



**T.C.
SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**POTANSİYEL AĞAÇLANDIRMA SAHALARININ
BELİRLENMESİNDE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ'NİN
KULLANILMASI: SİVAS İLİ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Muhammed Kürşad MUĞLA
(20169249011)**

**Geomatik Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Tarık TÜRK**

**SİVAS
MART 2019**

Muhammed Kürşad MUĞLA' nın hazırladığı ve **“POTANSİYEL AĞAÇLANDIRMA SAHALARININ BELİRLENMESİNDE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ'NİN KULLANILMASI: SIVAS İLİ ÖRNEĞİ”** adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI'** nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı **Doç. Dr. Tarık Türk**

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

Jüri Üyesi **Dr. Öğr. Üyesi Alper ŞEN**

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyesi **Dr. Öğr. Üyesi Çağdaş KUŞÇU ŞİMŞEK**

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. İsmail ÇELİK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 20.08.2014 tarihli ve 7 sayılı kararı ile kabul edilen Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırlanmıştır.

Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP) Komisyonu tarafından CÜBAP M709 Nolu proje kapsamında desteklenmiştir.



Bütün hakları saklıdır.

Kaynak göstermek koşuluyla alıntı ve gönderme yapılabilir.

© Muhammed Kürşad MUĞLA, 2019



Aileme...

ETİK

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- ✓ Bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- ✓ Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- ✓ Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere, bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- ✓ Bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ✓ Tezin herhangi bir bölümünü, Cumhuriyet Üniversitesi veya bir başka üniversitede, bir başka tez çalışması olarak sunmadığımı; beyan ederim.

01.03.2019

Muhammed Kