallerini görüntülenmek istenen yüzeye gönderir ve geri yansıyan enerjiyi algılarlar. Şekil 1, pasif (1) ve aktif (2) sistemleri göstermektedir.



Şekil 1. Pasif ve Aktif Uzaktan Algılama Sensörleri

1.2.1.2. Elektromanyetik enerji ve elektromanyetik spektrum

Elektromanyetik enerji hareketi, frekans, dalgaboyu ve hız ile tanımlanır. Dalgaboyu, art arda gelen iki dalganın en yüksek noktaları arasındaki uzunluğu tanımlarken, saniyede oluşan dalga sayısı ise Frekans olarak anılır (Sesören, 1998).

$$L = c/F \quad (\text{Eşitlik 2})$$

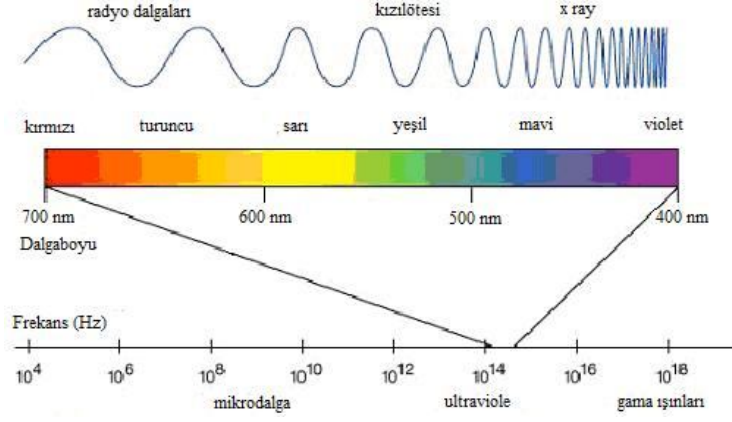
Bu eşitlikte;

L : Dalga boyu

c : Hız

F : Frekans' ı simgelemektedir.

Elektromanyetik spektrum sürekli bir enerji ortamıdır (Engman ve Gurney, 1991). Gözümüzün algılayabildiği dalga boyları elektromanyetik spektrumun görünür bölgesinde yer almaktadır (400-700 nm) (Şekil 2.).

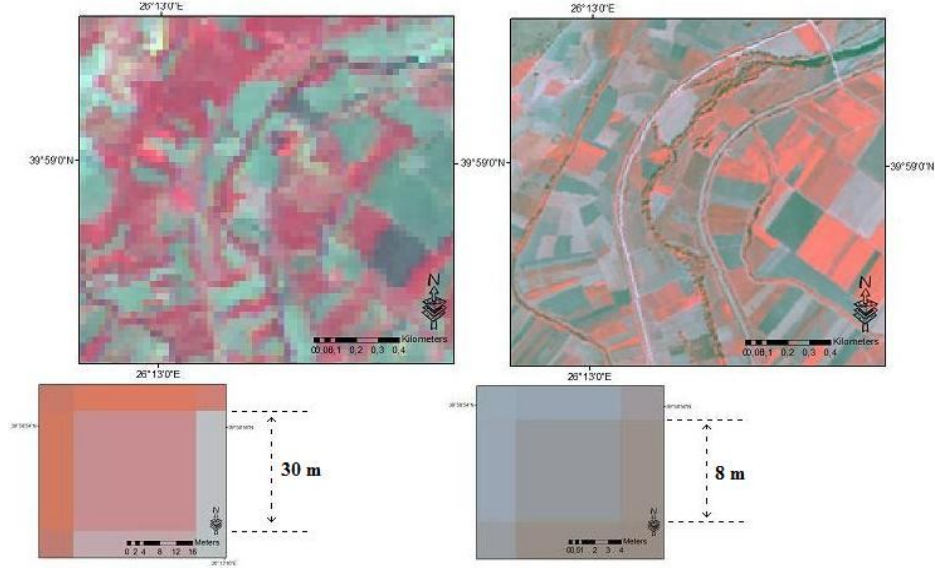


Şekil 2. Elektromanyetik Spektrum

1.2.1.3. Uzaktan Algılamada Çözünürlük

Uzaktan algılama sistemlerinde 4 tip çözünürlükten bahsedilmektedir. Bunlar; Yersel, Spektral, Radyometrik ve Zamansal çözünürlükler olarak bilinir.

Yersel Çözünürlük: Uzaktan algılamadaki uydu sistemleri tarafından algılanabilen en küçük birim *piksel* olarak adlandırılır ve bir uydu görüntüsü, çekildiği uydunun özelliklerine bağlı olarak farklı sayıda ve büyüklükte piksellerden meydana gelmiştir. Yersel çözünürlük kavramı, bu piksellerin büyüklüğünün ifadesinde kullanılmaktadır. Bir pikselin boyutu büyüdükçe, görüntünün yersel çözünürlüğü azalmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Farklı Yersel Çözünürlüğe Sahip Görüntüler

Şekil 3' te yersel çözünürlüğü 30 m olan Landsat TM uydu görüntüsü ile 8 m yersel çözünürlüğe sahip Formosat II görüntüsü verilmiştir. Görüldüğü üzere, aynı alanı gösteren iki görüntüden yersel çözünürlüğü daha yüksek olan Formosat II görüntüsü (sağda) daha

detaylıdır. Farklı uydulardan elde edilen görüntülerin yersel çözünürlükleri de farklıdır. Yapılan çalışmanın amacına göre uygun yersel çözünürlüğün seçilmesi ekonomik anlamda önemlidir. Örneğin, AKBÖ belirleme çalışmaları için Landsat görüntüsü yeterli olurken, farklı bitki türlerinin belirlenmesi gibi çalışmalarda daha yüksek çözünürlüğe sahip görüntülere ihtiyaç duyulabilir. 1 m' nin altında yersel çözünürlüğe sahip görüntüler de mevcut olmakla beraber, genellikle askeri veya yüksek maliyetli ticari amaçlarla kullanılırlar.

Spektral Çözünürlük: Algılayıcının içinde bulunan bantların sayısı ve genişliği spektral çözünürlük ile ifade edilir. Spektrumun ayrıldığı parça sayısı arttıkça, algılayıcıların spektral olarak ayırt edici özelliği de o derece artmaktadır (Marangoz, 2008).

Radyometrik Çözünürlük: Görüntünün kalitesinin açıklanmasında kullanılan çözünürlük, radyometrik çözünürlük olarak tanımlanmıştır (Anonim, 2007). Radyometrik çözünürlük bit cinsinden ifade edilir ve 2^n formülü ile tanımlanır. Örneğin 8 bitlik (1 bayt) bir görüntüde $2^8 = 256$ farklı düzeyde parlaklık bulunmaktadır.

Zamansal Çözünürlük: Sensörlerin dünya yüzeyinin aynı bölümünü görüntüleme sıklığı Zamansal çözünürlük olarak bilinir. Zamansal çözünürlük, uyduların dizaynına ve yörünge modellerine bağlıdır.

1.2.2. Görüntü sınıflama

Uydulardan elde edilen görüntülerin içerdiği veriler karmaşık ve ham verilerdir. Bunlardan yararlanarak alanlar hakkında bilgi sahibi olabilmek, görüntülere analiz ve yorumlama tekniklerinin uygulanmasıyla mümkündür. Uydu görüntüleri, çekilmiş olduğu uydunun özelliklerine göre, farklı büyüklüklerdeki piksellerden meydana gelir. Bir görüntünün, piksellerin spektral özelliklerine ve karakteristiklerine bağlı olarak gruplara ayrılması “Görüntü Sınıflama” olarak bilinmektedir (Richards ve Jia, 2006). Görüntü sınıflama, verilerin anlamlı hale getirilmesinde en yaygın olarak kullanılan yöntemdir (Bahadır, 2007). Görüntü sınıflama işleminin bir sonucu olarak, her pikseli belirli bir sınıfa ait olan yeni bir görüntü elde edilir. Bu görüntüler arazinin durumunu gösterirler ve Arazi Kullanım ve Bitki Örtüsü (AKBÖ) haritaları olarak anılırlar. Görüntü sınıflama yöntemiyle AKBÖ durumunun belirlenmesi, kullanıcının sınıflamaya müdahale edip etmemesine göre *kontrolsüz* veya *kontrollü* sınıflama teknikleri kullanılarak yapılabilir (Shrestha, 1998: Konukçu, 2007’ den).

1.2.2.1. Kontrolsüz sınıflama

Kontrolsüz sınıflama yöntemi doğal sınıfların tespiti, tanımlanması ve haritalanmasında kullanılan; kullanıcının görüntünün içerdiği yüzey veya cisimlerin bilgilerini belirtmesini gerektirmediği sınıflama yöntemidir. Bu yöntemde spektral özelliklerine göre ayrılabilen gruplar oluşturulur (Kansu, 2006). AKBÖ durumu tespit edilecek alanın ayrılmak istendiği kategori sayısı belirtilmesiyle, görüntü spektral özelliklerinin benzerliklerine göre, belirtilen sayıda sınıfa ayrılır. Bu yöntem genellikle, sınıflanacak yer hakkında daha az bilgiye sahip olduğumuz durumlarda kullanılır. Bölge hakkında daha önceden bilgi sahibi olmaya gerek olmaması ve insan kaynaklı hataların minimum düzeyde olması nedeniyle avantajlıdır (Campbell, 2002). Bununla birlikte, kontrolsüz sınıflama ortaya çıkan sınıfların yorumlanabilir olduğu koşullarda kullanışlıdır (Jensen, 1996), ve yalnızca oluşturulan grupların adlandırılmasında kullanıcı bilgisine gereksinim duyulur.

1.2.2.2. Kontrollü sınıflama

Bir görüntü üzerinde özellikleri bilinen piksellerden alınan örnekler kullanarak özellikleri bilinmeyen piksellerin sınıflanması kontrollü sınıflama olarak anılır (Jensen, 2000). Bu yöntemde sınıflama işlemi, özelliği bilinen kısımların imza dosyası halinde örneklenerek, diğer kısımların bu örneklere göre, oluşturulmuş olan gruplara otomatik olarak atanmasıyla yapılır. Kontrollü sınıflamada parametrik ve parametrik olmayan karar mekanizmaları mevcuttur. Parametrik olmayan kontrol mekanizmaları; Parallelepiped ve Feature Space kurallarından oluşurken, parametrik mekanizmalar ise Maximum likelihood, Mahalanobis Distance ve Minimum Distance kurallarını kapsamaktadır (Erdas, 9.1).

1.2.3. Sayısal Yükseklik Modelleri

Yükseklik, eğim v.b. olan konuma bağlı bilgilerin kullanımının yaygınlaşması ile, konumsal bilginin modellenmesi, hatta enterpolasyon ile ara değerlerin üretilmesi gibi işlemler mutlak gerekli hale gelmiştir ve gelişen bilgisayar teknolojileri ile bu işlemler kolayca yapılabilir duruma gelmiştir (Özalp, 2009). Arazi karakteristiklerinin yersel dağılımının sayısal olarak gösterimine Sayısal Arazi Modeli (SAM) denir (Doyle, 1978) ve bu karakteristikler arasından yalnızca yükseklik özelliklerini içeren model SYM olarak anılır (Collins ve Moon, 1981). Bir SYM, topografik bilgilerin raster formunda gösterimidir (USGS, 2010) ve sayısal değerler düzenli bir grid üzerine kaydedilmiştir (Fisher ve Tate, 2006). SYM kullanılarak yüzeyin ifade edilmesinde birbirine bitişik

kareler (piksel) kullanılır ve her bir kare tek bir yükseklik değerini içermektedir.

Arazi yüzeyi yüksekliklerinin sayısal kayıtları, coğrafik bilginin ilk geniş olarak kullanılabilir formları olarak bilinir ve bu modellerin türevleri jeo-morfometriden hidrolojik modellemelere kadar değişen uygulamalarının her aşamasında kullanılmaktadır (Pike, 2000; Kenward ve ark., 2000, Hancock ve ark., 2006). Bir SYM, yüzeylerin morfolojisi hakkında bilgi üretmek amacıyla kullanılabilir (USGS, 1987: Lin ve ark., 2006' dan). SYM' nin eğim, bakı ve kıvrım gibi birincil dereceden yüzey türevleri, arazi yapısının karakterizasyonu için kaynak sağlamaktadır (Evans, 1998; Wilson ve Gallant, 2000; Demirkesen, 2003). Kısaca SYM; bakı, eğim, eş yükselti eğrileri gibi haritaların oluşturulması, taşkın analizleri, kar ve su hidrolojisi gibi farklı amaçlar doğrultusunda kullanılabilirken, sosyoekonomik ve çevresel planlamalar için yapılan CBS analizlerinde de, SYM' ne gereksinim vardır (Cowen ve ark., 1995). Moore ve ark. (1991) CBS teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak geliştirilen SYM' lerin uygulama alanının giderek arttığını, hidrolik, hidrolojik, su kaynakları ve çevre ile ilgili araştırmalarda kullanımının yaygınlaştığını belirtmiştir.

SYM, Stereo görüntülerden oluşturulabileceği gibi, doğrudan topografik haritaların sayısallaştırılması yöntemiyle de elde edilebilir. Elde edilmiş yöntemi ne olursa olsun, SYM topografik yapı ve arazi yüzeyi hakkında detaylı bilgi sağlayan ürünlerdir (Wechsler, 2007).

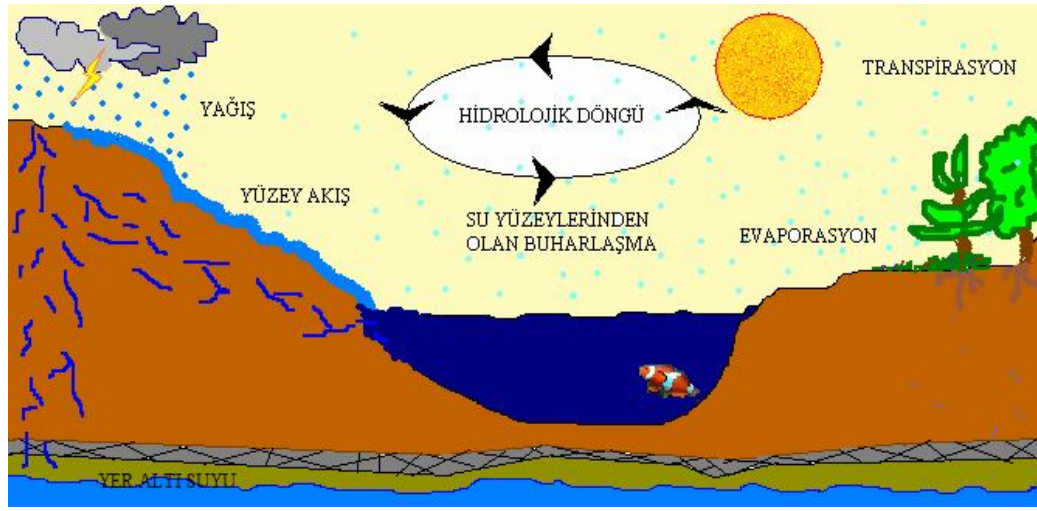
1.2.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

CBS'nin daha önceki ismi olan *Coğrafik Bilgi Bilimi*, ilk olarak 1992 yılında tanımlanmıştır ve 1995' te uyarlanarak *Coğrafik Bilgi Sistemleri* adını almıştır (Goodchild, 2009). CBS, konumsal veri ve ilişkili bilgilerin toplandığı, depolandığı, görselleştirildiği, yönetildiği, analiz edildiği ve sorgulandığı, veri, bilgisayar donanım ve yazılımından oluşan bir sistemdir (ESRI, 2009). Konum ve özellik verilerini birlikte saklama ve işleyebilme özelliği CBS teknolojilerini birçok uygulama için gerekli kılar (Chang, 2004).

CBS meydana getiren unsurlar; farklı özelliklerdeki veriler, verilerin saklanacağı ve yazılımların kullanılacağı donanım sistemi, analizlerin yapılacağı yazılım, sistemin kullanacak ve yorumlayacak kullanıcı ve en önemlisi işlemlerin yapılmasında uygulanacak yöntemdir. Veriler, arazi gözlemlerinden elde edilebileceği gibi, doğrudan kağıt formattaki haritalardan bilgisayar ortamına aktarma yoluyla da oluşturulabilir (Yomralıoğlu, 2003).

1.2.5. Hidrolojide Uzaktan Algılama ve CBS Kullanımı

Dünyadaki suyun varlığını, dağılımını, değişimini, fiziksel ve kimyasal özelliklerini, çevre ve canlılara etkilerini inceleyen bilim dalına Hidroloji denilmektedir (Tülücü, 2002). Dünyada belli miktarda bulunan su, yer üstü yer altı ve atmosfere dağılmış haldedir ve devamlı faz değiştirmektedir. Bitki örtüsü bulunan arazilere düşen yağışlardan bir kısmı bitki ve toprak tarafından tutularak buradan buharlaşabilirken, bir kısmı toprağın içine sızabilir, yer altı suyuna karışabilir veya yüzey akışa geçebilir. Tüm bunlar sırasında baraj, göl, nehir ve okyanuslardan buharlaşma sürmektedir (Kaudmani, 2004). Buharlaşma olurken, yağış da meydana gelebilir. Bu çevrimin bütününe Hidrolojik devre denilmektedir (Şekil 4.).



Şekil 4. Hidrolojik Çevrim

Belli bir alana giren akışların çıkan akışlardan farkı su miktarındaki değişimi verir (Eşitlik 3).

$$I - Q = ds / dt \quad (\text{Eşitlik 3})$$

I : Giren akış

Q : Çıkan akış

ds : Suyun miktarındaki değişim

dt : Zaman

Su bölümü (ayrım) çizgisi, akışın toplandığı kanalın çevresindeki en yüksek noktalardan geçen çizgidir. Su bölümü çizgisini meydana getiren topografik özelliklerle kuşatılan alan havza olarak anılır (Karaş, 2005) ve bu alan, yağışlardan sonra meydana gelen yüzey akışı belirli bir kanala aktararak tek bir çıkışa ulaştırır (Okman, 1994). Bunun anlamı, yüzeye düşen yağış sularının toplanarak, daha düşük kottaki noktalara iletilmesidir.

Havza, bir nehrin kaynağıyla sonlandığı yer arasında kalan ve nehre su veren alanın tümünü kapsamaktadır. Hidrolojik olayların izlenmesinde dikkate alınan en küçük birimler havza sistemleridir. Havzalar öncelikle, kendi içerisindeki özellikler bakımından benzerlik ve bütünlük gösteren, bunun sonucunda diğer alanlarla arasında bulunan farklılıkların, kendi içerisindeki benzerlikten büyük olan bir arazi parçası olduğu unutulmamalıdır.

Uzaktan Algılama

1972 yılında ERTS-1 (Earth Resources Technology Satellite)' in başarıyla fırlatılmasıyla birlikte, hidrolojik çalışmalar için uzaydan yapılan gözlemleri içeren yeni bir kaynak elde edilmiştir (Pietroniro ve Laconte, 2000). UA ve CBS' ndeki gelişmeler ve uygulamada sağladıkları kolaylıklar nedeniyle, günümüzde hidrolojik modelleme ve çeşitli su kaynağı problemlerinde önemli bir veri ve bilgi kaynağı olarak kullanılmaktadır (Engman ve Gurney, 1991). Suyun yakın ve orta kızılötesi dalga boylarındaki enerjinin büyük bir bölümünü absorbe etmesinden ötürü yansıyan enerji miktarı az olduğundan, su birikimi olan noktalar spektral özellikleri bakımından diğer AKBÖ sınıflarından kolayca ayrılabilir. Bu nedenle göller ve barajlar gibi geniş su yüzeylerinin belirlenmesi, uzaktan algılamada kolaylıkla ve yaygın olarak yapılabilen bir işlemdir (Pietnorino ve Leconte, 2000).

Coğrafi Bilgi Sistemleri

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), bilgi entegrasyonuna olanak tanınması ve çok geniş alanlarda kolayca uygulanabilir olması nedeniyle, hidrolojik çalışmalar için kritik bir araç haline gelmiştir. CBS'ne dayalı işlemlerin, birçok geleneksel mühendislik tekniklerinin otomasyonuna olanak sağlarken, maliyeti ve harcanan zamanı azaltıp, modellemeleri daha detaylı, daha yüksek doğrulukta ve daha efektif halde sunmasıyla, hidrolik ve hidrolojik simülasyon modellerinin kalitesini yükselttiği belirtilmiştir (Crampton ve Fleming, 2005).

CBS' ne dayanan hidrolojik analizlerin başlıca gerektirdikleri, SYM ve AKBÖ haritalarıdır. Bunun nedenleri şu şekildedir:

- Havza sınırlarının, akarsu ağlarının belirlenmesi ve çeşitli yapısal parametrelerin tespiti SYM yardımıyla olmaktadır.
- AKBÖ haritaları ise bitki sınıflarının ve bunların tanımlanan havzalar içerisinde dağılımlarının belirlenmesini sağlamaktadır (Luzio ve ark., 2005).

CBS analizlerinde kullanılacak olan su yolları ve havza sınırları paftalardan sayısallaştırılabileceği gibi, SYM ve bundan türetilen eş yükselti eğrileri bilgileri kullanılarak otomatik olarak da yapılabilir (ESRI, 2009). Arazi-akarsu

interaksiyonu üzerine yapılan çalışmalar, doğal kaynakların korunması, alan planlanması ve ekosistemlerin yapı ve fonksiyonlarının anlaşılması bakımından önemlidir (Burcher, 2009). Arazideki cephe durumları; akarsuların fiziksel, kimyasal ve biyotik tepkilerinin etkili belirleyicileri olduğundan, araştırmacılar tarafından her zaman dikkate alınmıştır (Roth ve ark., 1996; Trimble ve Crosson, 2000). Bununla birlikte bir yüzey üzerinde akan suyun rotası, yüzeyin şekline bağlıdır. Bu nedenle akım yönü, eğim ve bakı durumlarından türetilir. Oluşturulan akım yönleri haritasından, drenaj ağları, bayırlar ve su toplama havzası sınırları belirlenebilir. CBS' nin hidroloji ile ilgili uygulamaları, hidrolojik eğilimlerin sentez ve karakterize edilmesinden, hidrolojik olaylara tepkinin tahminlenmesine kadar geniş bir aralığa sahiptir (Xu ve ark., 2001).

UA ve CBS Entegrasyonu

Akarsu şebekeleri, göller, drenaj ağları ve havzalara ait sayısal veriler, hidrolojik süreçlerin bu iki yöntemin birlikte kullanılmasıyla oluşturulan modellemelerde önemli gerekliliklerdir (Vogt ve ark., 2007). Raster formundaki CBS verileri kanal şebekesi analizleri için yaygın olarak kullanılmaktadır (Strobl ve Forte, 2007). Akarsu şebekelerinin yanında baraj, göl gibi insan yapımı veya doğal olarak oluşmuş su toplama noktalarının tespit edilmesiyle buradan çıkan suyun rotasının belirlenmesi mümkün olmaktadır. UA ve CBS hidrolojide sel zararının tahminlenmesi, göl ve rezervuar hacimlerinin izlenmesi, su kalitesinin belirlenmesi, kar hidrolojisi, yüzey hidrolojisi ve havza hidrolojisi gibi birçok çalışmada kullanılmaktadır. Uzaktan algılama ve CBS' nin entegrasyonu, coğrafik bilgilerin kalitesini artırdığı gibi, ekonomik şekilde üretilemeyen bilgilerin de elde edilmesini mümkün kılar. Böylelikle çalışmalarda oluşturulan veri tabanlarının güncelleştirilmesine de katkı sağlar.

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yürütülen tez çalışmasının konusuyla direk olarak ilgili bir çalışma bulunmamasıyla birlikte çalışma ile dolaylı olarak ilgili olabilecek bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir.

2.1. Hidroloji, UA ve CBS Üzerine Yapılan Çalışmalar

2.1.1. Ülkemizde Yürütülen Çalışmalar

Algancı ve ark., akım ölçümleri bulunmayan akarsu havzalarında UA ve CBS tekniklerini kullanarak, hidroelektrik potansiyeli belirlemeye yönelik bir çalışma yapmıştır. CBS ortamında belirlenen havzalar için eş yağış haritaları oluşturulmuş, topografik parametreler ve yağış bilgileri akım denklemi içerisinde değerlendirilmiş ve istasyon noktalarına ait akım değerleri hesaplanabilmiştir.

CBS kullanılarak tarımsal veri tabanlarının oluşturulması ve arazi kullanım planlaması yapılması amacıyla Tuğaç ve Torunlar (2002) tarafından yapılan çalışma sonucunda, çalışma alanının mevcut arazi kullanımı, eğim, drenaj, erozyon, taşlılık, tuzluluk, pH özellikleri belirlenmiş, hangi ürünün nerede yetiştirilebileceği tespit edilmiştir. Böylece, arazi kullanım planı oluşturulmuştur. Bununla birlikte, iki farklı yıla ait hava fotoğrafları karşılaştırılarak, alan içerisinde bulunan göletteki 20 yıllık değişimler gözlemlenmiştir.

Aslan (2005), tarafından yapılan çalışmada CBS' den yararlanarak bazı havza özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bursa Karacabey ilçesi İnkaya gölet havzasında yürütülen çalışma sonucunda, havza alanı, havza çevre uzunluğu, havza yükseklikleri (minimum, maksimum ve ortalama yükseklikler), yöneyi, ortalama eğimi ve drenaj yoğunluğu tespit edilmiştir.

Özcan ve ark. (2009), Aşağı Sakarya havzasında taşkın riskini belirlemek için bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada iki farklı yöntem olan Çok Kriterli Karar Verme Analizi ve Hidrolojik Modelleme kullanılmışlar ve yapılan hesaplamalar sonucunda hidrolojik modellemenin daha doğru sonuçlar sergilediğini görmüşlerdir. Bu model sonucuna göre olası taşkın etkileyeceği alanlar toplamı 3950 ha bulunmuştur.

Konukçu (2007), CBS ve uzaktan algılama tekniklerinin sulama yönetiminde kullanılma olanaklarını incelemiştir. Çalışma alanında yetişen bitki çeşitliliğini uzaktan algılama yöntemiyle belirledikten sonra, yetiştirme periyodunda bitkilerin ihtiyaç duyduğu su miktarlarını CBS kullanarak haritalamış ve uygun sulama programı oluşturmaya çalışmıştır.

Tokat yöresinde yürütülen bir çalışmada, yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri kullanılarak yöredeki tatlı sular ve çevrelerinin özellikleri belirlenerek, yüzey sularına ait daha detaylı ve düzenli bir coğrafi veritabanı hazırlanmıştır (Susam, 2006).

Sakarya nehrinin kirlilik yükünün tespit edilebilmesi için yapılan çalışmada, UA ve CBS olanaklarından yararlanılmıştır. Çalışma sonunda, nehrin istenilen noktasında kirlilik değerinin hesaplanabilir hale gelmiş ve sorgulanabilir haritalar oluşturulmuştur (Gümrükçüoğlu ve Baştürk, 2007)

Rezervuar bazında sulama projeleri için optimum su yönetiminin belirlenmesi üzerine yürüttükleri çalışmada Ali ve ark. (2003), aylık net su tüketimi haritalarını CBS teknikleri kullanarak oluşturmuşlardır.

Namkhai (2006) yılında yapmış olduğu tez çalışmasında Çatalan barajının (Adana) kirlilik hassasiyetini belirlemiştir. Su kaynağına kirleticinin ulaşabileceği yollar ve duyarlılık indekslerinin oluşturulmasında kullanılan drenaj yoğunluğu, çatallanma oranı gibi etkenler ArcHydro modülüyle oluşturulmuştur. Buradan elde edilen çıktıların toprak ve topografya özellikleri ile ilişkilendirilmesinde ise ArcGIS yazılımından faydalanılmıştır.

2.1.2. Dünyada Yürütülmüş Çalışmalar

Ramroop (2007), bir seri rezervuar yapımının Trinidad’ daki sel basmanlarının önlenmesine yararıllılığının kararlaştırılmasında, ArcGIS’ in bir uzantısı olan ArcHydro’nun devlete yardımcı olabileceği yaklaşımını incelemiş ve bu tür çalışmalarda ArcHydro modülünün kullanılabilir olduğunu göstermiştir.

SYM’ nin, drenaj şebekesinin otomatik olarak belirlenmesinde kullanımı Kiss (2004) tarafından incelenmiş ve bu yöntemin doğal alanlarda iyi sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

Naxos’ ta küçük barajlar oluşturulabilecek yerleri tespit etmek için, Hatzopoulos ve ark. (2005), ArcHydro ve SYM’ den yararlanmıştır. Sonuçta, tüm küçük barajların taşıma kapasiteleri hesaplanmış ve yüzey akışın toplam tutulabilir miktarı analiz edilmiştir.

Landsat 5 uydu görüntüsüne basit sayısal görüntü işleme teknikleri uygulanarak akarsuların haritalanmasının doğruluğunun belirlenmesi amacıyla yapılan projede, Landsat TM verilerinin akarsu haritalamasında doğru bir şekilde kullanılabildiğini göstermiştir (Frazier ve Page, 2000).

SYM’ den havza modellemesi analizleri, Lin ve ark. (2008) tarafından gelişmiş algoritmalar ve CBS teknikleri kullanılarak yapılmıştır.

Murphy ve ark. (2008), Lidar ve Fotogrametrik SYM’ leri kullanarak akarsu ağlarını modellemiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Lidar-SYM arazi kullanımı/planlaması ve

hidrolojik modellemelerde büyük bir uygulama potansiyeline sahip olduğu görülmüştür.

Su kaynakları yönetiminde hidrolojik modelleme ve CBS entegrasyonunun kullanımını irdeleyen Xu ve ark. (2001), havza bazlı su kaynakları yönetiminde bu entegrasyonun başarılı şekilde kullanılabileceğini ve havza durumunda bir değişim olduğunda kolayca modifiye edilip güncellenebileceğini rapor etmiştir.

Woldie (2003), Roxo barajından sulanan alanının çevresinin genişlemesi için, kullanılabilir su kaynaklarının durumuna göre su kaynağı potansiyelinin değerlendirilmesini amaçlayan bir tez çalışması yapmış ve çalışma alanının AKBÖ durumunun belirlenmesinde Landsat 7 görüntülerinden yararlanmıştır.

Hancock (2005), farklı ölçeklerde SYM' ler ile su toplama havzalarının tanımlanması ve karakterize edilmesine yönelik olarak yaptığı çalışmada, uygun ölçekten daha büyük ölçekli SYM' lerin kullanılmasının, havza detaylarında göz ardı edilemeyecek kayıplara neden olduğunu göstermiştir. Örneğin tepe eğimi için 10 m den büyük ölçeklerde detaylar ortadan kalkmaktadır.

Güney Afrika' da bulunan Umzimvubu nehri havzasının hidrolojik modellemeleri için, parametrelerin belirlenmesinde UA verilerinin başarıyla kullanılabildiği rapor edilmiştir (Helmschrot, 1999).

El Bastawesy ve ark. (2008), Mısır' ın Kuzeybatı bölgesinde havzaların şekillendirilmesi amacıyla yürüttükleri çalışmada, AKBÖ durumunun belirlenmesi için Landsat görüntülerinden yararlanmışlardır.

BÖLÜM 3

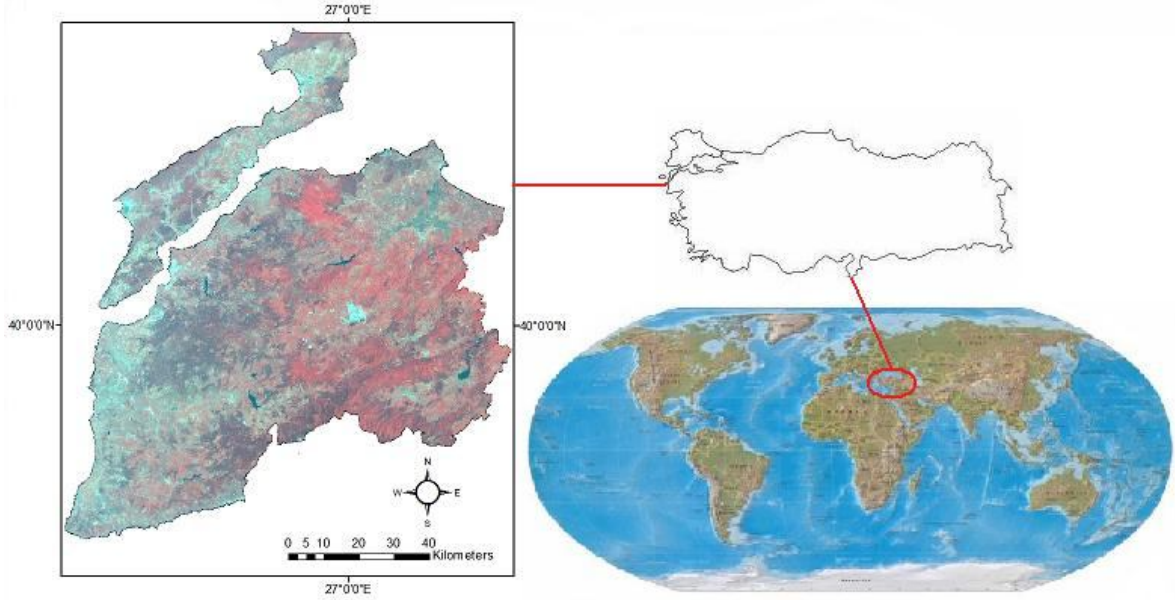
MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1.Çalışma Alanı

3.1.1.1 Alanın konumu

Çalışma, Ege ve Marmara bölgeleri arasında, 25°40' - 27°30' Doğu meridyenleri ile 39°27' - 40°45' Kuzey paralelleri arasında konumlanmış olan Çanakkale ilinde yürütülmüştür (Çanakkale Valiliği, 2010) (Şekil 5.). Çanakkale ili Merkez ilçe, Lapseki, Biga, Çan, Yenice, Bayramiç, Ayvacık, Ezine, Eceabat, Gelibolu ilçeleri ile, Gökçeada ve Bozcaada ilçeleri olmak üzere toplam 12 ilçeyi kapsamaktadır. Ancak, Bozcaada ve Gökçeada ilçeleri çalışma kapsamında ele alınmamış ve çalışma diğer 10 ilçe göz önünde bulundurularak yürütülmüştür.

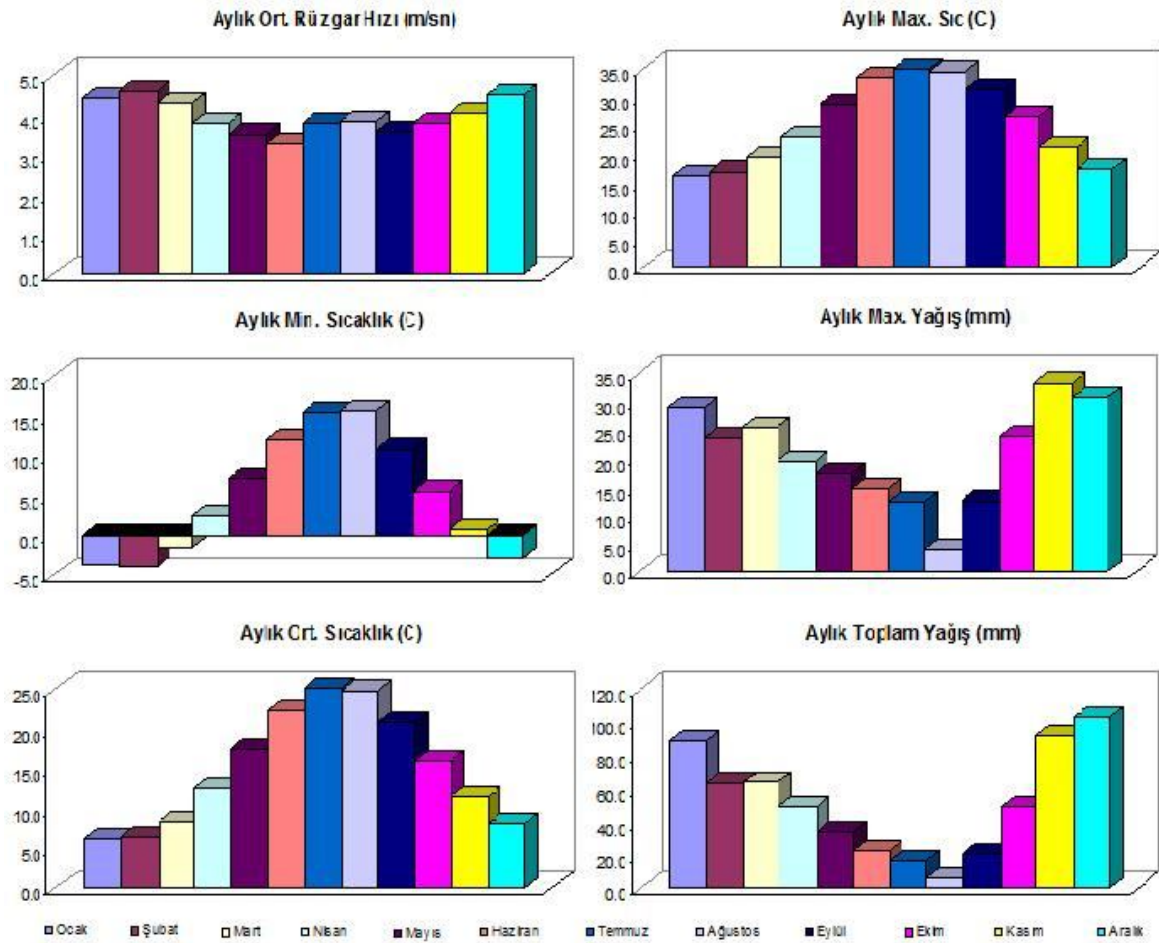


Şekil 5. Çalışma Alanının Konumu

3.1.1.2 İklim özellikleri

Akdeniz ve Karadeniz geçiş iklimine sahip olan Çanakkale ili genel karakteriyle Akdeniz iklimi özelliklerini yansıtmakla beraber bulunduğu konum itibariyle kış aylarındaki ortalama sıcaklık daha düşüktür ve yılın büyük bir kısmı Kuzey'den esen rüzgarların etkisi altında geçer (Çanakkale Valiliği, 2010). Yıllık 600,2 mm ortalama yağışa sahiptir (DMİ, 2010). Yılın büyük bir kısmında Kuzey'den esen rüzgarın etkisi altındadır. Uzun yıllar ortalamasına göre (1975-2006) bazı iklim parametrelerinin aylık

değişimleri Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 6. Bazı Meteorolojik Verilerin Aylara Göre Değişimi

Uzun yıllar ortalamaları kullanılarak oluşturulan grafiklerden, Aylık ortalama rüzgar hızları grafiği incelendiğinde, en yüksek rüzgar hızının sonbahar ve kış aylarında kaydedildiği ve bunların birbirlerine yakın değerlerde seyrettiği görülmektedir. En yüksek rüzgar hızı 4,6 m/sn ile Şubat ayında kaydedilmiştir. Rüzgarın en düşük hızla estiği ay ise Haziran ayıdır (3,3 m/ sn).

Ortalama sıcaklık değerleri sırasıyla Temmuz (25 °C), Ağustos (24,7 °C) ve Haziran (22,3 °C) aylarında ölçülmüştür ve bu ayları Eylül (20,8 °C) ve Mayıs (17,4 °C) izlemektedir. Ocak (6,3 °C), Şubat (6,3 °C) ve Aralık (8,1 °C) ayları yılın en soğuk aylarıdır. Bunun yanında, minimum sıcaklıklara bakıldığında, bahsedilen aylarda kaydedilen minimum sıcaklıkların negatif değere sahip olduğu da görülmüştür. Maksimum sıcaklığın aylara göre dağılımı da ortalama sıcaklık dağılımıyla paralel bir değişim sergilemiştir.

Yağış dağılımları grafiği ele alındığında, aylık toplam yağış miktarı bakımından en yüksek yağışın Aralık ayında gerçekleştiği (103,3 mm), bunu Kasım (91,7 mm) ve Ocak (88,5 mm) aylarının izlediği görülmüştür. Toplam yağışın en yüksek değerinin Aralık ayında görülmesine rağmen uzun yıllar ortalamasına göre maksimum yağışın en yüksek değeri 33,1 mm ile Kasım ayında ölçülmüştür. Bununla birlikte en düşük yağış toplamı Ağustos ayında (5,9 mm) gözlemlenmiştir.

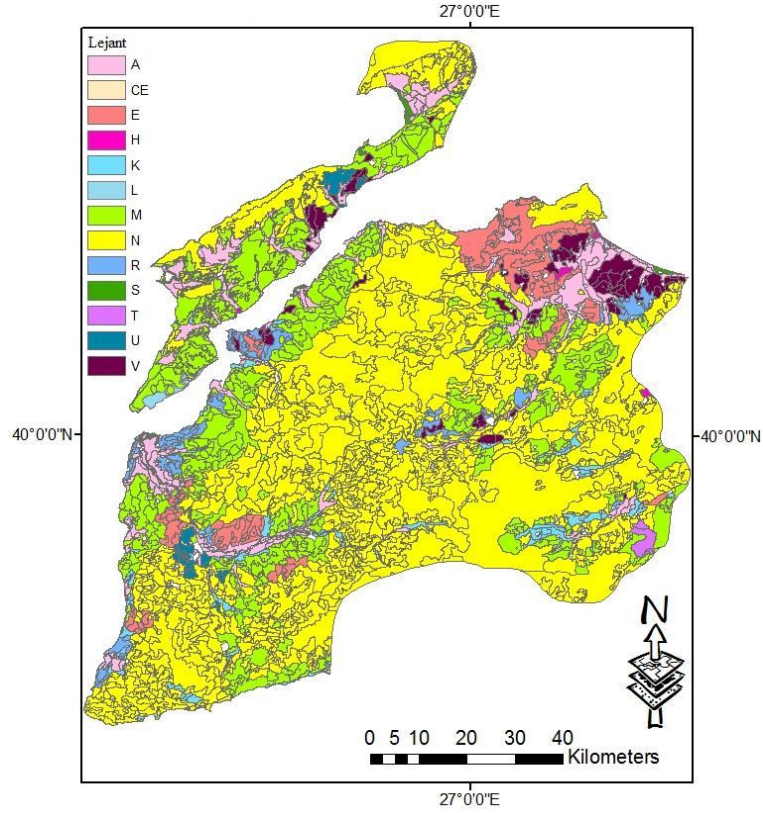
3.1.1.3. Toprak Özellikleri ve Sayısal Toprak Haritaları

Çalışma alanına ait toprak özellikleri Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfları (AKK), Büyük Toprak Grupları (BTG), Erozyon Dereceleri (ERZ), Derinlik (DER) ve ATS (Arazi Toprak Sorunları) değerlerini öznitelik tablosunda barındıran sayısal toprak haritalarından elde edilmiştir. Toprak haritaları, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (1999)' nün oluşturduğu 1:25000 ölçekli haritalardan sayısallaştırılmış halde bulunan haritalardır.

Büyük Toprak Grupları (BTG)

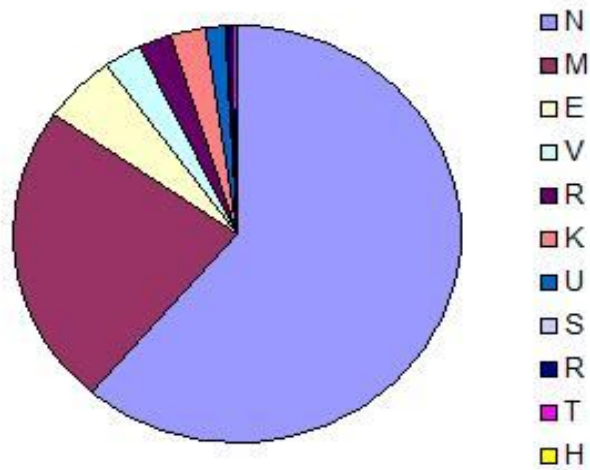
Toprak oluşumuna yön veren ve oluşan toprağın karakterini belirleyen unsurlar; iklim, bitki örtüsü-canlılar, engebelilik, anamaddeler ve zaman faktörleridir (Atalay ve ark.). Bu etmenlerin farklı kombinasyonları bir araya geldiğinde kayalarda farklı süreçler meydana gelir ve farklı topraklar oluşur (TSGM, 1974).

İl sınırlarındaki topraklar BTG' na göre, kireçsiz kahverengi orman toprakları (N), Kahverengi Orman Toprakları (M), Alüvyal Topraklar (A), Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları (E), Vertisoller (V), Kolüvyal Topraklar (K), Rendzinalar (R), Kireçsiz Kahverengi Topraklar (U), Regoseller (L), Kırmızı Akdeniz Toprakları (T), Alüvyal Sahil Bataklığı (S), hidromorfik alüvyal topraklardan meydana gelmiştir (H) (Şekil 7).



Şekil 7. Çalışma Alanının Büyük Toprak Grupları (BTG) Haritası

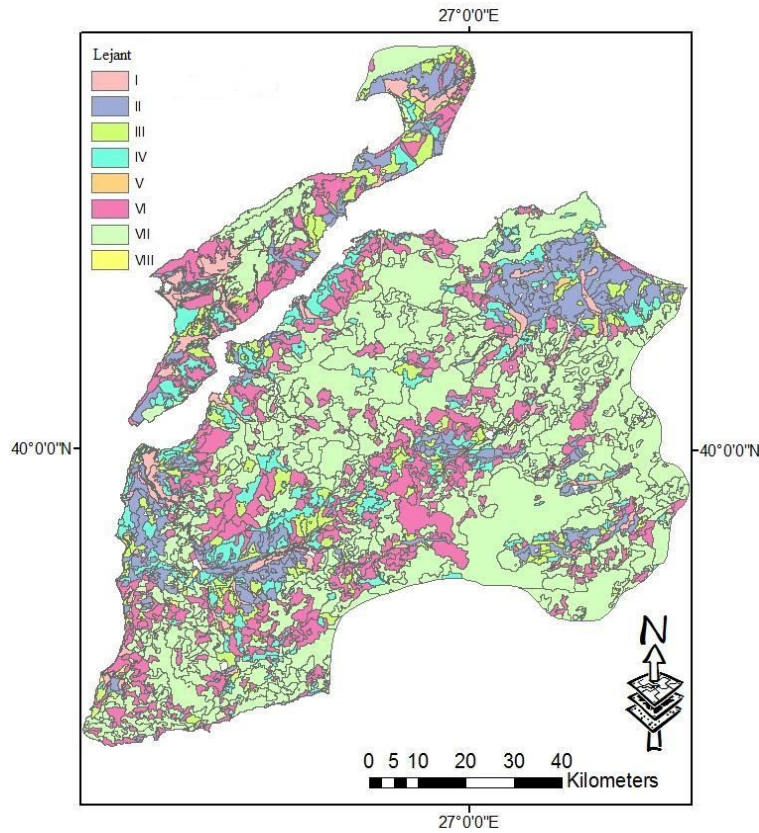
Bu haritalardan elde edilen bilgilere göre; BTG Sınıflamasında çalışma alanı topraklarının büyük bir kısmı (% 56) N grubu (Kireçsiz kahverengi orman toprağı) toprak sınıfına dahildir. Fakat bu sınıfa dahil olan toprakların yalnızca % 11' inin tarıma uygun olduğu belirtilmiştir (KHGM, 1999). Kahverengi orman toprakları yaklaşık % 22' lik payla ikinci, Alüvyal topraklar ise % 7 ile üçüncü sırada yer almaktadır (Şekil 8).



Şekil 8. BTG Alansal Dağılımı

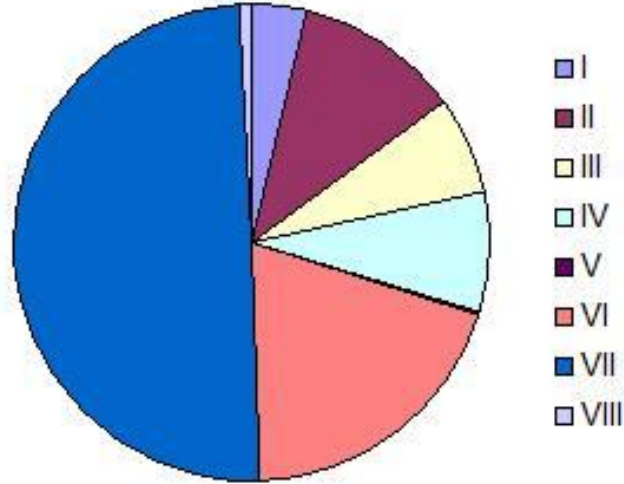
Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfları (AKK)

Arazi Kullanım Kabiliyet sınıfları, arazilerin fiziksel potansiyellerinin belirlenmesi amacıyla oluşturulmuştur (Gülersoy, 2001). Yapılan sınıflandırmada araziler 8 kabiliyet sınıfına ayrılmıştır. Bu sınıflardan I., II., III. ve IV. sınıfa dahil olan araziler tarıma uygunken, V., VI., VII. ve VIII. sınıf araziler tarımsal üretim açısından uygun olmayan arazileri kapsamaktadır. Tarım alanlarının korunması, sürdürülebilmesi, beslenme sorunlarının oluşmaması ve üretimin düzeyinde düşüş yaşanmaması için, tarımsal üretim yapılabilecek veya yapılmaması gereken alanların belirlenmesi gereklidir. AKK sınıflarının belirlenmesinde etkili olan faktörler; iklim, topografya ve toprak ile ilgili özelliklerdir. Çalışma alanı topraklarının AKK özelliklerini gösteren harita Şekil 9 da verilmiştir.



Şekil 9. AKK Sınıflarının Yöredeki Dağılımını Gösteren Harita

Yapılan sorgulama işlemlerinden elde edilen sonuçlara göre, yöredeki toprakların % 50' si VII., % 20' si VI., % 11' i II. sınıf arazilerden oluşmaktadır (Şekil 10). Alansal büyüklük bakımından en önce gelen VII. sınıf araziler, orman alanı olarak kullanılmaya elverişli arazilerken, VI. sınıf araziler mera, V. sınıf meyvelik veya mera olarak kullanılmaya uygundur (Semenderoğlu, 1999; Kantürk, 2002).



Şekil 10. AKK Sınıflarının Alansal Dağılımı

Aşınım (Erozyon) Dereceleri (ERZ)

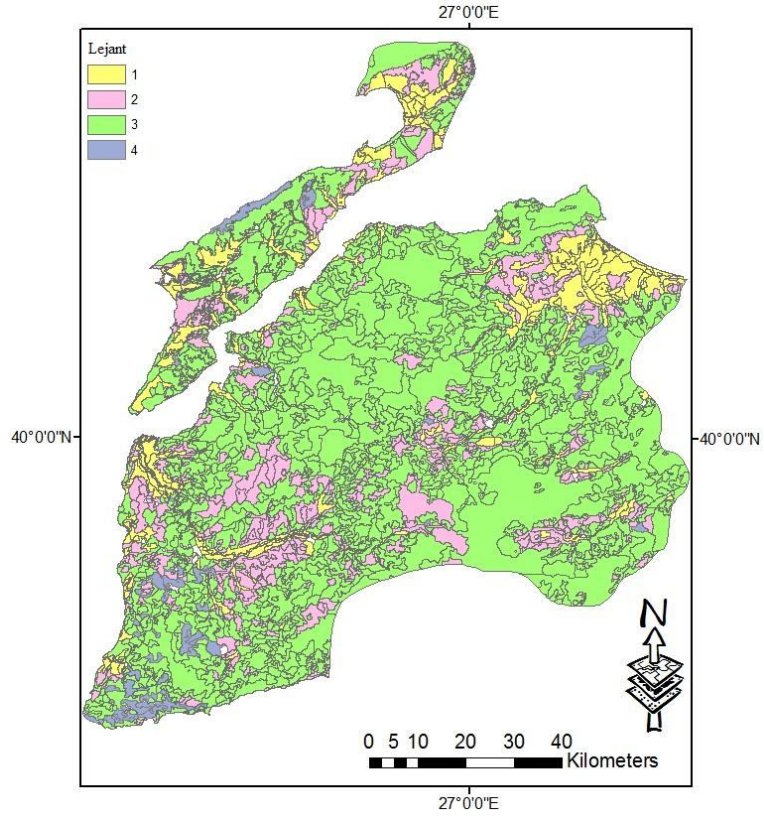
Aşınım dereceleri 4 grup altında toplanır. Bu grupların özellikleri şu şekilde sıralanabilir (Köy İşleri Bakanlığı, 1974):

1-Pek aşınmamış : Bu gruptaki topraklarda, üst toprağın % 25' inden daha azı aşınma yoluyla kaybolmuştur. Hiç aşınmamış veya az miktarda aşınmaya uğramış topraklar olarak anılırlar.

2- Orta derecede aşınmış: Üst toprağın %25-75' i gitmiş olan topraklar bu gruba dahil edilmektedir.

3- Şiddetli aşınmış: Üst toprağın % 75'inin aşınmasının yanında alt toprağın da % 50' sinin gitmiş olduğu topraklardır.

4- Çok şiddetli aşınmış: B horizonunun tamamı aşınmış durumdadır veya sık ayrıntılar yok olmuştur.

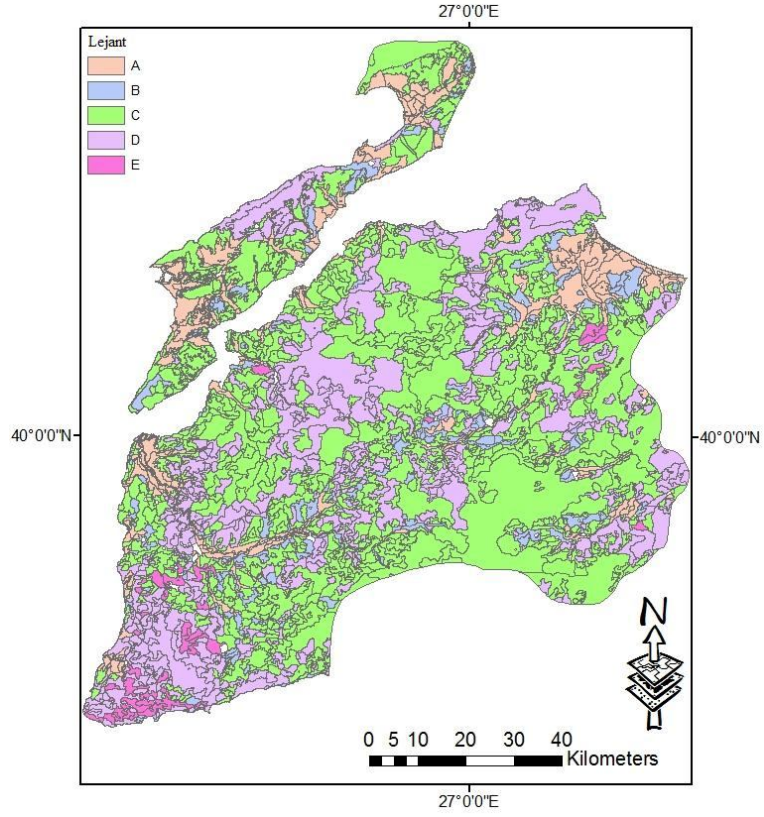


Şekil 11. Erozyon (ERZ) derecelendirme haritası

Yapılan derecelendirmeye göre erozyon riski 3. sınıf olan araziler çalışma alanı topraklarının % 70' ini oluşturmaktadır. 2 grubuna dahil olan alanların tüm çalışma alanının % 15' ini, 1 grubuna girenler % 11' ini ve 4 grubuna dahil alanlar ise % 4' ünü oluşturmaktadır.

Derinlik Grupları (DER)

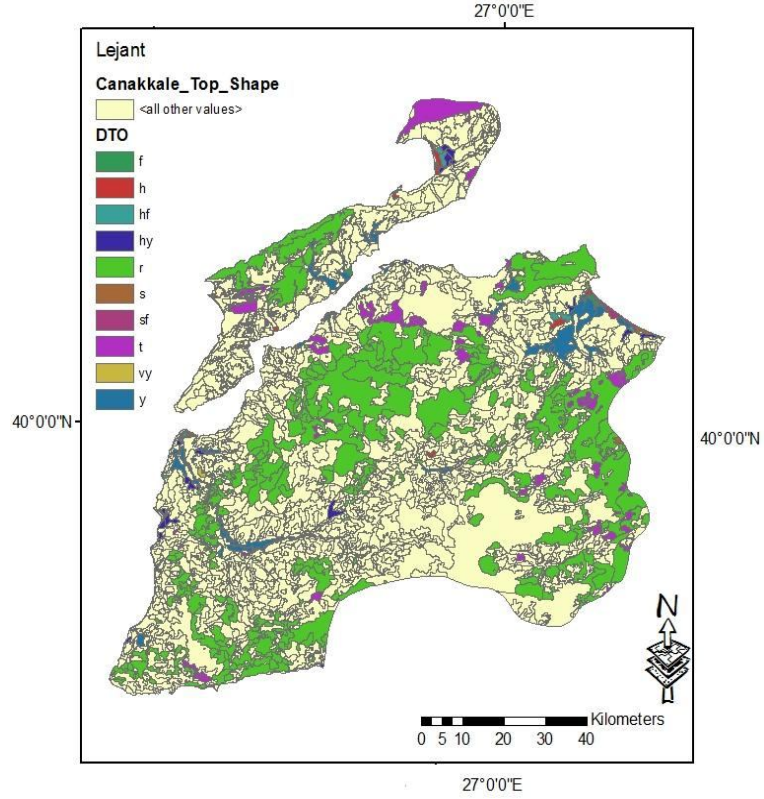
Toprakların derinliklerine göre gruplandırıldığı harita Şekil 12' de verilmiştir. Derinlik bakımından Çanakkale topraklarının yetersiz olduğu görülmektedir. Bu özellik, yetiştirebilecek kültür bitkilerini sınırlayıcı niteliktedir.



Şekil 12. Toprak Derinlik Durumları

Diğer Toprak Özellikleri (DTO)

Diğer toprak özellikleri altında, toprakların tuzluluk, alkalilik, taşlık, kayalık, yetersiz drenajlı ve fena drenajlı topraklar yer alır.



Şekil 13. DTO nin alansal dağılımları

Şekilde görülen sembollerin anlamları ve çalışma alanındaki alansal payları Çizelge 1’ de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışma alanındaki toprakların DTO dağılımı

DTO GRUBU SEMBOLÜ	ANLAM	ALAN (ha)
f	Fena Drenajlı	903.96
h	Hafif Tuzlu	2332.8
hf	Hafif Tuzlu-Kötü Drenajlı	2011.04
hy	Hafif Tuzlu-Yetersiz Drenajlı	4869.72
r	Kayalı	260.457
s	Tuzlu	1253.88
sf	Tuzlu-Kötü Drenajlı	19537.2
t	Taşlı	267.98
y	Yetersiz drenaj	19537.2
vy	Tuzlu-Alkali	204.12

3.1.1.4. Hidrolojik özellikler**3.1.1.4.1. Çalışma Alanında Bulunan Su Birikim Yapıları**

Çanakkale ilinde 18 su birikim yapısı bulunmaktadır. Bunlar, insan yapımı baraj veya göletlerdir.

Çanakkale ilinde bulunan barajlar normal su kotundaki göl hacimlerine göre değerlendirildiğinde, Bakacak barajı (136 hm³) ilk sırada yer alırken bunu sırasıyla Bayramiç barajı (86,50 hm³), Umurbey barajı (52,69 hm³), Ayvacık Barajı (39 hm³), Gökçeada-Zeytinliköy barajı (14,48 hm³) ve Atikhisar Barajı (9,22 hm³) izlemektedir. Barajların bağlandıkları akarsular Çizelge 2’de verilmiştir. Ayvacık ve Bayramiç barajları isimlerini aldıkları ilçelerde, Atikhisar barajı merkez ilçede, Bakacak barajı Biga ilçesinde, Umurbey barajı ise Lapseki ilçesinde bulunmaktadır. Gökçeada barajı, Çanakkale ilinde bulunan barajlardan biri olmakla beraber, çalışmada adalar göz önüne alınmadığından kullanılmamıştır. Sulama bakımından en yüksek paya sahip olan baraj 15800 ha’lık sulama alanı ile Bayramiç barajıdır.

Çizelge 2. Barajlara Ait Bazı Özellikler

BARAJ ADI	AKARSU ADI
Atikhisar	Sarıçay
Ayvacık	Tuzla
Bakacak	Kocaçay
Bayramiç	K. Menderes
Gökçeada	Büyükdere
Umurbey	Umurbey

Göletler, kış-bahar aylarında ortaya çıkan yüzey akışın boşa gitmek yerine kurak dönemlerde kullanılmak üzere depolanması amacıyla, çoğunlukla kuru dereler üzerine tesis edilen yapılardır (Keskiner, 2008). Yörede bulunan 12 göletin tümü sulama amaçlı kullanılmaktadır. Merkez ilçede İntepe göleti, Ecabat ilçesinde Uzunhızırılı göleti, Çan ilçesinde Koyunyeri ve Küçükklü göletleri, Gelibolu’da Fındıklı, Lapseki’de Alpagut, Ezine’de Uluköy ve Tavaklı-Aleşah, Yenice’de Kayatepe ve Çınar, Bayramiç ilçesinde Örenli ve Biga’da Kozçeşme göletleri yer almaktadır.

3.1.1.4.2. Akarsular

Medeniyetlerin başlangıcından bu yana yerleşim yerlerinin belirlenmesinde rol oynayan en önemli etken olan akarsular, canlıların yaşamlarını sürdürmesinin yanında, bir alanın morfolojisinin oluşumunda rol oynar (Kantürk, 2002). Yöredeki akarsuların büyük bir kısmı, yalnızca yağışların fazla olduğu kış aylarında yüzeysel akışa geçmektedir. Çalışma alanındaki akarsuların başlıcaları Tuzla çayı, Menderes çayı, Sarıçay, Kocabaş Çayı, Bayramiç deresi, Bergaz çayı ve Kavaklı çayıdır (Çanakkale Valiliği, 2010).

3.1.1.5. Tarım

Çanakkale ilindeki ekonomik faaliyetlerin büyük bir kısmı tarıma dayalıdır. 2007 yılı verilerine göre Çanakkale ilinin işlenebilir tarım arazileri 330.337 ha'lık alan ile Türkiye tarım alanlarının % 1.33' ünü oluşturmaktadır (Çanakkale Tarım İl Müdürlüğü, 2010). TÜİK (2009) verilerine göre, Çanakkale ili bitkisel üretim yapılan alanlar içerisinde tarla alanları en büyük paya sahip olan alanlar (263571 ha). Bu alanları sırasıyla; zeytin alanları, sebze alanları, meyve alanları ve bağ alanları izlemektedir. Ayvacık ve Ezine ilçesinde bitkisel üretim yapılan alanların büyük bir kısmının zeytinliklerden oluştuğu görülmektedir. Buna karşılık, büyük bir ovadan oluşan Biga ilçesinde yoğun olarak sulu tarım uygulanmakta ve özellikle çeltik bitkisinin yetiştiriciliği yapılmaktadır. Lapseki ilçesinde ise meyvecilik yaygındır.

3.1.1.5.1. Tarım Alanlarının Sulama Durumu

Çalışma alanı sınırlarında bulunan tarım arazilerinin % 34' ünün sulanabilir olduğu ve sulanabilir alanların %66' sının sulanmakta olduğu belirtilmiştir (Çanakkale Tarım İl Müdürlüğü, 2010). Arazi varlığı ve sulama durumları Çizelge 3' te ilçelere göre sunulmuştur.

Çizelge 3. Tarım Arazilerinin Miktarı ve Sulanabilir Arazi Varlığı

İlçeler	İşlenebilir Arazi		Sulanabilir Arazi	
	ha	%	ha	%
Merkez	24,301	7,3	14,395	13,0
Ayvacık	33,102	10,0	5,999	5,4
Bayramiç	31,553	9,5	15,201	13,17
Biga	60,141	18,2	26,000	23,4
Bozcaada	2,061	0,6	465	0,4
Çan	26,490	8,0	5,900	5,3
Èceabat	18,500	5,6	4,500	4,1
Ezine	26,881	8,1	9,811	8,8
Gelibolu	39,732	12,0	10,216	9,2
Gökçeada	3,350	1,0	775	0,7
Lapseki	36,020	10,9	3,560	3,2
Yenice	28,206	8,8	14,225	12,8
Toplam	330,337	100	111,047	100

Çizelge incelendiğinde, ikisi ada olmak üzere 12 ilçenin toplam sulanabilir arazi varlığının 111.047 ha olduğu görülmektedir. Tüm ilçeler arasından, içerisinde büyük bir ova barındıran Biga ilçesinin sulanabilir alan varlığı tüm ilçeler arasında en yüksek paya sahiptir (% 23,4). Bu ilçeyi sırasıyla Bayramiç, Merkez ve Yenice ilçeleri izlemektedir.

3.2.1. Çalışmada Kullanılan Yazılımlar

Sayısal bilgilerin depolanması, başka verilerle karşılaştırılması, analiz edilmesi ve görüntülenmesi gibi fonksiyonların gerçekleşmesini sağlayan algoritmalar ‘Yazılım’ olarak adlandırılır (Günesen, 2008). Çalışmanın farklı aşamalarında Erdas Imagine, Global Mapper ve ArcGIS programlarının yanında Arc Hydro ek modülü ve Google Earth kullanılmıştır.

Erdas Imagine (9.1) : Görüntülerin koordinat dönüşümleri, AKBÖ durumlarının tespiti, doğruluk analizleri, Leica Geosystems ürünü olan Erdas Imagine yazılımında yapılmıştır.

Global Mapper : Sınıflanan görüntülerin doğruluklarının değerlendirilmesi aşamasında, koordinat noktalarının format dönüşümlerinin yapılmasında kullanılmıştır.

Google Earth : Global Mapper yardımıyla uygun formatta dönüştürülen koordinat noktaları Google Earth görüntüleri üzerinde açılarak, bu noktaların gerçekte ait oldukları sınıfların belirlenmesi sağlanmıştır.

ArcGIS (9.3) : ESRI’ nin ürettiği bir CBS yazılımı olan ArcGIS çalışmada; SYM’ den yararlanarak bakı ve eğim haritalarının oluşturulması, vektör

Landsat-5 TM görüntüleri, dünyanın birçok yerinde küresel değişim, tarım ve orman, jeoloji, coğrafya, su kalitesi izleme gibi çeşitli araştırmalar için kullanılmaktadır (USGS, 2010). Landsat TM uydu görüntüsü verileri 7 bant aralığında kaydedebilmektedir. Bu bantlar elektromanyetik spektrumun görünür, kızılötesi ve termal kızılötesi bölümlerine ayrılmıştır. Orta ölçekte yersel çözünürlüğe (30 m) sahip bir görüntü olup, şerit genişliği 185 km ve uydunun görüntüleme sıklığı 16 gündür.

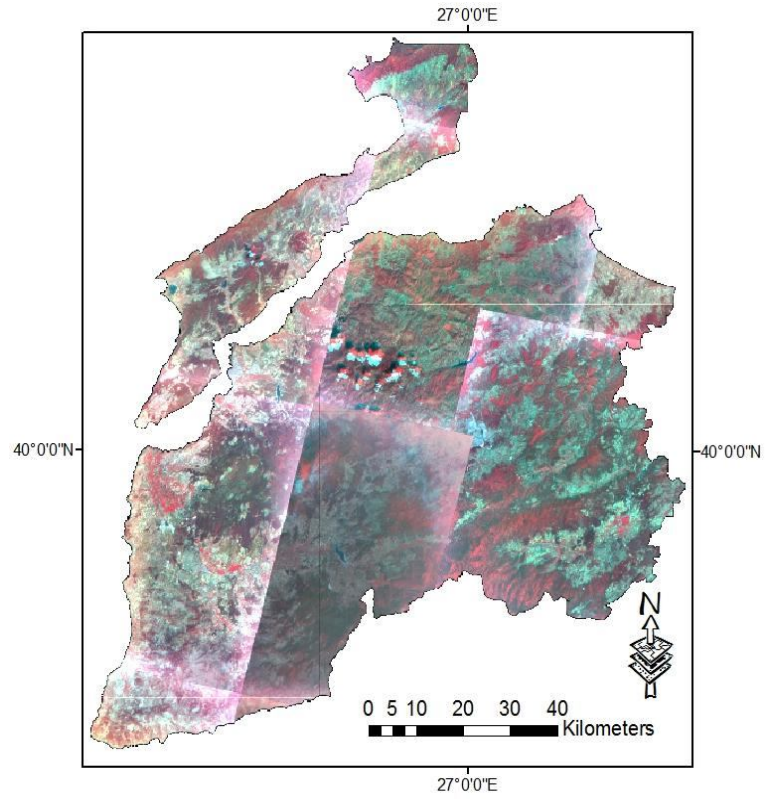
Çizelge 5. Landsat Uydu görüntüsünün özellikleri

BAND NO	BÖLGE	DALGABOYU ARALIKLARI
1	Mavi	Görünür 0.45-0.52 μm
2	Yeşil	Görünür 0.52-0.60 μm
3	Kırmızı	Görünür 0.63-0.69 μm
4	Yakın	Kızılötesi 0.76-0.90 μm
5	Kısa Dalga Boylu	Kızılötesi 1.55-1.75 μm
7	Kısa Dalga Boylu	2.08-2.35 μm
6	Termal	Kızılötesi 10.4-12.4 μm

Ardışık yıllara ait (2006, 2007, 2008 ve 2009) Landsat TM görüntüleri çalışma alanının AKBÖ durumunun belirlenmesi için kullanılmıştır. Sınıflama tekniklerinin yardımıyla çalışma alanı içerisinde AKBÖ sınıflarına göre ayırım yapılabilmektedir.

3.2.2.2. ASTER

ASTER (Advanced Spaceborn Thermal Emission and Reflection Radiometer), 1999' da NASA tarafından uzaya fırlatılan Terra uydusu üzerindeki beş uzaktan algılama sensör aletlerinden biridir. Terra platformunun üzerinde yüksek yersel çözünürlüğe sahip tek alettir ve 1999' un Şubat ayından beri yüzey verilerini toplamaktadır. Aster uydu görüntüsü 3 farklı çözünürlüğe sahip 14 bantlı bir görüntüdür. Görünür ve yakın kızılötesi bölgedeki üç bantı 15 m, kısa dalga boylu kızılötesindeki 6 bantı 30 m, 5 termal band ise 90 m yersel çözünürlüğe sahiptir (Çizelge 6). Aster görüntüsü arazi yüzeylerinin sıcaklığı, yansımaya özellikleri ve yüksekliğinin detaylı haritalarının elde edilmesi, değişim tespiti ve arazi yüzeyi çalışmaları için kullanılmaktadır. Çalışma alanının sınırlarını kapsayan Aster görüntüsü 321 False-Color (yapay renklendirilmiş) olarak Şekil 15' te görülmektedir.



Şekil 15. Çalışma Alanının Sınırlarını Kapsayan ASTER Uydu Görüntüsü

Çizelge 6. ASTER Görüntüsünün Dalga Boylarına İlişkin Özellikler

BAND NO	BÖLGE	DALGA BOYU ARALIĞI (µm)	YERSEL ÇÖZÜNÜRLÜK (m)	RADYOMETRİK ÇÖZÜNÜRLÜK (Bit)
1	VNIR	0,54-0,60	15	8
2	VNIR	0,63-0,69	15	8
3N	VNIR	0,78-0,86	15	8
3B	VNIR	0,78-0,86	15	8
4	SWIR	1,60-1,70	30	8
5	SWIR	2,145-2,185	30	8
6	SWIR	2,185-2,225	30	8
7	SWIR	2,235-2,285	30	8
8	SWIR	2,295-2,365	30	8
9	SWIR	2,360-2,430	30	8
10	TIR	8,125-8,475	90	12
11	TIR	8,475-8,825	90	12
12	TIR	8,925-9,275	90	12
13	TIR	10,25-10,95	90	12
14	TIR	10,95-11,65	90	12

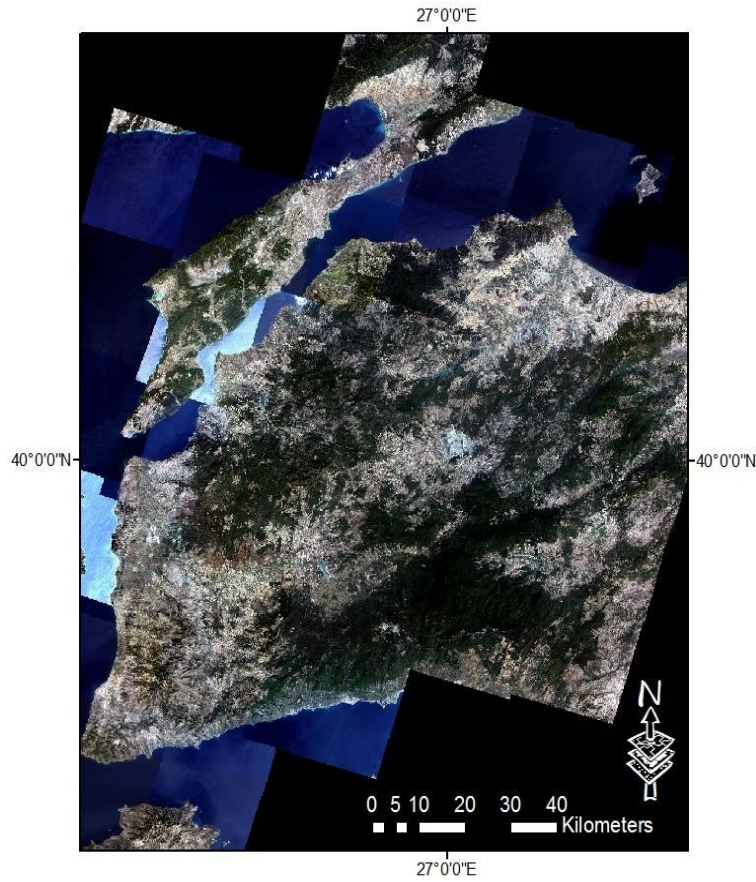
Landsat görüntülerinde olduğu gibi Aster görüntüsü de AKBÖ sınıflaması için kullanılmıştır.

3.2.2.3. Formosat II

Şerit genişliği 24 km, zamansal çözünürlüğü ise 1 gün olan görüntünün teknik özellikleri Çizelge 7’ de görülmektedir. Çalışmada CBS analizlerinin başlangıç aşamasında altlık görüntü olarak 8 m yersel çözünürlüğe sahip çok bantlı Formosat uydu görüntüsü kullanılmıştır (Şekil 16) Formosat uydusu, okyanus renk görüntülemesi ve uzay telekomünikasyonu gibi amaçlar için üretilmiştir (NİK, 2010).

Çizelge 7. Formosat Uydu Görüntüsüne İlişkin Özellikler

BAND NO	BÖLGE	DALGA BOYU ARALIKLARI (μm)	YERSEL (m) / RADYOMETRİK (Bit) ÇÖZÜNÜRLÜK
1	VNIR	0,45-0,52	8 / 8
2	VNIR	0,52-0,60	8 / 8
3	VNIR	0,63-0,69	8 / 8
4	VNIR	0,76-0,90	8 / 8



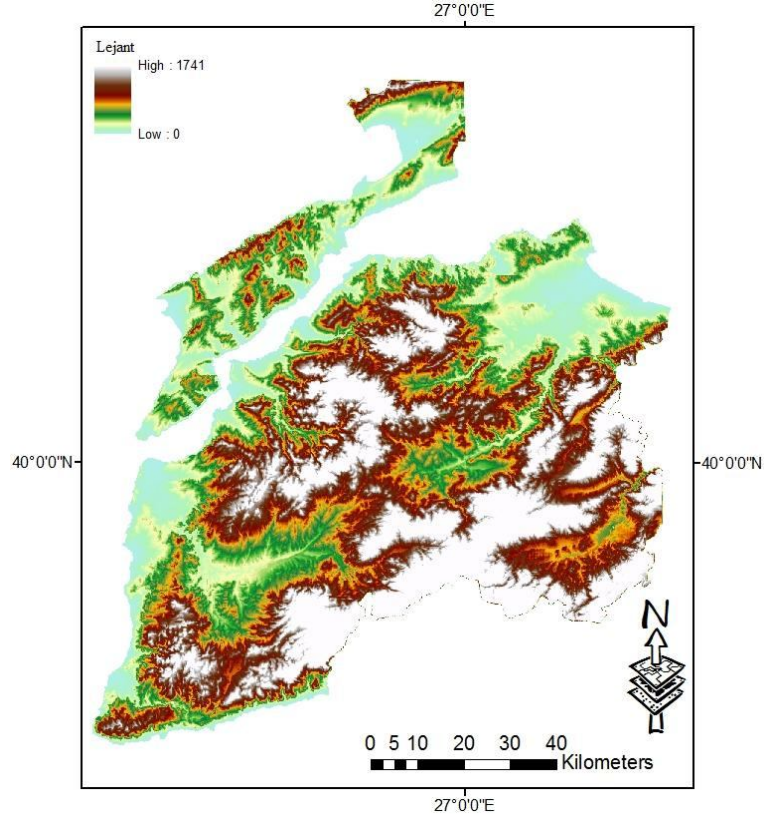
Şekil 16. Çanakkale ilini Formosat uydu görüntüsü

Landsat ve Aster görüntülerine göre daha yüksek çözünürlüğe sahip Formosat uydu görüntüsü, hidrolojik analizler için gerekli olan akarsu çizgilerinin konumsal olarak tespit edilmesinde ve akarsu çizgi katmanının oluşturulmasında ‘altlık görüntü’ olarak kullanılmıştır.

3.2.2.4. Sayısal Yükseklik Modeli (SYM)

Çalışmada 1:25000’lik topografik haritalardan sayısallaştırılmış halde bulunan SYM kullanılarak (Şekil 17), yörenin yükseklik değerleri belirlenmiş, eğim, bakı ve eş yükselti

haritaları oluşturulmuştur. Bununla birlikte hidrolojik analizlerde akımların yönleri, birikimleri ve derecelerinin belirlenmesinde; belirlenen bu özellikler kullanılarak havza gridlerinin ve poligonlarının oluşturulmasında; son olarak da drenaj ağları ve havza boşaltım ağızlarının ortaya konulmasında kullanılmıştır.

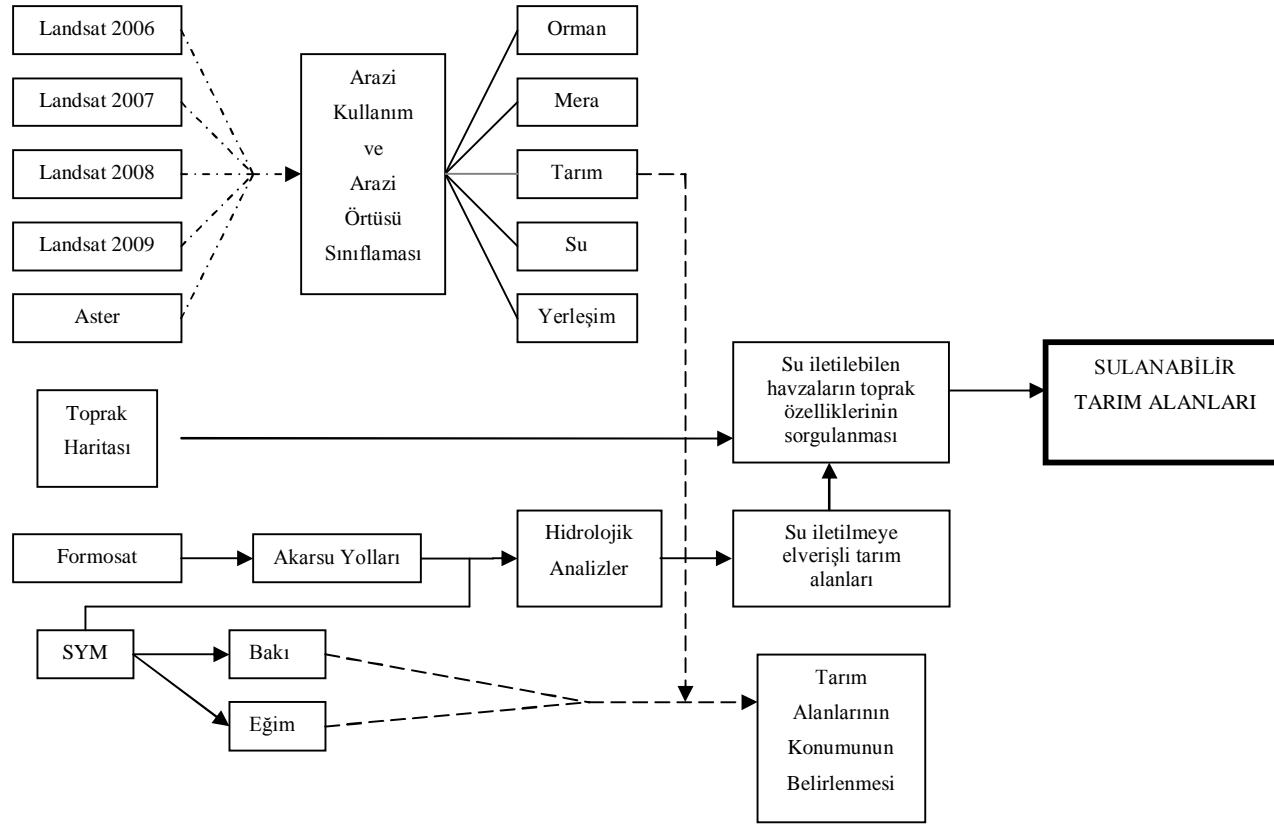


Şekil 17. Çanakkale ili Sayısal Yükseklik Modeli

3.2. Yöntem

3.2.1. Çalışmanın Aşamaları

Çalışmada kullanılan görüntü ve haritaların sorgulanmasından elde edilecek sonuçlar şemada görülmektedir (Şekil 18)



Şekil 18. Çalışma akış diyagramı

3.2.2. Sınıflama öncesi işlemler

Sınıflama öncesinde, görüntü üzerinde sınıflama işleminde yanılığa sebep olabilecek bulut oluşumları giderilmiştir. Özellikle 2008 yılı Ağustos ayında çekilmiş olan Landsat görüntüsünde yoğun bulutluluk olduğu görülmüştür. Bu bulutlar görüntü üzerinden kesilip çıkarılmıştır. Çıkarılan alanın sınırlarından yararlanılarak, Temmuz ayında çekilmiş görüntüden de bu alanlar izole edilmiştir. İzole edilen alanlar 2008 görüntüsüne mozaiklenmiş ve bulutsuz görüntü elde edilmiştir.

3.2.3. Görüntü sınıflama

Kontrollü sınıflama işleminin ilk basamağı olarak, sınıflama yapılacak alanın ayrılacağı kategoriler belirlenmelidir (Ergin, 2006). Bu kategoriler, çalışmanın amacına ve çalışmada istenilen detaya göre belirlenmektedir. Burada, tarım alanlarının belirlenmesi esas olduğundan fazla detaya gerek duyulmamış, ilçelere ait görüntüler Erdas Imagine yazılımında Kontrollü Sınıflama tekniği kullanılarak sınıflama işlemine tabi tutulmuş ve sonuçta Çanakkale ili beş arazi kullanım ve bitki örtüsü sınıfına ayrılmıştır. Landsat ve ASTER görüntüleri sınıflanmadan önce, görüntüler ilçe sınırlarına göre kesilmiş ve sınıflamalar ilçe bazında yapılmıştır. Oluşturulan arazi sınıfları şu şekilde tanımlanabilir:

Orman : 2006-2009 yılları için oluşturulan AKBÖ haritalarında koyu yeşil olarak gösterilen orman sınıfı, yetişkin orman alanlarını ve makilikleri içine almaktadır. Çanakkale ilinin ormanlık alanlarının büyük bir kısmı Kızılçam, Karaçam, köknar, meşe ve kayın türü ağaçlardan oluşmaktadır (Çanakkale Valiliği, 2010). Doğal bitki örtüsü olan ormanlar, Çanakkale yüz ölçümünün yaklaşık % 42-43' ünü oluşturmaktadır ve genellikle karışık topluluklardır (KHGM, 1999). Karaçam, Kızılçam, Meşe, Köknar gibi orman ağaçlarının aralarında yaban eriği, kayın, kestane, dut gibi ağaç türleri de bulunur. Şekil 19' da Çanakkale ormanlarından bir görünüm verilmiştir.



Şekil 19. Orman Alanlarından Bir Görünüm (<http://canakkaleobm.ogm.gov.tr>)

Mera : Yabani çalı formları ile kaplanmış vaziyette bulunan alanlar mera olarak sınıflanmıştır. AKBÖ haritalarında sarı renkte gösterilmiştir. Mera alanlarından bir görünüm Şekil 20’ de verilmiştir.



Şekil 20. Yöredeki bir mera alanı (<http://www.big.gov.tr>)

Tarım : Ekili parseller, zeytinlikler ve meyve bahçeleri ile bağ alanlarını kapsayan Tarım sınıfı (Şekil 21), açık yeşil renktedir.



Şekil 21. Tarım Sınıfına Giren Mısır Ekili Parsel (<http://www.netafim.com.tr>)

Su : Çalışma alanındaki deniz kıyısı, baraj, göl, gölet ve çay gibi açık su yüzeyleri su sınıfı içerisine girmektedir (Şekil 22). Su yüzeylerini içeren sınıf, mavi renkte gösterilmektedir.



Şekil 22. Su sınıfından bir örnek; Atikhisar Barajı (<http://wownturkey.com>)

Yerleşim ve Çıplak alan: Yerleşim merkezlerinin, binaların, yolların, beton zemin ve yapıların, çıplak toprakların dahil edildiği yerleşim sınıfı kırmızı renkte görülmektedir. Şekilde tarım arazilerinin arasında bulunan yerleşim alanı görülmektedir (Şekil 23).

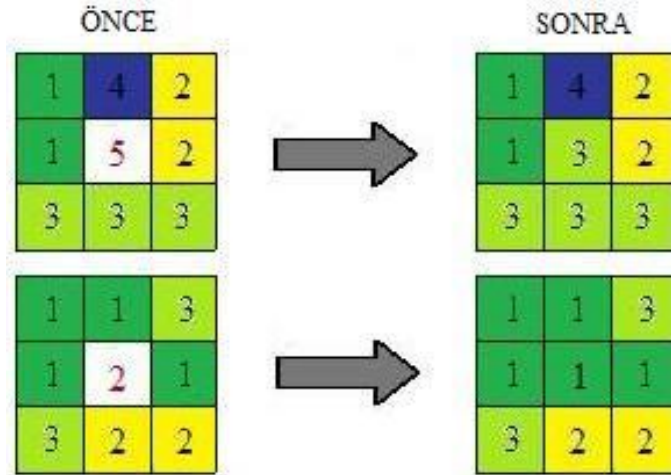


Şekil 23. Bayramiç İlçesi Yerleşim Alanları (<http://bayramic.gov.tr>)

Yapılan sınıflama sonucunda elde edilen ilçelere ait sınıflanmış görüntüler Görüntü Mozaikleme yoluyla birleştirilmiş ve tüm çalışma alanının AKBÖ sınıflaması tek bir harita haline getirilmiştir.

Komşuluk (Neighbourhood) analizi

Sınıflanmış görüntüler üzerinde düzeltme ve iyileştirme çalışmaları uygulanabilir. Çalışmada sınıflama sonucu oluşturulan görüntülere Erdas Imagine yazılımının bir CBS analizi fonksiyonu olan Neighbourhood analizi, 3x3'lük pikseller bazında uygulanmıştır. Bu işlemle çoğunluğu oluşturan sınıftan farklı sınıfa atanmış olan piksel/pikseller düzeltilmiştir (Şekil 24).



Şekil 24. Neighbourhood Analizinin Şekilsel Gösterimi

3.2.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Analizleri İle Morfometrik Özelliklerin Belirlenmesi

Belirli bir arazideki yüzey şekillerinin eğim, yükseklik, büyüklük gibi özelliklerinin sayısal olarak tanımlanması morfometri olarak adlandırılmaktadır. Morfometrik özellikler havza oluşumu ve akış özelliklerinin belirlenmesi açısından önemlidir.

3.2.4.1. Yükseklik

Çalışma alanının yükseklik değerleri, SYM yardımıyla elde edilmiştir. Çanakkale ili 250 m' lik yükseklik dilimlerine ayrılmış ve bu dilimler içerisinde bulunan arazilerin alansal büyüklüğü belirlenmiştir.

Yörede 0-250 m arasında yükseklik değerine sahip alanlar 532602 ha, 250-500 m arasındaki alanlar 315245 ha, 500-750 m arasındaki alanlar 82242 ha, 750-1000 m arasındaki alanlar 15908 ha, 1000-1250 m arasındaki alanlar 3594 ha, 1250-1500 m arasındaki alanlar 1163 ha ve 1500 m üzerindeki alanlar 262 ha olarak hesaplanmıştır.

3.2.4.2. Eğim

Eğim derecesi, akım özellikleri üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Örneğin yağışla gelen suların yüzey akışa geçen miktarı, eğim derecesiyle direkt olarak alakalıdır. Eğim artışıyla birlikte, yağışla gelen suların yüzey akışa geçen bölümünün de artış gösterdiği bilinmektedir (Özdemir, 2007). Bir alana aite eğim özellikleri derece (°) veya yüzde (%) olarak belirlenebilmektedir. Yüzde cinsinden eğimin, eğim açısının tanjant değerinin 100 ile çarpılmasıyla elde edildiği rapor edilmiştir (Zeiler, 1999). Çalışmada eğim dereceleri, yükseklik değerlerinde olduğu gibi, SYM' den yararlanılarak elde edilmiştir. SYM Oluşturulan eğim değerleri derece cinsindedir ve gruplandırmalar Verstappen, 1983' e göre yapılmıştır (Çizelge 8).

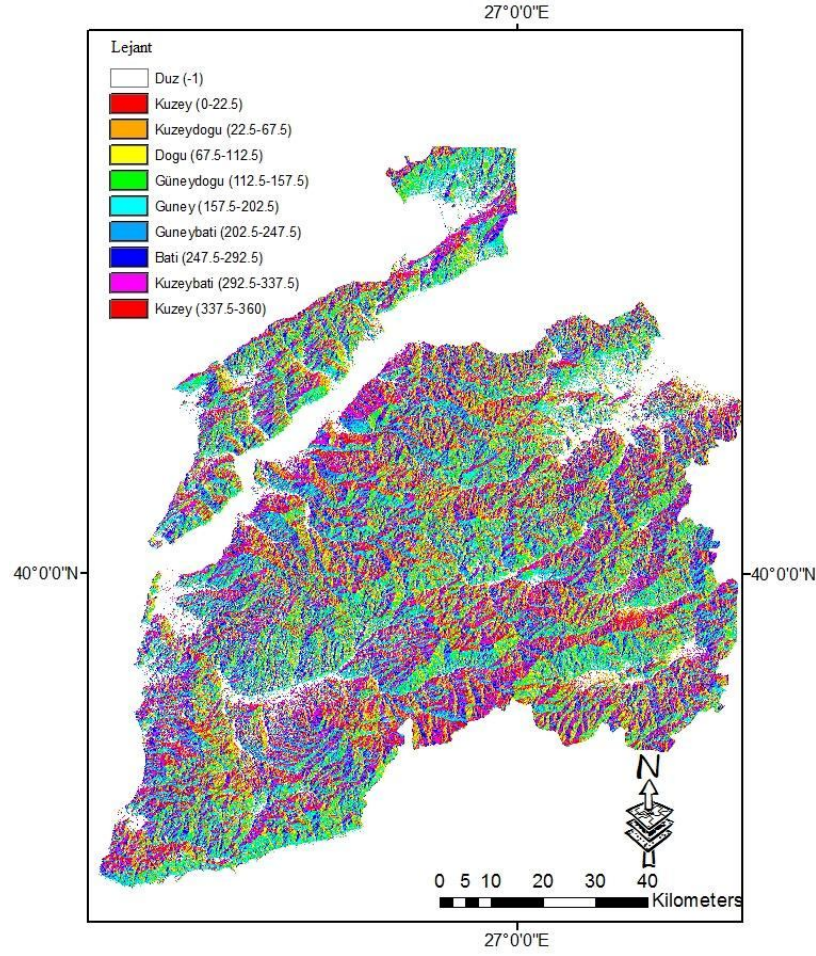
Çizelge 8. Çalışma alanının eğim durumu

Eğim (°)	Durum	Alan (ha)
0-2	Çok az eğimli	31556
2-15	Az Eğimli	528729
15-25	Orta Eğimli	212647
25-45	Dik	58472
45<=89	Çok Dik	1242

Görüldüğü üzere çalışma alanında eğim değerleri 0-89 derece arasında değişmektedir. 0° ile 2° arasında %3,79' u, 2-15° arasında %63,50' si, 15-25° arasında %25,54' ü, 25-45° arasında %7,02' si, ve 45° ile 89 arasında ise yalnızca arazilerin %0.15' i bulunmaktadır.

3.2.4.3. Bakı

SYM kullanılarak arazinin tespit edilebilen bir diğer özelliği bakıdır. Arazilerin bakı durumları, bitki örtüsü, evapotranspirasyon, toprak nemi ve dolayısıyla infiltrasyon özelliklerini etkilemektedir. Güney yamaçların, Kuzey yamaçlara göre daha fazla güneşe maruz kaldığı düşünüldüğünde, bu konumlarda bulunan toprak neminin Kuzey cephelerdekine göre daha az süre korunması kaçınılmazdır (Özdemir, 2007). Bu nedenle Kuzey yamaçlarda bitki gelişimi daha fazladır. Bakı özellikleri Kuzey yönüne saat yönünde gidilerek ölçülmektedir ve 0-360 arasında pozitif değerlere sahiptir. Fakat hiçbir yöneye sahip olmayan düz alanlarda, bu değer negatif durumdadır ve -1 olarak ifade edilir. Arazilerin bakı durumlarının belirlenmesi, bitkisel üretim yapılan alanlarda ürünlerin yetiştirilebileceği optimum konumların tespiti için önemlidir. Çalışma alanının bakı özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, SYM kullanılarak yapılan analizleri sonucunda bakı haritası otomatik olarak oluşturulmuştur. Oluşturulan haritada düz alanlar beyaz, Kuzey yöneyli araziler kırmızı, Kuzeydoğu yöneyli araziler turuncu, Doğu yöneyli olanlar sarı ile gösterilirken yeşil renk Güneydoğu, turkuaz renk Güney, mavi Güneybatı, lacivert Batı ve pembe ise Kuzeybatı yöneyli arazileri temsil etmektedir (Şekil 25)



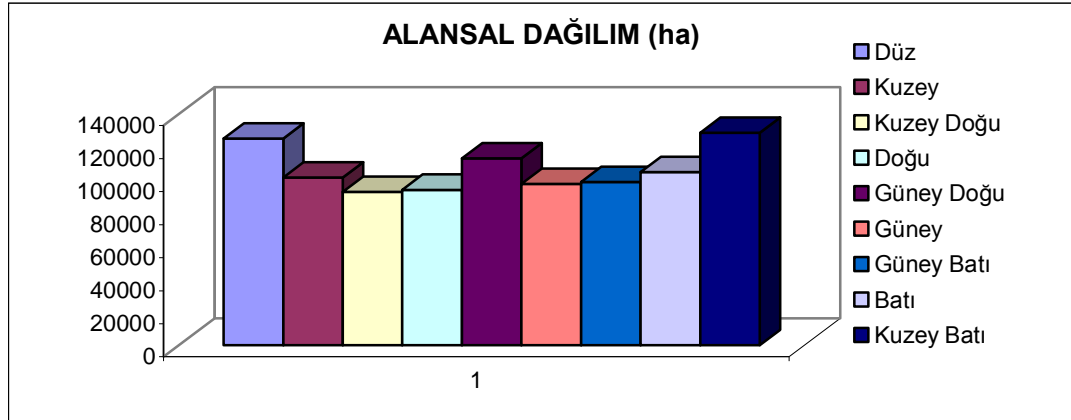
Şekil 25. SYM' nin CBS ortamında işlenmesiyle oluşturulan bakı haritası

ESRI' nin CBS ürünlerinde bulunan, eğim ve bakı haritalarının türetilmesindeki otomatik metotlarda, pürüzlü yüzeyler için uygun olan Horn (1981) tarafından geliştirilen eğim algoritması kullanılmaktadır (Burrough ve McDonnell, 1998). Bakı katmanında yönlerin belirlenmesine yarayan değerler 0-360° arasında değişmekle beraber, hiçbir yönelimi bulumayan düz araziler -1 kodu ile belirtilmiştir. Yönleri temsil eden değerler, temsil ettikleri yönler ve alansal dağılımları Çizelge 9' da verilmiştir.

Çizelge 9. Bakı durumlarının alan miktarı bakımından değerleri (ha)

KOD	BAKI	ALAN (ha)
-1.0	Düz (D)	125124
0.0°-22.5° / 337.5°-360°	Kuzey (K)	101490
22.5°-67.5°	Kuzey Doğu (KD)	92787
67.5°-112.5°	Doğu (D)	94079
112.5°-157.5°	Güney Doğu (GD)	113111
157.5°-202.5°	Güney (G)	97610
202.5°-247.5°	Güney Batı (GB)	98832
247.5°-292.5°	Batı (B)	104812
292.5°-337.5°	Kuzey Batı (KB)	128601

Buna göre, 4 ana yön ve ara yönlerden oluşan çizelgeye bakıldığında, alan büyüklüğü bakımından KB yöneyli araziler ilk sırada yer almakta ve bunları sırasıyla D ve GD yöneyli araziler izlemektedir (Şekil 26).



Şekil 26. Bakı Durumlarının Alan Miktarlarına Göre Dağılım Grafiği

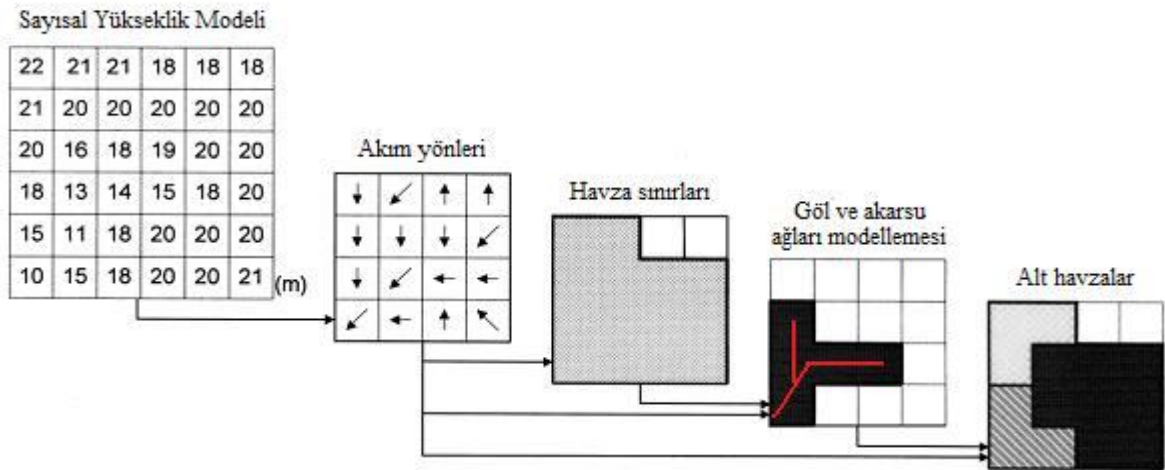
3.2.5. Tarım alanlarının toprak özelliklerinin belirlenmesi

KHGM (1999) tarafından oluşturulan toprak haritaları çalışma dahilinde kullanılmıştır. Bu haritalardan yararlanılarak, arazilerin sulamaya uygunluğu belirlenmeye çalışılmıştır.

Her bir sınıfı kapalı poligon halinde bulunan vektör formatlı toprak haritaları, raster formundaki diğer haritalarla birlikte sorgulama yapılabilmesi amacıyla, raster formuna çevrilmiştir.

3.2.6. Hidrolojik Bilgi Sistemleri Analizleri

Suyun bir yüzeyde nasıl hareket edeceğini, sözü geçen yüzeyin şekli belirlemektedir. Suyun hareketinin modellenmesi için, öncelikle suyun geldiği ve gideceği yerlerin bilinmesi gerekir. ArcGIS yazılımının Hidroloji modeli olan ArcHydro, SYM bünyesinde bulunan arazi verilerini kullanarak drenaj sisteminin şeklinin belirlenmesini ve sayısal olarak ifade edilmesini sağlar ve bu yöntemle su yolu tanımlanır. Bu işlemlerin sonucunda hidrolojik ve hidrolik modellemelerde esas teşkil eden su bölümü çizgileri ve dolayısıyla havzalar belirlenmektedir. ArcHydro, Hidrolojik Bilgi Sistemi oluşturmak için su kaynaklarının zamansal ve yersel verileri sentezleyen bir modeldir (Kraemer ve Panda, 2009). Coğrafi bilgi sistemi yazılımlarına eklenen hidrolojik modüller kullanılarak yapılan hidrolojik analizler, çalışmanın yapıldığı alana ait akarsuların akış çizgilerini ve SYM' ni gerektirir (ESRI, 2009). Drenaj ağlarının oluşturulması ve özelliklerinin ölçülebilmesi için SYM' lerinin otomatik olarak işlenmesini sağlayan birçok metot geliştirilmiştir (O'Callaghan ve Mark, 1984; Band, 1986; Jenson ve Domingue, 1988; Tarboton ve ark., 1991; Martz ve Gabrecht, 1999). Fakat bunlar arasından en çok kullanılanı O'Callaghan ve Mark (1984) tarafından geliştirilen algoritmadır (Strobl ve Forte, 2007). Hidrolojik analizlerin şematik gösterimi, Şekil 27' de görülmektedir.



Şekil 27. Hidrolojik Analizlerin Şekilsel Olarak Gösterimi (Turcotte ve ark., 2001)

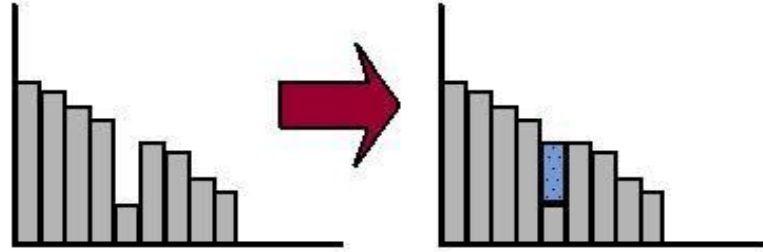
Aşama 1 : Akarsu, yer çekiminin etkisiyle bir kanal boyunca hareket eden su olarak tanımlanır (Okman, 1994). Strobl ve Forte (2007), havza yönetimi ve analizi perspektifinden bakıldığında, 'akarsu ağları' nın bir havza sisteminin en önemli unsuru olduğunu belirtmiştir. Çalışma alanında bulunan akarsuların konumsal olarak tespit edilip, akarsu çizgilerinin oluşturulması amacıyla Formasat görüntüsü altlık olarak kullanılmıştır.

Tespit edilen akış yolları ArcGIS ortamında altlık görüntü üzerinden çizilerek akış çizgileri oluşturulmuş ve yeni bir katman halinde kaydedilmiştir. Altlık görüntü üzerinde oluşturulan akarsu çizgileri Şekil 28’de kırmızı renkte görülmektedir.



Şekil 28. Altlık Görüntü ve Oluşturulan Akış Çizgileri

Aşama 2: Bu aşamada SYM üzerinde bulunan 'sahte' çukurların giderilmesi amacıyla SYM onarımı yapılmıştır. SYM üzerinde yer alan sahte çukurlar, bölgesel olarak en alçak kotta bulunan hücrelerdir (Baloch ve Tanık, 2009). Bu tip çukurların oluşmasında genellikle iki sebep rol oynamaktadır. Wise (2000), böyle durumların genellikle dar vadilerde, vadi tabanının piksel boyutundan daha dar olduğu durumlarda görüldüğünü belirtmiştir. Diğer taraftan SYM' nde, yükseklik verilerinin her bir hücre içinde tam sayı olarak depolanması da sahte çukurların oluşmasına neden olduğu belirtilmiştir (El-Bastawesy ve ark., 2008). Jenson ve Dominuque (1988), hidrolojik olarak doğru bir drenaj şebekesi oluşturulması amacıyla SYM işlenmesinin, bu girintilerin yok edilmesini gerektiğini rapor etmiştir. Aksi halde, suyun akış rotasının hesaplanmasında hatalı sonuçlar elde edilmektedir. Bunun nedeni, komşu hücrelerin kotlarının bu hücreden daha büyük olduğundan suyun herhangi bir yere drene olma eğilimi göstermeyecek olmasıdır (Şekil 29). Bu işlemde, komşu piksellerden yararlanılır ve komşu piksellere göre tepe yapmış olan piksel değeri kırılırken, çukur oluşmuş olan pikseller ise doldurulmuştur (ArcHydro Tutorial, 2007).

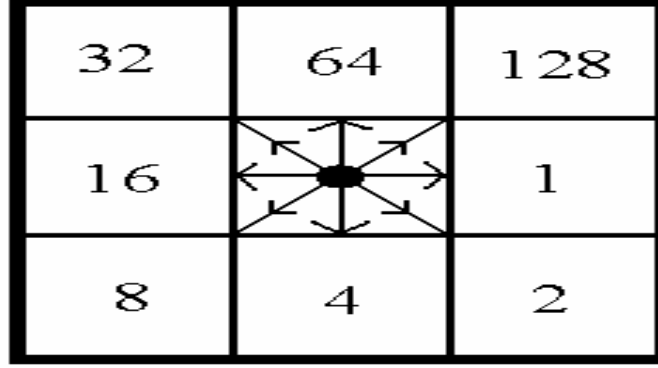


Şekil 29. SYM Onarımının Şekilsel Gösterimi

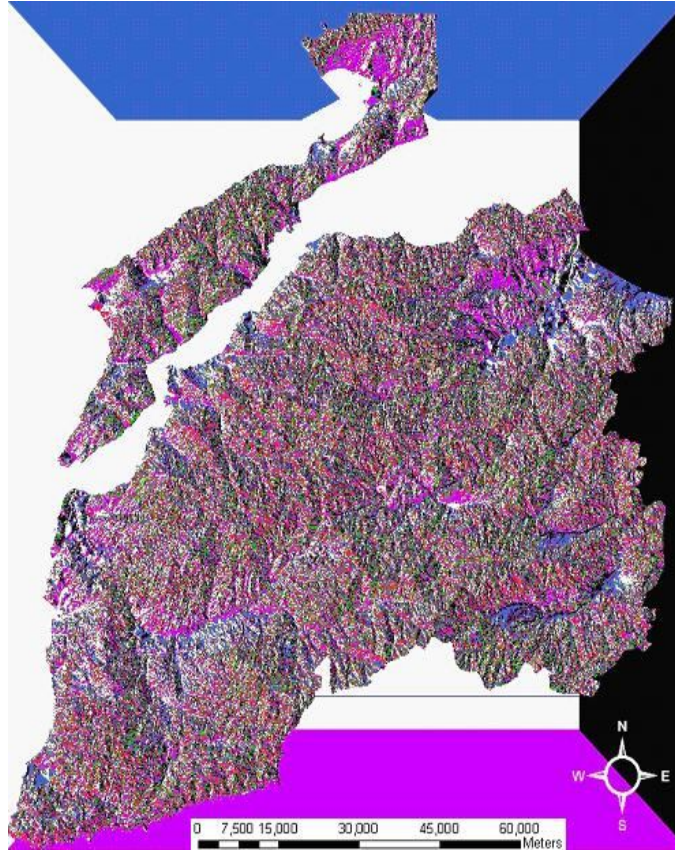
SYM onarımı sırasında akarsu akış yollarından yararlanılmıştır. Çukurlar yok edilirken akarsuların izlediği yollar göz önünde bulundurularak SYM bu yollarla uyumlu hale getirilmiştir. Böylece akarsuların akış yolu üzerinde gerçekte var olan çukurların yok edilmesi önlenmiştir.

Aşama 3 : Bu aşamada akım yönleri belirlenmiştir. Topografyanın akım yönleri analizinin, hidrolojik modellemeler için esansiyel bir işlem olduğu belirtilmiştir (Beven ve Kirkbay, 1979; O'Loughlin, 1986; Kuo ve ark., 1999; Kim ve Lee, 2004). SYM üzerinde bulunan hücrelerin yüksekliklerinden yararlanılarak suyun gidebileceği olası yönlerin belirlenmesi, akım yönleri modellemesi olarak anılır (Turcotte ve ark., 2001). Akım yönlerinin belirlenmesi hidrolojide suyun, sedimetlerin ve kontaminantların izleyecekleri

yolların belirlenmesi için gereklidir (Torbaton, 1997). Akım yönleri SYM' ne dayanarak, bir piksel üzerinde bulunan bir akışın, etrafındaki sekiz pikselden hangisine doğru hareket edeceği Jenson ve Dominique (1988)' in D8 algoritmasına göre tespit edilmiştir (Şekil 30, 31).



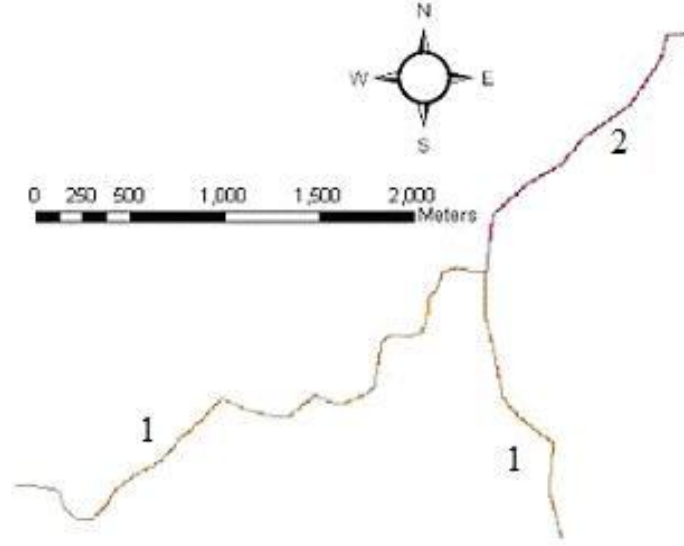
Şekil 30. D8 algoritmasının şekilsel olarak gösterimi



Şekil 31. ArcHydro Modülü ile Belirlenen Akım Yönleri

Aşama 4 : Bir su toplama havzasındaki kanalların su iletim özellikleri farklıdır ve bu özellik akarsuyun derecesi olarak adlandırılmıştır (Okman, 1994). Bu aşamada akarsular

derecelerine göre ayrılmışlardır. Farklı yönlerden gelen akış çizgilerinin birleşip tek bir akış çizgisi haline geldiği noktalar tespit edilmiştir (Şekil 32). Havza içerisindeki kollar arasından en yüksek noktadaki kollar birinci derece olarak belirtildikten sonra, aynı dereceden kolların birleştiği kanal bir üst derecenin numarasıyla isimlendirilmiştir.



Şekil 32. Akarsu derecelendirmesi

Aşama 5 : Bu aşamada çalışma alanında bulunan potansiyel su toplama havzaları şekillendirilmiştir. Akış çizgilerinin etrafındaki en yüksek noktaların (su ayırma çizgileri) program tarafından birleştirilip poligon haline getirilmesiyle, havza sınırları belirlenebilmiştir.

Aşama 7 : ArcHydro modülünün çalışmada kullanılan son aşaması olan bu aşamada, Drenaj ağları oluşturulmuş ve havza su çıkış ağzları belirlenmiştir. Drenaj ağlarının SYM' den çıkarılması, suyun yüksekliği fazla yerlerden az olan yerlere doğru akacak olması prensibinde dayanırken, herhangi bir engel, evapotranspirasyon ve taban suyuna sızma olmadığının varsayıldığı belirtilmiştir (Özdemir ve Bird, 2009).

3.2.7. Sulanabilir Tarım Alanlarının Belirlenmesi

Sulu tarım alanları, akarsular gibi yüzey suları ve yer altı sularıyla sulama yapılabilen alanlardır. Çalışma kapsamında uydu görüntülerinden yararlanılmış, bu nedenle yer altı suları göz önünde bulundurulmayarak, yer üstü su kaynaklarıyla sulanabilecek alanlar belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın bu bölümünde, sulanabilir nitelikte olan tarım alanlarının belirlenmesi iki aşamada yapılmıştır: Birinci aşamada, su iletilen havzalardaki tarım alanları miktarı belirlenmiş, ikinci aşamada ise bu tarım alanları içerisinde toprak ve eğim özelliklerine

göre sulamaya uygun olan tarım arazileri tespit edilmiştir.

Mevcut durumda su iletilebilir olan havzalar içerisinde yalnızca tarımsal üretim yapılan araziler değil, binalardan oluşan yerleşim alanları, yol ağları, mera alanları, su yüzeyleri, çıplak alanlar ve kayalıklar da bulunması muhtemel arazi kullanım sınıfları arasındadır. Bu havzalar içerisinde bulunan tarım alanlarının belirlenmesinde, daha önceki aşamalarda oluşturulan AKBÖ haritaları kullanılmıştır. Herhangi bir havzadaki tarım arazilerinin konumlarının belirlenmesinde, yersel analiz fonksiyonlarından biri olan *Raster hesaplayıcı* (Raster calculator) fonksiyonundan yararlanılmıştır. Yersel analizler, hücre bazlı mekansal modellerin oluşturulması, raster veri yaratılması, bu verilerin haritalanması ve sorgulanması işlevlerini yerine getiren bir özellik analizi sağlamaktadır (Özalp, 2009). Bu analiz sonucunda havzalar içerisinde bulunan tarım alanları tespit edilmiştir.

Tespit edilen tarım alanlarının sulamaya uygunluğu tuzluluk, drenaj, eğim özelliklere göre değerlendirilmiştir.

BÖLÜM 4**ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA****4.1. AKBÖ Sınıflama Sonuçları**

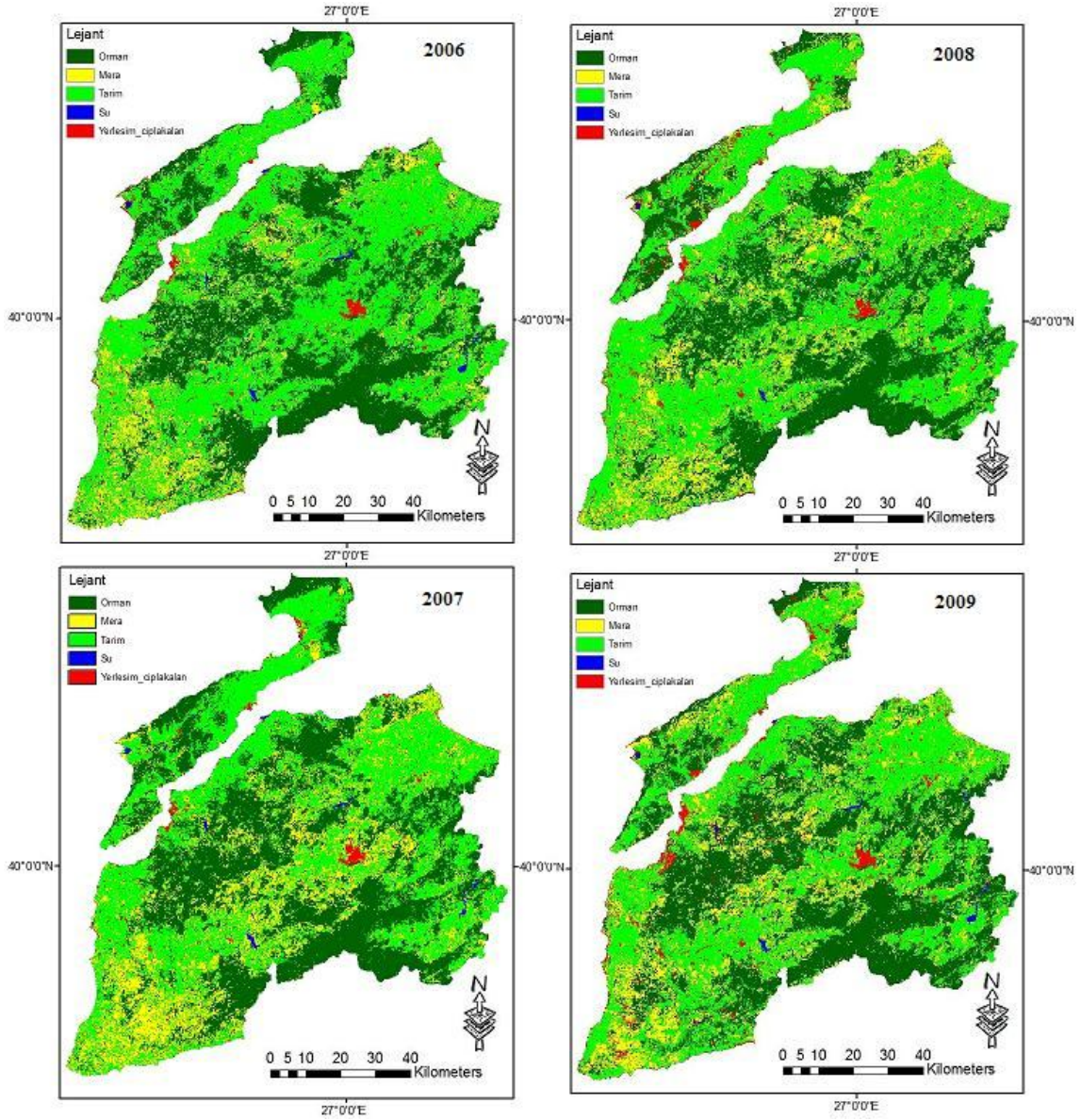
Landsat 2006, 2007, 2008, 2009 ve Aster görüntülerinden yararlanılarak oluşturulan AKBÖ haritalarının doğruluk değerlendirmesi Congalton ve Green (1999)' a göre yapılmıştır ve doğrulukları sırasıyla % 82.6, % 86.8, % 80.8, % 83.4 ve % 81.2 olarak bulunmuştur. Noktaların kontrol edilmesinde yer bilgileri, arazi notları/fotografaları ve yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri kullanılmaktadır. Çalışmada doğruluk değerlendirmesi yapılırken yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü olarak Google Earth yazılımından yararlanılmıştır. Bir görüntüye uygulanan doğruluk analizinde her sınıftan eşit sayıda, rastgele ve otomatik olarak seçilen 200 nokta analiz tablosu içerisine atanmıştır. Tabloya atanan bu koordinat noktalarının gerekli format dönüşümleri yapılarak Google Earth yazılımı üzerinde açılması sağlanmış (Şekil 33) ve böylece gerçekteki durum ile sınıflama haritasında haritada atanmış olduğu sınıf karşılaştırılarak, görüntünün sınıflama doğruluğu belirlenmiştir.



Şekil 33. Doğruluk Analizi İşleminde Örnek Nokta

Şekil 33'de 2006 yılı Landsat görüntüsü için yapılan doğruluk analizi işlemindeki 200 kontrol noktası arasından örnek bir nokta görülmektedir. Doğruluk analizi, daha önce belirtildiği üzere, gerçekte 'tarım' sınıfına dahil olan noktanın, haritada atandığı sınıfla örtüşüp örtüşmediğinin değerlendirilmesi işlemidir ve tüm kontrol noktaları bu şekilde kıyaslanarak doğruluk belirlenmektedir.

Bilindiği gibi uydu görüntülerinde bitkilerin tespitini etkileyen en önemli faktör, bitki yeşil aksamının toprağı örtme oranıdır. Örtme oranı düşük olan veya yetiştirme dönemlerinin başlangıcında yer alan bitkilerin, sınıflama işleminde mera alanlarıyla karıştığı görülmüştür. Farklı yıllara ait Landsat görüntülerinin, aynı zamanda farklı aylarda alınmış olmasının da etkisiyle, mera ve tarım alanlarında yıllar arasında farklılıklar oluşmuştur. Ayrıca, 2008 yılında yaşanan büyük çaptaki orman yangınları (İntepe, Eceabat, Baharlar) sonucunda tahrip olan alanların spektral yansıma değerlerinin değişmesinden ötürü, etkilenen alanlar yerleşim ve çıplak alan sınıfı ile benzerlik göstermiş (Şekil 34) ve bu sınıfa atanmıştır.



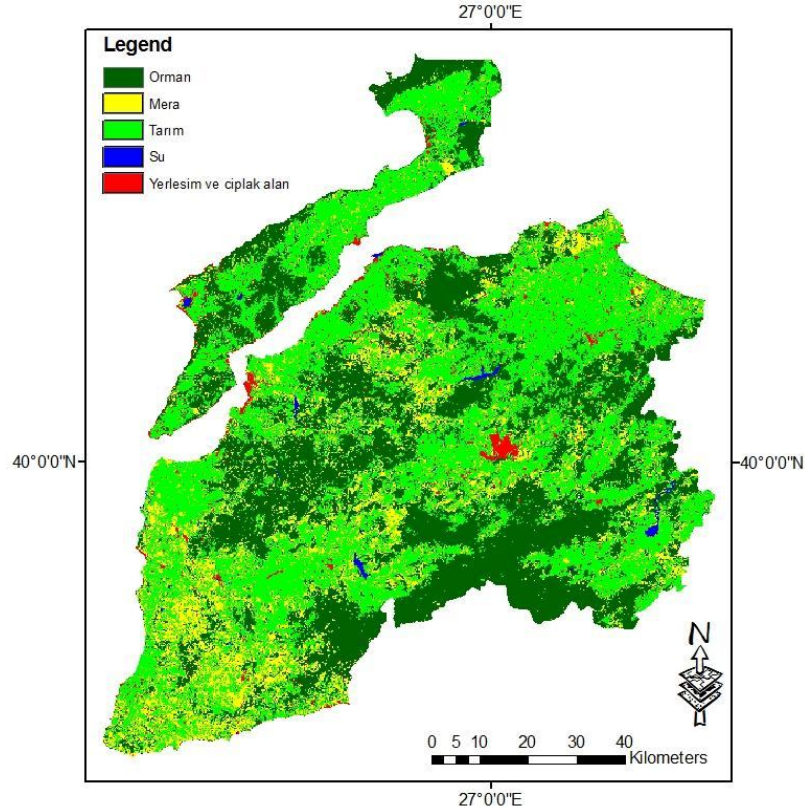
Şekil 34. Yıllara Göre Landsat Sınıflamaları

Görüntülerin her bir sınıfının alansal büyüklüğü Erdas yazılımının özellik tablolarından otomatik olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 10’ da görülmektedir.

Çizelge 10. 2006-2009 yılları Landsat sınıflama haritasından alınan sonuçlar

SINIF	2006 (%)	2007 (%)	2008 (%)	2009 (%)
Orman	38,6	40,9	35,8	37,9
Mera	16,2	17,7	18,1	18,9
Tarım	43,4	39,6	43,7	40,3
Su	0,5	0,50	0,3	0,45
Yerleşim	1,3	1,4	2,1	2,27

Aster görüntüsünün kontrollü sınıflama yöntemiyle sınıflanmasından elde edilen sonuçlar, Landsat sınıflandırmasıyla yakın sonuçlar göstermiştir. Buna göre orman sınıfı çalışma alanının % 39,7’ sini, mera alanları % 18,1’ini, tarım alanları, % 40,3’ ünü, su yüzeyleri % 0,47’ sini, yerleşim alanları ise 1.82’ sini kaplamaktadır.



Şekil 35. Aster uydu görüntüsünden elde edilen sınıflama haritası

4.2. ArcGIS Ortamında Oluşturulan Haritalar ve Toprak Haritaları**4.2.1. SYM kullanılarak oluşturulan haritalar**

Oluşturulan haritalar raster formunda olup, içerisinde barındırdıkları özelliklere göre sorgulanabilir haldedir. Bu haritaların kullanılmasıyla, bitkisel üretim yapılan alanlar arasında bakı ve eğim özelliklerine göre ayırım yapılabilmektedir.

Görüntü sınıflama yöntemleriyle oluşturulan AKBÖ haritasının ‘Tarım’ sınıfı, SYM’ den türetilen ‘Bakı’ haritasıyla karşılaştırılıp birlikte sorgulanmasıyla tarım arazilerinin cepheleri; eğim haritası ile sorgulanmasıyla tarım arazilerinin hangi eğim dereceleri arasında konumlandığı belirlenmiştir.

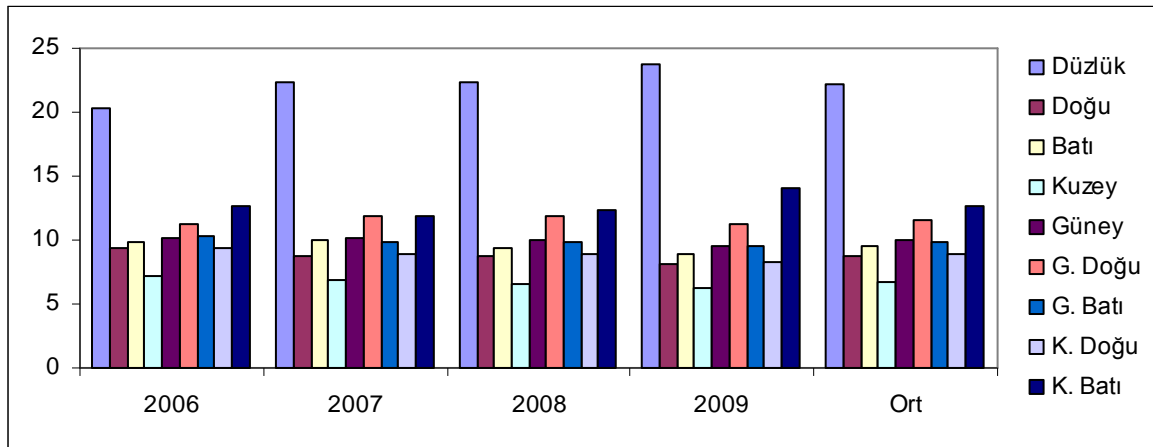
4.2.1.1. Tarım alanlarının bakı ve eğim durumları

Oluşturulan bakı ve eğim haritaları ile sınıflama haritasının tarım kategorisinin karşılaştırılması sonucunda, tarım alanlarının özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 11, 12).

Çizelge 11. Tarım alanlarının bakı durumları

BAKI	ALAN (%)				
	2006	2007	2008	2009	Ortalama
Düzlük	20.3	22.3	22.3	23.7	22.2
Doğu	9.3	8.8	8.8	8.2	8.8
Batı	9.8	10.0	9.3	8.9	9.5
Kuzey	7.2	6.9	6.6	6.2	6.7
Güney	10.2	10.2	10.0	9.5	9.9
G. Doğu	11.2	11.9	11.9	11.2	11.6
G. Batı	10.3	9.8	9.9	9.6	9.9
K. Doğu	9.3	8.9	8.9	8.3	8.9
K. Batı	12.6	11.8	12.4	14.1	12.7

Bakı durumlarının yıllara göre değişimi incelendiğinde, tarım sınıfının en yaygın bulunduğu konumun düzlük araziler olduğu görülmüştür. Arazilerin yönelere dağılımı bir trend göstermektedir (Şekil 36).



Şekil 36. Tarım Arazilerinin Yöneylerinin Yıllara Göre Dağılım Grafiği

Göröldüğü üzere, tüm yıllar için düzlük araziler ilk sırada yer alırken, Kuzeybatı ikinci, Güneydoğu üçüncü, Güney yöneyli araziler dördüncü sırada yer almakta ve en düşük pay Kuzey yönüne ait olmaktadır.

Çizelge 12. Tarım Alanlarının Eğim Durumları

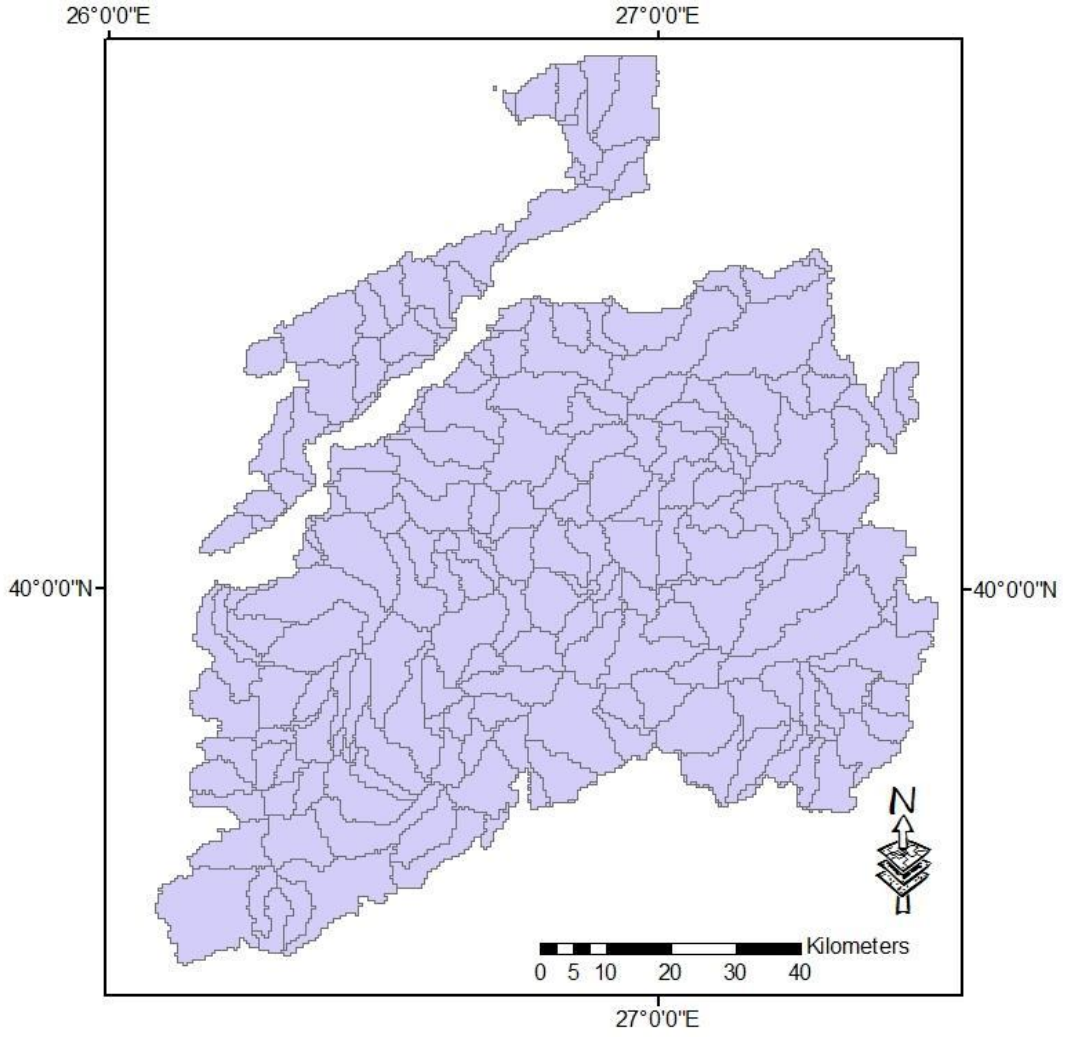
EĞİM (%)	ALAN (%)				
	2006	2007	2008	2009	Ortalama
0-10	69.9	71.4	69.9	72.8	71.0
10-20	23.2	22.1	23.0	21.6	22.5
20-30	6.2	5.6	6.3	5.0	5.8
30-40	0.6	0.6	0.7	0.5	0.6

Tarım alanlarının eğim durumlarına göre yapılan ayırmda, 40° lik eğimin üzerinde bulunan alanlarda tarım arazisi yok denecek kadar azdır. Bu nedenle bu eğim derecesinin üzerindeki alanlar dikkate alınmamıştır. Tarım alanlarının eğim deecelerine göre dağılımları, tüm yıllar için birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir. 0-10° arasında kalan alanlarda yoğun bir tarımsal üretim görölmektedir.

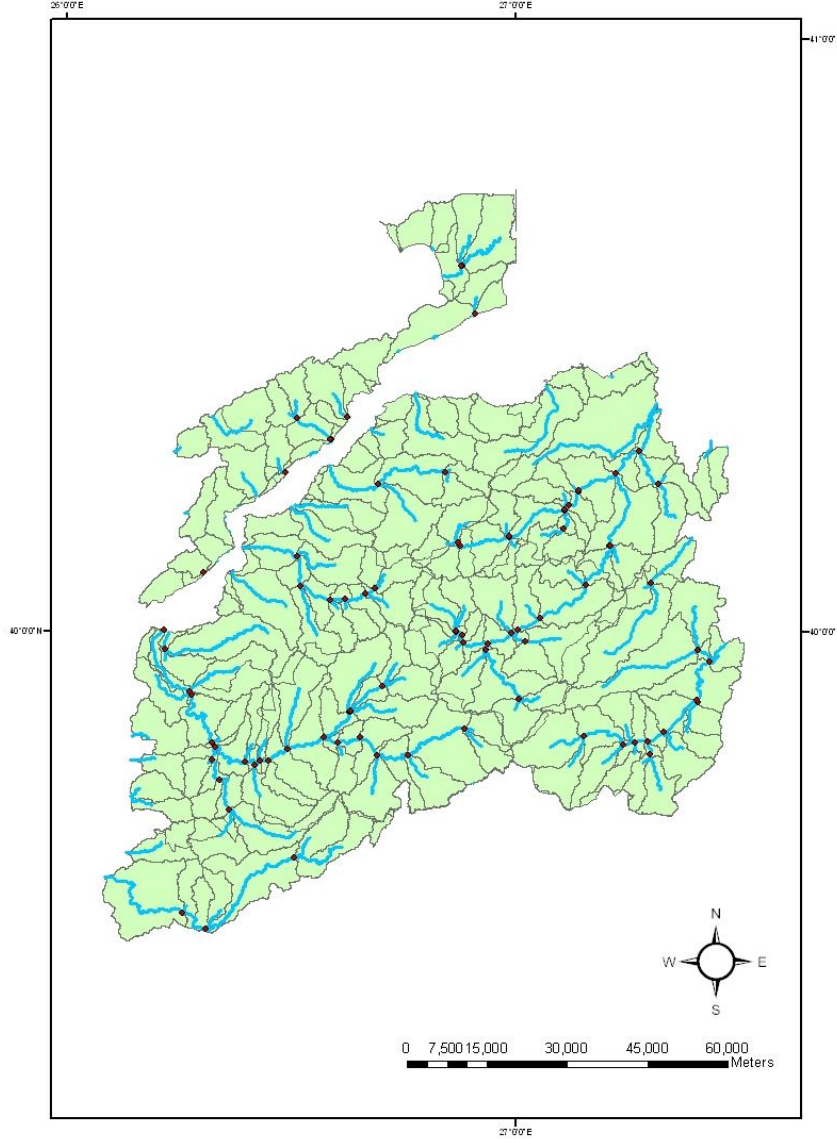
4.3. Hidrolojik Analizler

4.3.1. Havzalar

Çanakkale ilinde adalar hariç toplam 47 su biriktirme noktası ve bu noktalara su ileten 206 havza bulunmaktadır (Şekil 37). Bu havzalardan 136 tanesinden su enerji harcamadan tarım alanlarına iletilebilme özeliğine sahip sahiptir (Şekil 38).

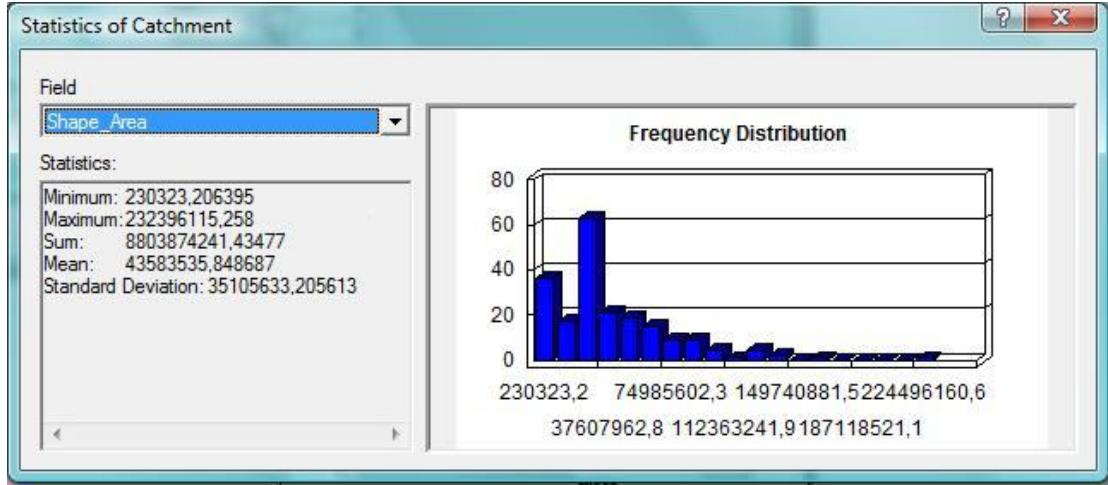


Şekil 37. Hidrolojik Analizler Sonucu Oluşturulan Potansiyel Su Toplama Havzaları

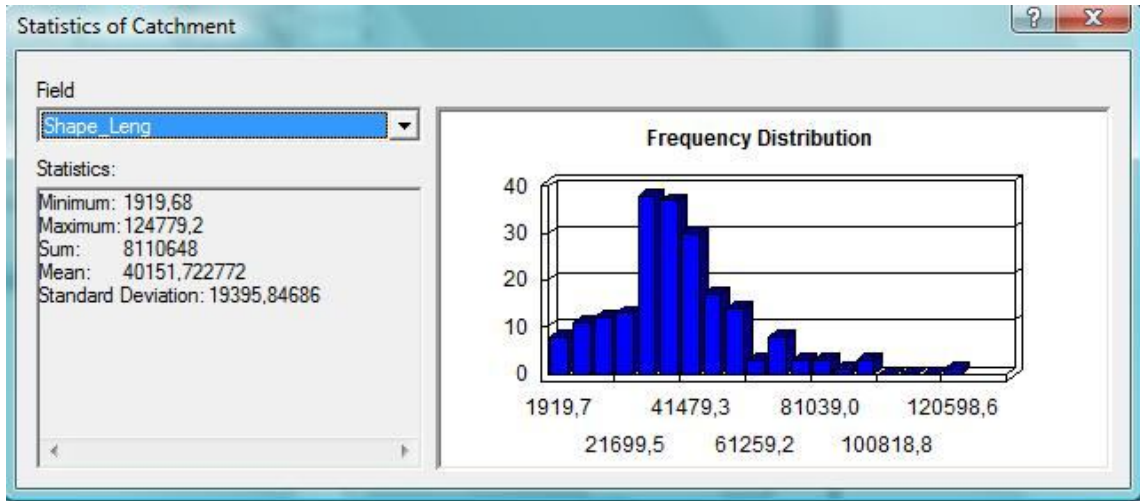


Şekil 38. Çanakkale ili su toplama noktaları

Oluşturulan havzaların alan ve çevre uzunluğuyla ilgili bazı istatistiksel bilgiler Şekil 39 ve 40'da sunulmuştur. Şekilde, maksimum ve minimum havza alanları, toplam ve ortalama alanlar ile standart sapma değeri verilmiştir. Toplam 206 havza içerisinde en büyük alana sahip olan havzanın 23239 ha iken, en küçük havza 23 ha' dır. Çalışma alanındaki ortalama havza alanı ise 4258 ha olarak belirlenmiştir (Şekil 39). Ayrıca bu havzalara ait çevre uzunluklarına ilişkin değerler Şekil 40 ta verilmiştir. Havzaların çevre uzunluklarına ait istatistiklere bakıldığında, en küçük havza çevre uzunluğunun 1,9 km olduğu gözlemlenirken, 125 km ile maksimum değerde olduğu görülmektedir. Ortalama havza çevre uzunluğu ise 40 km olarak bulunmuştur.



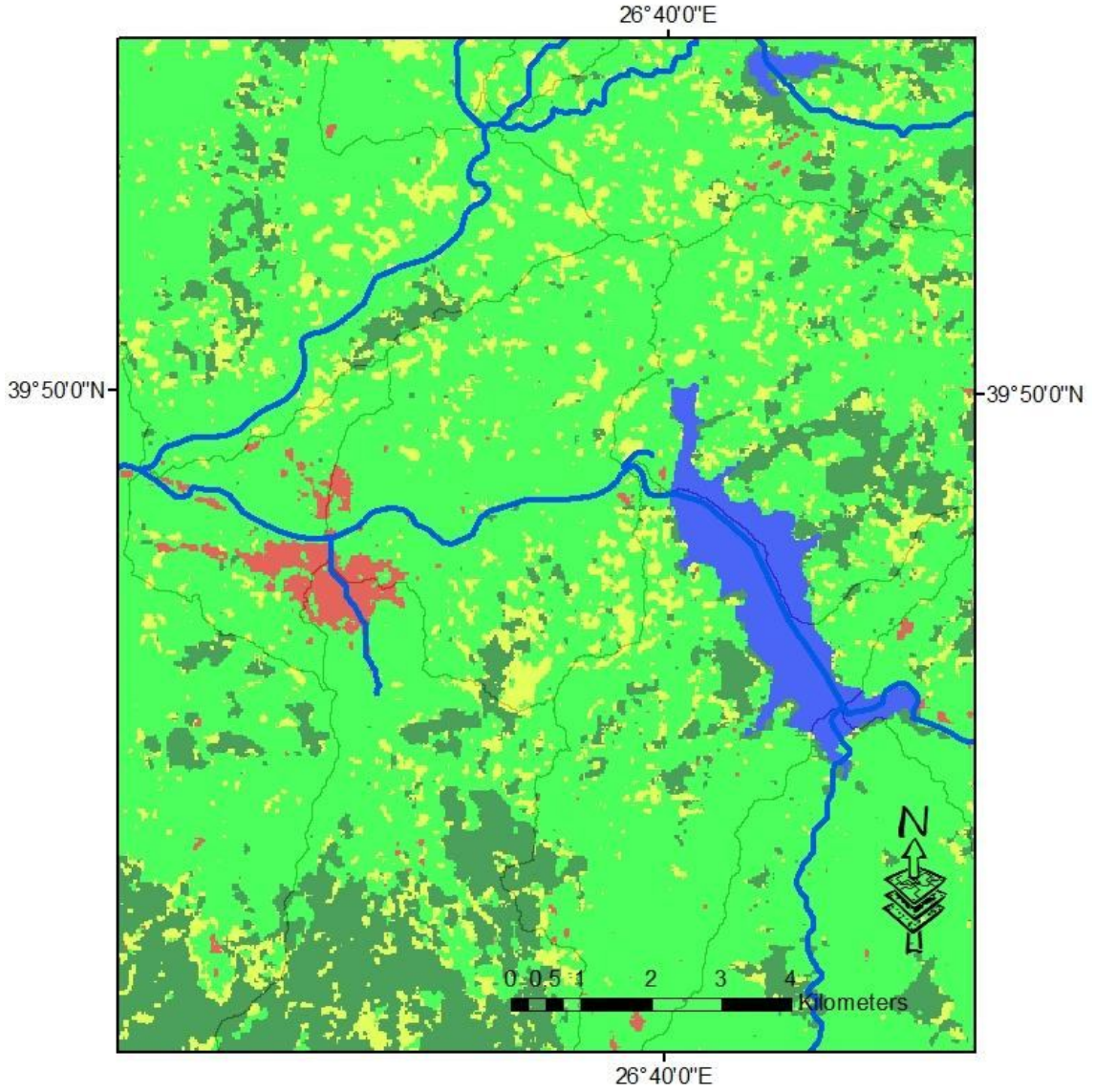
Şekil 39. Havza Alanlarının Bazı İstatistikî Özellikleri



Şekil 40. Havza çevre uzunluklarının bazı istatistikî özellikleri

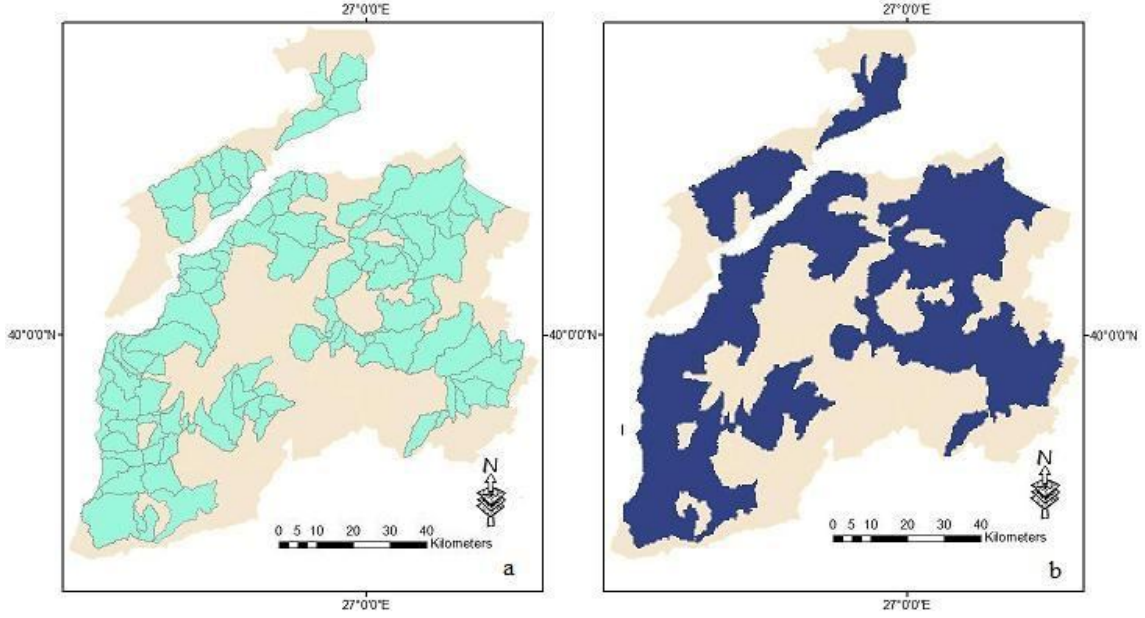
4.3.2. Suyun enerji harcanmadan ulaştırılabileceği araziler

Su birikim noktalarında bulunan suyun pompaja ihtiyaç duyulmadan ulaşabileceği arazilerin belirlenmesinde drenaj çıkış noktaları dikkate alınmıştır ve toplam 136 havza bulunmuştur. AKBÖ haritalarında su olarak sınıflandırılan alanlar içinde toplam 18 tane baraj ve gölet bulunmaktadır. Toplamda 47 su toplama noktası dikkate alındığında 29 havzanın yeni baraj ve gölet yapılmaya uygun olduğu belirlenmiştir (Şekil 41).



Şekil 41. Su Toplama Yapılarına Giren ve Çıkan Akışlardan Bir Görünüm

Yukarıda belirtilen aşamaların sonunda, su iletilebilir konumda olduğu belirlenen havzaların diğer havzalardan ayrılması amacıyla yeni bir katman oluşturulmuştur. Oluşturulan yeni katman poligon halindedir ve yalnızca su iletilen havzaların bütününe kapsamaktadır (Şekil 42 a). Daha sonra analizlerin diğer raster formatlı haritalarla birlikte yapılabilmesi açısından bu katman, vektör formundan raster formuna çevrilmiştir (Şekil 42 b).

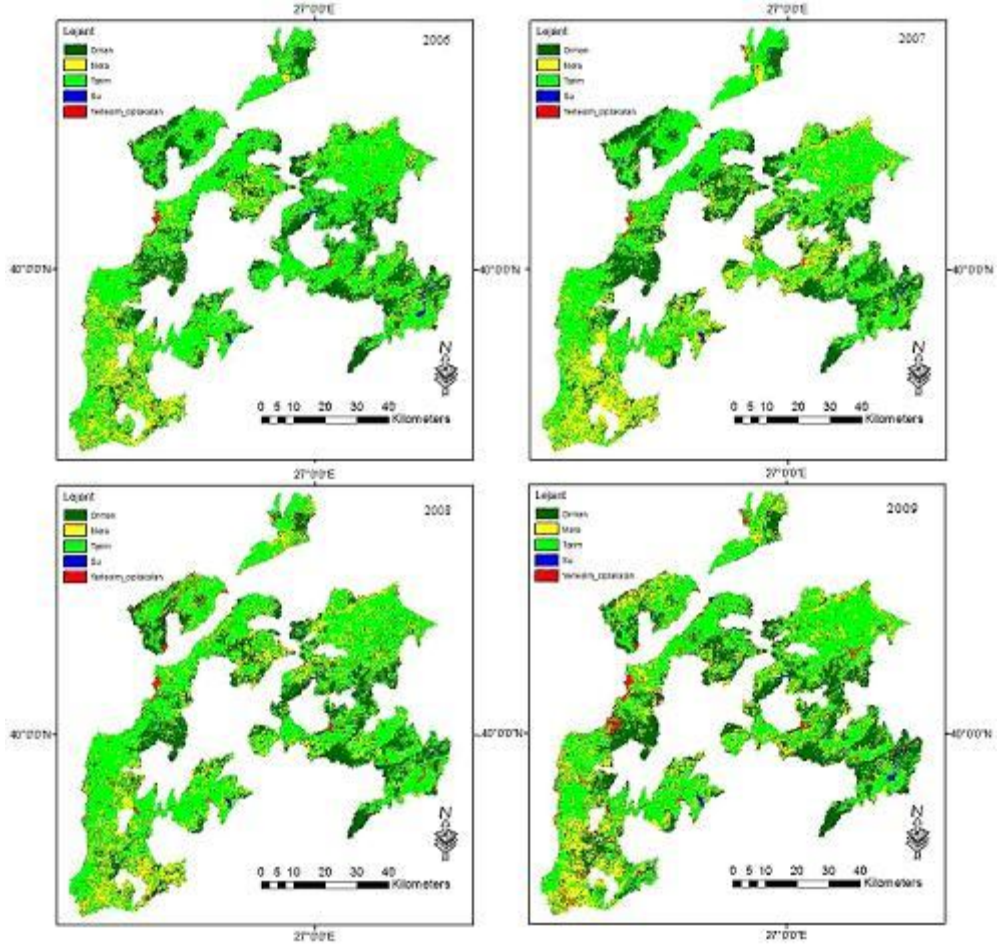


Şekil 42. a. Akış Ağları ile Su İletilebilir Konumda Bulunan Havzaların Vektörel Gösterimi, b. Bu Havzaların Analizlerde Kullanılmak Üzere Raster Formuna Dönüştürülmüş Gösterimi

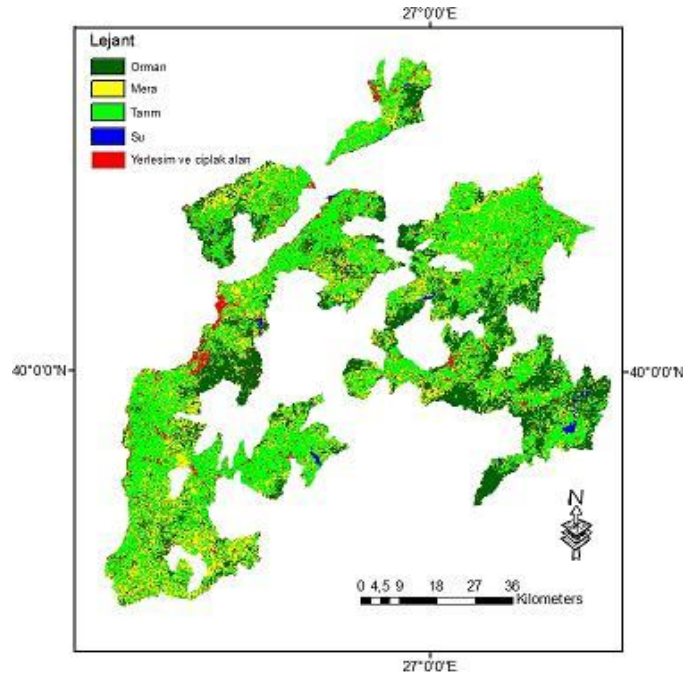
Oluşturulan yeni katmandan yararlanılarak, su iletilebilen havzaların sınırladığı alanlar, tüm çalışma alanını kapsayan AKBÖ haritalarından izole edilmiştir. (Şekil 43). Yapılan sorgulama analizleri neticesinde, bu alan içerisindeki tarım alanlarının miktarları yıllara göre belirlenmiştir (Çizelge 13). Daha sonra, drenaj ağları yardımıyla su iletilebilen havzalarda bulunan tarım alanları, toprak ve eğim özelliklerine göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 13. Su iletilebilir konumdaki havzalar dahilindeki toplam tarım alanları

Tarım Alanları	2006	2007	2008	2009
ha	250927	237030	251553	239367



Şekil 43. Su iletilebilen havzalar bütününe yıllara göre AKBÖ durumu (Landsat)



Şekil 44. Su iletilebilen havzaların Aster sınıflama görüntüsü

4.3.3. Sulanabilir Tarım Alanları

Sulu tarım etütleri arazilerin tarıma değil, sulama yapılmasına elverişlilik durumunu göstermektedir (TSGM, 2010). Bu nedenle, bu özelliklerin belirlendiği toprak haritaları ile AKBÖ haritasının yalnızca ‘tarım’ sınıfı çakıştırılıp birlikte sorgulanarak, bitkisel üretim yapılmasına elverişli alanların sulu tarıma uygunluk değerlendirilmesi yapılmıştır. Tarım arazilerinin toprak özelliklerinin bilinmesi, sulamaya uygunluğun yanı sıra yetiştiriciliği yapılabilecek ürünlerin belirlenmesinde etkili olmaktadır.

Tarım arazilerinde ekonomik bir sulama yapılması için, alınan verimin yapılan masrafları karşılayacak nitelikte olması gereklidir. Sulamanın ekonomik olmasını kısıtlayan faktörler yetersiz drenaj, tuzluluk, eğim derecesi ve toprak derinliği olarak sıralanabilir. Örneğin, AKK sınıfları bakımından I, II ve III sınıf araziler sulu tarıma uygun arazilerdir. Eğim derecelerine göre ayırım yapıldığında eğim derecesi % 15’in altında olan arazilerde yapılan tarımsal üretim, ekonomik olarak sulama masraflarını karşılayabilirler. Toprak haritalarından elde edilen bilgilerden yola çıkılarak drenaj bakımından sorunu olmayan, tuzluluk problemi bulunmayan, arazi kullanım kabiliyeti bakımından ilk üç sınıfa (I., II. ve III.) tekabül eden, orta dereceden fazla eğime sahip olmayan tarım arazileri, sulanabilen arazi özelliklerine sahip arazilerdir (Hanay ve ark, 1996).

Su iletilen havzaların tümünün alanını içeren raster harita ile tarım alanları, sulu tarıma uygunluk toprak ve eğim kriterlerine göre sorgulanarak sulanabilir tarım alanları kriterlerine uygun alanlar belirlenmiştir. Sulanabilir alan kriterlerine uygun olan tarım alanları çalışmada *Sulanabilir Tarım Alanları* (STA) olarak adlandırılmıştır. Tespit edilen STA’ nın alanları hesaplanmıştır; Landsat sınıflamalarından elde edilen sonuçlara göre, 2006 yılında 134807 ha, 2007 yılında 131016 ha, 2008 yılında 133314 ha, 2009 yılı 130913 ha sulanabilir durumda tarım alanı olduğu belirlenmiştir. Aster görüntüsünden yararlanılarak tespit edilen sulanabilir alanların miktarı ise 131306 ha olarak hesaplanmıştır. 2007 yılında elde edilmiş olan Landsat ve ASTER görüntülerden alınan sonuçların, birbiriyle yakın değerlerde olduğu görülmüştür. Ayrıca, sulanabilir tarım alanlarının tüm tarım arazileri içerisinde ne kadar paya sahip olduğu belirlenmiştir. Buna göre, 2006-2009 yılları STA miktarı; il genelindeki tüm tarım alanları arasında ortalama % 36,5’ lik bir paya sahiptir.

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarımsal kullanım için tüketilen suyun miktarı, diğer kullanım alanlarına göre fazladır. Tarımsal sulamada en yüksek maliyetin suyun yüksek kotlara ulaştırılması sırasında harcanmaktadır. Suyun kaynağından tarla başına götüürülmesi sırasında minimum enerji kullanımı ile maksimum miktarda suyun taşınması hedeflenir. Bu nedenle suyun öncelikli olarak akış yolları ve drenaj ağları ile ulaşacağı noktaların bilinmesi önemlidir. Ayrıca bitki varlığı ve su gereksiniminin havza bazında belirlenmesi, su yönetimi ve planlaması açısından önem taşımaktadır. Çalışmada, Çanakkale ili AKBÖ kullanım durumu dört farklı yıl için tespit edilerek haritalanmış ve bu verilerden yararlanarak çalışma alanı içerisindeki mevcut tatlı su varlığı belirlenmiştir. Belirlenen alanlarda baraj, göl, gölet ve doğal olarak oluşmuş su birikim alanlarının yanı sıra mevcut durumda su olmayan fakat su birikebilecek noktalar belirlenmiştir. Bu noktalardan suyun enerji harcamadan tarla başına iletilebilecek tarım alanlarının belirlenmesi amacıyla su birikim noktalarının kotlarının altında bulunan tarım arazileri Çanakkale ilinin tamamı için belirlenmiştir.

- Çanakkale Tarım İl Müdürlüğü (2010) verilerine göre, il genelinde toplam sulanabilir arazi varlığı 110 bin ha' dır.
- Çalışmada farklı yıllara ait görüntüleri ve SYM yardımıyla elde edilen sonuçlara göre 132 bin ha olarak bulunmuştur.
- UA ve CBS teknikleri yardımıyla bulunan toplam STA ile resmi kaynaklar belirtilen alanlardan 22 bin ha daha fazladır. Bunun yanında, sulamayı etkileyen toprak bünyesi ve yapısı ile ilgili özellikler çalışma kapsamında değerlendirilmemiştir.
- Çanakkale ilinde mevcut doğal ve insan yapımı su biriktirme yapılarının yanı sıra potansiyel olarak enerji harcamadan tarım alanlarına suyu iletilebileceği toplam 136 su toplama havzasından enerji harcamadan tarım alanlarına suyun ulaştırılması mümkündür.
- Toplam 47 su toplama noktası, AKBÖ haritalarında su olarak sınıflandırılan noktalarla çakışmaktadır.
- Çanakkale ilinde mevcut 18 baraj ve gölet benzeri yapı varken, zemin ve ekonomik analizlerin uygun olması durumunda Çanakkale ilinde 29 yeni

baraj ve gölet benzeri su biriktirme yapısının yapılabilecek durumda olduğu belirlenmiştir.

- Çanakkale ilinde, UA ve CBS ile sulanabilen tarım alanlarının ve su biriktirme noktalarının belirlenmesinde hedef belirleyici, hızlı, ekonomik ve karar vericilere yol göstermede uygun bir yöntem olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

- Alexandridis T.K., Cherif I., Chemin Y., Silleos G.N., Stavrinou E. ve Zalidis G.C., 2009. Integrated Methodology for Estimating Water Use in Mediterranean Agricultural Areas. *Remote Sens.*, 2009(1): 445-465.
- Algancı U., Coşkun H.G., Eriş E., Ağırlioğlu N., Cıgızoğlu K., Yılmaz L. ve Toprak Z.F., 2008. Akım Ölçümleri Olmayan Akarsu Havzalarında Hidroelektrik Potansiyelin Belirlenmesine Yönelik Uzaktan Algılama ve CBS ile Hidrolojik Modelleme. *K.S.Ü. Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9(1): 88-94.
- Ali Md. H., Shui L.T. ve Walker W.R., 2003. Optimal Water Management for Reservoir Based Irrigation Projects Using Geographic Information System. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 129:1(1): 1-10.
- Apan M., 1981. Tarla sulama sistemlerinin seçiminde dikkate alınması gereken temel etmenler. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 12 (2-3): 193-207.
- Arc Hydro Tools, (2007), *Tutorial*, Version 1.2.
- Aslan Akaya Ş.T., 2005. Coğrafi Bilgi Sistemleri Olanakları ile Bazı Havza Özelliklerinin Belirlenmesi. *K.S.Ü. Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(2): 128-134.
- Atalay İ., Sezer L.İ., Temuçin E., Işık Ş. ve M. Mutluer, 1990. Ege Bölümünde Toprak Oluşumunu Etkileyen Faktörler. *Ege Coğrafya Dergisi*, 5:32-44.
- Bahadır M., 2007. Yalova İli Arazi Kullanımının Uzaktan Algılama Teknikleri Yardımıyla Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Afyonkarahisar Kocatepe Üni., Afyon.
- Band L.E., 1986. Topographic Partitioning of Watersheds with Digital Elevation Models, *Water Resour. Res.*, 22: 15-24.
- Barrett E.C. ve Curtis L.F., 1982. *Introduction to Environmental Remote Sensing* (3rd ed.). Chapman and Hall, London, New York. 372
- Beven K.J., ve Kirkby M.J., 1979. A Physically-based Variable Contributing Area Model of Basin Hydrology, *Hydrol. Sci. Bull.*, 24: 43-49.
- Baloch M.A. ve Tanık A., 2009. Havza modelleme: Namnam Havzası' nın Sınırlarının Belirlenmesi ve Karakterizasyonunda Basins Uygulaması. *İTÜ Dergisi/e Su Kirlenmesi Kontrolü*, 19 (1-2), 85-97.
- Burcher C.L., 2009. Using Simplified Watershed Hydrology to Define Spatially Explicit 'Zones of Influence'. *Hydrobiologia*, 618: 149-160.
- Burrough, P.A. ve McDonnell R.A., 1998. Principles of Geographical Information

- Systems. *Oxford University Press Inc.*: New York.
- Campbell J.B., 2002. *Introduction to Remote Sensing* (3rd ed.). The Guildford Press, London, New York.
- Chang K., 2004. *Introduction to Geographic Information Systems* (2nd ed.). McGraw-Hill, New York.
- Collins S.H. ve Moon G.C, 1981. Algorithms for Dense Digital Terrain Models. *Photogrammetric Engineering and Eng. Remote Sensing*, 47: 71-76.
- Congalton R. G. ve Green K., 1999. Assessing the accuracy of remotely sensed data: Principles and Practices. *Lewis Publisher*, Boca Raton.
- Cowen D., Jensen J., Bresnahan P., Graves D. ve Huang X., 1995. The Design and Implementation of An Integrated Geographic Information System for Environmental Applications, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 61 (11): 1393-1404.
- Crampton S. ve Fleming S., 2005. Practical Application of GIS for Water Resources Gwinnett Country Case Study. *Proceedings of Georgia Water Resources Conferance*, 25-27 April, The University of Georgia, Athens, Georgia.
- Çanakkale Tarım İl Müdürlüğü, 2010. Çanakkale Tarım İl Müdürlüğü web Sitesinden alınmıştır: <http://www.canakkale-tarim.gov.tr>
- Çanakkale Valiliği, 2010. Çanakkale Valiliği web sitesinden alınmıştır: <http://www.canakkale.gov.tr>
- Delibaş L., 1994. Tarla Sulama Sistemlerinin Seçiminde Dikkate Alınması Gereken Temel Etmenler. *Atatürk Üni. Zir. Fak. Dergisi*, 12(2-3): 193-207.
- Demikesen A.C., 2003. Sayısal Yükseklik Modellerinin Analizi ve Sel Basman Alanlarının Belirlenmesi, TUJK 2003 Yılı Bilimsel Toplantısı, *Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı*, 24-25-26 Eylül, Konya.
- DMİ, 2010. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün web sitesinden alınmıştır: <http://www.dmi.gov.tr/>
- Doyle F.J., 1978. Digital terrain models: an overview. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 44(12): 1481-1485.
- El Bastawesy M.A., Ali R.R ve Nasr A.H., 2008. The Use of Remote Sensing and GIS for Catchments Delineation in Northwestern Egypt: An Assessment of Soil Recources and Soil Potential. *Egypt J. Remote Sensing & Space Sci.*, 11: 3-16.
- Ergin E. 2006. Uzaktan Algılamının Havza Yönetiminde Kullanımı: Çandarlı Örneği. Fen

- Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- ESRI, 2009. ArcHydro Tools Tutorial, Version 1.3, January, 2009.
- Engman E.T. ve Gurney R.J., 1991. Remote Sensing in Hydrology. *Chapman and Hall*, London.
- Evans I., 1998. What Do Terrain Statistics Really Mean?, in: Landform Monitoring, Modelling and Analysis, edited by: Lane, S. N., Richards, K. S., and Chandler, J. H., *John Wiley and Sons*, New York.
- FAO; IFAD Water for Food, Agriculture and Rural Livelihoods, 2006. In: The United Nations World Water Development Report 2: Water, A Shared Responsibility; *UNESCO and Berghahn Books*: Paris and New York, <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001454/145405E.pdf>.
- Frazier P.S. ve Page K.J., 2000. Water Body Detection and Delineation with Landsat TM Data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 66 (12): 1461-1467.
- Fisher P. F., Tate N.J., 2006. Causes and Consequences of Error in Digital Elevation Models. *Progress in Physical Geography*, 30 (4): 467-489.
- Goodchild M.F, Sun G. ve Yang S., 1992. Development and Test of An Error Model for Categorical Data, *Int. J. Geogr. Inf. Syst.*, 6: 87-104.
- Goodchild M.F., 2009. Geographic Information Systems and Science: Today and Tomorrow. *Annals of GIS*. 15(1): 3-9.
- Gümrükçüoğlu M. ve Baştürk O., 2007. Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Sakarya Nehri Kirlilik Yükünün Belirlenmesi. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal CBS Kongresi*, 30 Ekim- 2 Kasım, KTÜ, Trabzon.
- Günesen S., 2008. Mapping of Some Properties at the Lower Part of Kelkit Basin Using GIS and Remote Sensing. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Hanay A., Anapalı Ö. ve İ. Hattatoğlu, 1996. Demirdöven Barajı Sulama Alanı Topraklarının Sulu Arazi Standartlarına Göre Sınıflandırılması ve Uygun Sulama Yöntemlerinin Seçimi. *Atatürk Üni. Zir. Fak. Der.*, 27(1): 139-155.
- Hancock G.R., 2005. The Use of Digital Elevation Models in The Identification and Characterization of Catchments over Different Grid Scales. *Hydrological Processes*, 19: 1727-1749.
- Hancock G. R., Martinez C., Evans K. G. ve Moliere D. R., 2006. A Comparison of SRTM and High-resolution Digital Elevation Models and Their Use in Catchment

- Geomorphology and Hydrology: Australian Examples. *Earth Surf. Process. Landforms* 31: 1394-1412.
- Hatzopoulos J.N., Karafillis D.G. ve Gkitakou D., 2005. Digital Elevation Data and the Use of ArcHydro to Locate Places For Creation of Small Dams in The North East Part of The Greek Island of Naxos. *Proceedings of The 9th International Conference on Environmental Science and Technology*, 1-3 Sep., Rhodos Island, Greece.
- Helmschrot J., 1999. Applications of Remote Sensing Data for Distributed Hydrological Modelling of Large Scale Afforrested Areas in the Nothern East Cape Province, South Africa. Deutscher Tropentag 1999 in Berlin, Session: Research and Management of Ecosystems and Natural Resources incl. Forests
- Horn B.K., 1981. Hill Shading and The Reflectance Map. *Proceedings of the I.E.E.E.* 69: 14-47.
- Jensen J.R., 1996. Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective. Second ed. *Prentic Hall*, Upper Saddle River, New Jersey.
- Jensen J.R., 2000. Remote Sensing of The Environment: An Earth Resource Perspective. *Prentic Hall*, Upper Saddle River, New Jersey.
- Jenson S.K. ve Domingue J.O., 1988. Extracting Topographic Structure from Digital Elevation Data for Geographical Information System Analysis, *Photogramm. Eng. Remote Sens.*, 54: 1593-1600.
- Kansu O., 2006. Uzaktan Algılamada Görüntü Sınıflama Yöntemleri Analizi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Kantürk G., 2002. Karacasu (Dandalas) Havzasında Arazi Sınıflandırması ile Arazi Kullanımı arasındaki ilişkiler. Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Karaş E., 2005. Havza Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar, *Toprak-su*, Eskişehir.
- Kaudmani M., 2004. Applications of Remote Sensing to Hydrology and Hydrogeology. *Int. Conf. on Water Resources and Arid Environment*.
- Kenward T., Lettenmaier D.P., Wood E.F ve Fielding E., 2000. Effects of Digital Elevation Model Accuracy on Hydrologic Predictions. *Remote Sensing of Environment*, 74: 432-444.
- Keskiner A.D., 2008. Farklı Olasılıklı Yağış ve Sıcaklıkların CBS Ortamında Haritalanmasında Uygun Yöntem Belirlenmesi ve M. Turc Yüzey Akış Haritasının Geliştirilmesi: Seyhan Havzası Örneği. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi

- Çukurova Üniversitesi, Adana.
- KHGM 1999. *Çanakkale İli Arazi Varlığı*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, İl Rapor No: 17. 136 p.
- Kim S.ve Lee H., 2004. A Digital Elevation Analysis: A Spatially Distributed Flow Apportioning Algorithm. *Hydrological Processes*, 18 (2004), p: 1777–1794.
- Kiss R., 2010. Determination of Drainage Network in Digital Elevation Models, Utilities and Limitations. *Journal of Hungarian Geomatics*, 2: 16-29.
- Konukçu H.Ö., 2007. Sulama Yönetiminde Uzaktan Algılama Tekniği ve Coğrafi Bilgi Sisteminin Kullanılabilirliği Üzerine Bir Araştırma. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Kraemer C. ve Panda S.S., 2009. *Proceedings of The Georgia Water Resources Conference*, April 27-29, University of Georgia.
- Kuo W.L., Steenhuis T.S., McCulloch C.E., Mohler C.L., Weinsten D.A, DeGloria S.D. ve Swaney D.P., 1999. Effect of grid size on runoff and soil moisture for a variable-source-area hydrology model. *Water Resources Research*, 35: 3419–3428.
- Lillesand T.M. ve Kiefer R.W., 1999, Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley and Sons Publishers, New York.
- Lillesand T.M., Kiefer R.W., 1987. Remote Sensing and Image Interpretation, ABD.
- Lin W.T., Chou W.C., Lin C.Y., Huang P.H ve Tsai J.S., 2006. Automated Suitable Drainage Network Extraction from Digital Elevation Models in Taiwan's Upstream Watersheds. *Hydrological Processes*, 20: 289-306.
- Lin W.T., Chou W.C., Lin C.Y., Huang P.H. ve Tsai J.S., 2008. WinBasin: Using Improved Algorithms and The GIS Technique for Automated Watershed Modelling Analysis from Digital Elevation Models. *International Journal of Geographical Information Science*, 22 (1): 47-69.
- Luzio M.D, Arnold J.G. ve Srinivasan R., 2005. Effect of GIS Data Quality on Small Watershed Stream Flow and Sediment Simulations. *Hydrological Processes*, 19, p: 629-650.
- Macka Z., 2001. Determination of Texture of Topography from Large Scale Contour Maps, *Geografski vestnik*, 73 (2): 53-62.
- Maidment, D.R., 2002. Arc Hydro: GIS for Water Resources, Redlands, California: *ESRI Press*, Redlands, J.A.
- Mark D.M., 1983. Relations Between Field-surveyed Channel Networks and Mapbased

- Geomophometric Measures, Inez, Kentucky, *Ann. Assoc. Am. Geogr.*, 73: 358– 372.
- Martz L.W. ve Garbrecht J., 1999. The Treatment of Flat Areas and Depressions in Automated Drainage Analysis of Raster Digital Elevation Models. *Hydrological Processes*, 12: 843-855.
- Meriç B.T., 2004. Su Kaynakları Yönetimi ve Türkiye, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 28(1):27-38.
- Moore I.D., Grayson R.B. ve Lodson A.R., 1991. Digital Terrain Modelling: A Review of Hydrological, Geomorphological and Biological Applications. *Hydrol. Processes*, 5(1): 3-30.
- Murphy P.N.C., Ogilvie J., Meng F.R. ve Arp P., 2008. Stream Network Modelling Using Lidar and Photogrammetric Digital Elevation Models: A Comparison and Field Verification. *Hydrological Processes*, 22: 1747-1754.
- Namkhai O., 2006. Adana Çatalan Baraj Gölü Havzası' nın Kirliliğe Karşı Özgül Duyarlılık Özelliklerinin Belirlenmesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- NİK, 2010. Nik İnşaat Tic. Ltd. Şti. İnternet sitesinden alınmıştır: www.nik.com.tr
- O'Callaghan J. ve D. Mark, 1984. The Extraction of Drainage Networks from Digital Elevation Data, *Comput. Vision Graphics Image Process.*, 28, 328– 344.
- O'Loughlin E.M., 1986. Prediction of surface saturation zones in natural catchments by topographic analysis. *Water Resources Research*, 22: 794-804.
- Okman C., 1994. Hidroloji. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, Yayın No. 1388, Ankara.
- Özalp D., 2009. Dere Taşkın Risk Haritalarının CBS Kullanılarak Oluşturulması ve CBS ile Taşkın Risk Analizi. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Özcan O., Musaoğlu N. ve Şeker D.Z., 2009. Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi; Sakarya Havzası Örneği. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 12. *Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*. 11-15 Mayıs, Ankara.
- Özdemir H., 2007. Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi. Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Özdemir H. ve Bird D., 2009. Evaluation of Morphometric Parameters of Drainage

- Networks Derived from Topographic Maps and DEM in Point of Floods. *Environmental Geology*, 56: 1405-1415.
- Pietnorino A., Leconte R., 2000. A Review of Canadian Remote Sensing Applications in Hydrology: 1995-1999. *Hydrological Processes*, 14: 1641-1666.
- Pike R.J., 2000. Geomorphometry: Diversity in Quantitative Surface Analysis. *Progress in Physical Geography*, 24: 1-20.
- Ramroop S., 2007. Possibility of Positioning Dams to Control Flooding in Trinidad. *Proceedings of ESRI Users Group Conference*, 3 Nov. 2007, http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc07/papers/pap_1045.pdf.
- Richards J.A. ve Jia X., 2006. Interpretation of Hyperspectral Image Data. In: Remote Sensing Digital Image Analysis, *Springer*, New York, USA.
- Rinaldo A., Rodriguez-Iturbe I. ve Rigon R., 1998. Channel Networks, *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 26: 289-327.
- Roth N.E., Allan J.D. ve Erickson D.L., 1996. Landscape Influences on Stream Biotic Integrity Assessed at Multiple Spatial Scales. *Landscape Ecology*, 11: 141-156.
- Seckler D., Barker R. ve Amarasinghe U., 1999. Water Scarcity in The Twenty-first Century. *Int. J. Water Resour.*, 15: 29-42.
- Sesören A., 1999. Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar. Mart Matbaacılık, İstanbul.
- Shiklomanov I.A., 2000. Appraisal and Assessment of World Water Resources. *Water Int*, 25: 11-32.
- Shrestha A.K., 1998. Improvement of Image Classification Using Ancillary Data, Master of Science Thesis (Yüksek Lisans Tezi). ITC, Enschede, The Netherlands.
- Sönmez K., 1994. Toprak Koruma. *Atatürk Üni. Zir. Fak. Yayın no: 169*.
- Strobl R.O. ve Forte F., 2007. Artificial Neural Network Exploration of The Influential Factors in Drainage Network Derivation. *Hydrological Processes*, 21: 2965-2978.
- Susam T., 2006. Yüzey Suları Coğrafi Bilgi Sistemi: Tokat İli Örneği. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, Bahar (2006), C:5, S:16: 57-67.
- Tarboton D., Bras R., ve Rodriguez-Iturbe I., 1991 On The Extraction of Channel Networks from Digital Elevation Data. *Hydrol. Processes*, 5: 81-100.
- Tarboton D., 1997. A, New Method for The Determination of Flow Directions and Upslope Areas in Grid Digital Elevation Models, *Water Resour. Res.*, 33: 309- 319.
- TUİK 2009. Türkiye İstatistik Kurumu web sitesinden alınmıştır: <http://www.tuik.gov.tr>
- Tuğaç M.G. ve H. Torunlar, 2002. Coğrafi Bilgi Sistemleri Teknikleri Kullanılarak

- Tarımsal Amaçlı Veri Tabanı Oluşturulması ve Arazi Kullanım Planlaması Yapılması. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi.
- Trimble S.W. ve Crosson P., 2000. U.S. Soil Erosion Rates: Myths and Reality. *Science*, 289: 248-250.
- Turcotte R., Fortin J. P., Rousseau A. N, Massicotte S. ve Villeneuve J. P., 2001. *Journal of Hydrology*, 240 : 225-242.
- Tülücü K., 2002. Su kaynaklarının planlanması, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi genel yayın no: 175, Ders kitapları yayın no: A-53, Adana.
- US Geological Survey. 1987. Digital elevation models. In US Geological Survey Data User's Guide 5: 38. Verstappen, H. T., 1983. Applied Geomorphology: Geomorphological Surveys for Environmental Development. *Elsevier*, Amsterdam.
- Vogt J.V., Soille P. ve Jager A., 2007. Developing a pan-European Data Base of Drainage Networks and Catchment Boundaries from a 100 Metre DEM. *Proceedings 10th AGILE Int. Conference on Geographic Information Science*, 8-11 May 2007, Aalborg University, Denmark, <http://www.agile-online.org>.
- Wechsler S.P., 2007. Uncertainties Associated with Digital Elevation Models for Hydrological Applications: A Review. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 11: 1481-1500
- Woldie M.Y., 2003. Assessment of Irrigation Potential in The Roxo Dam Area (Portugal) for Strategic Planning Using GIS/RS (Yüksek Lisans Tezi). *International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation Enschede*, The Netherlands.
- Wise S., 2000. Assessing the Quality for Hydrological Applications of Digital Elevation Models Derived from Contours. *Hydrol. Process.*, 14: 1909-1929.
- Yomralıoğlu T., 2003. Coğrafi Bilgi Sistemi Politikası. Çağrılı Bildiri, *TUJK CBS ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı*, Selçuk Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, s.104-113, ISBN: 975-591-587-7, Konya.
<http://www.gislab.ktu.edu.tr/yayin/PDF/03TYB01.pdf>
- Xu Z.X., Ito K., Schultz G.A. ve Li J.Y., 2001. Integrated Hydrologic Modelling and GIS in Water Resources Management. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 15 (3): 217-223.
- Zeiler M., 1999. Modelling our World: The ESRI Guide to Geodatabase Design. Redlands, Ca: ESRI Press.

ÇİZELGELER

	Sayfa No
Çizelge 1. Çalışma alanındaki toprakların DTO dağılımı.....	23
Çizelge 2. Barajlara Ait Bazı Özellikler.....	24
Çizelge 3. Tarım Arazilerinin Miktarı ve Sulanabilir Arazi Varlığı.....	26
Çizelge 4. Landsat 1-7 Uydularının Özellikleri.....	27
Çizelge 5. Landsat Uydu Görüntülerinin Özellikleri.....	28
Çizelge 6. Aster Görüntüsünün Dalga Boylarına İlişkin Özellikler.....	30
Çizelge 7. Formosat Uydu Görüntüsüne İlişkin Özellikler.....	31
Çizelge 8. Çalışma Alanının Eğim Durumu.....	38
Çizelge 9. Bakı durumlarının Alan Bakımından Değerleri.....	41
Çizelge 10. 2006-2009bYılları Landsat Sınıflama Haritasından Alınan Sonuçlar	50
Çizelge 11. Tarım Alanlarının Bakı Durumları.....	51
Çizelge 12. Tarım Alanlarının Eğim Durumları.....	52
Çizelge 13. Su İletilebilir Konumdaki Havzalar Dahilindeki Toplam Tarım Alanları.....	57

ŞEKİLLER

Sayfa No

Şekil 1. Pasif ve aktif uzaktan algılama sensörleri.....	4
Şekil 2. Elektromanyetik spektrum.....	5
Şekil 3. Farklı yersel çözünürlüğe sahip görüntüler.....	5
Şekil 4. Hidrolojik çevrim.....	9
Şekil 5. Çalışma alanının konumu.....	15
Şekil 6. Bazı meteorolojik verilerin aylara göre değişimi.....	16
Şekil 7. Çalışma alanının Büyük Toprak Grupları (BTG) haritası.....	18
Şekil 8. BTG'nın alansal dağılımı.....	18
Şekil 9. AKK sınıflarının yöredeki dağılımını gösterir harita.....	19
Şekil 10. AKK sınıflarının alansal dağılımı.....	20
Şekil 11. Erozyon (ERZ) derecelendirme haritası.....	21
Şekil 12. Toprak derinlik durumları.....	22
Şekil 13. DTO' nun alansal dağılımları.....	23
Şekil 14. Landsat 1-7 hizmet süreleri.....	27
Şekil 15. Çalışma alanı sınırlarını kapsayan Aster uydu görüntüsü.....	29
Şekil 16. Çanakkale ilini kapsayan Formosat uydu görüntüsü.....	31
Şekil 17. Çalışmada kullanılan sayısal yükseklik modeli.....	32
Şekil 18. Çalışmada akış diyagramı.....	33
Şekil 19. Orman alanlarından örnek bir görünüm.....	35
Şekil 20. Yöredeki bir mera alanı.....	35
Şekil 21. Tarım sınıfına gören mısır ekili bir parsel.....	36
Şekil 22. Su sınıfından bir örnek: Atikhisar barajı.....	36
Şekil 23. Bayramiç ilçesi yerleşim alanları.....	37
Şekil 24. Neighbourhood analizinin şekilsel gösterimi.....	37

Şekil 25. SYM' nin CBS ortamında işlenmesiyle oluşturulan bakı haritası.....	40
Şekil 26. Bakı durumlarının alan miktarlarına göre dağılış grafiği.....	41
Şekil 27. Hidrolojik analizlerin şekilsel olarak gösterimi.....	42
Şekil 28. Altlık görüntü ve oluşturulan akış çizgileri	42
Şekil 29. SYM onarımının şekilsel gösterimi.....	44
Şekil 30. D8 Algoritmasının şekilsel gösterimi.....	45
Şekil 31. Archydro modülü ile belirlenen akım yönleri.....	45
Şekil 32. Akarsu derecelendirmesi.....	46
Şekil 33. Doğruluk analizi işlemlerinde örnek bir nokta.....	48
Şekil 34. Yıllara göre Landsat sınıflandırmaları.....	49
Şekil 35. Aster uydu görüntüsünden elde edilen sınıflama haritası.....	50
Şekil 36. Tarım arazilerinin yöneylerinin yıllara göre dağılım grafiği.....	52
Şekil 37. Hidrolojik analizler sonucu oluşturulan potansiyel su toplama havzaları.....	53
Şekil 38. Çanakkale ili su toplama noktaları.....	54
Şekil 39. Havza alanlarının bazı istatistiki özellikleri.....	55
Şekil 40. Havza çevre uzunluklarının bazı istatistiki özellikleri.....	55
Şekil 41. Su toplama yapılarına gören ve çıkan akışlardan bir görünüm.....	56
Şekil 42. Akış Ağları İle Su İletilebilir Konumda Bulunan Havzaların Vektör ve raster Gösterimi.....	57
Şekil 43. Su İletilebilir Havzalar Bütününün Yıllara Göre AKBÖ Durumu.....	58
Şekil 44. Su iletilebilen havzaların Aster sınıflama görüntüsü.....	58

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER:

Doğum Yeri/ Yılı : İstanbul / 16.06.1986
Cinsiyeti : Bayan
Yabancı Dil : İngilizce (2009 ÜDS -75.000)

EĞİTİM DURUMU : 1992-1997 Alanya Bilgi Bulut İlk Okulu

1997-2004 Alanya Ayşe Melahat Erkin Anadolu Lisesi

2004-2008 Ç.O.M.Ü. Ziraat Müh./ Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl.

2008-2011 Ç.O.M.Ü. F.B.E./ Tarımsal Yapılar ve Sulama A.B.D.

İŞ DENEYİMİ: Araştırma Görevlisi: ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü (2009-....)

İLETİŞİM:

e-mail : melissacan@comu.edu.tr

Tel iş : (0286) 2180018-1315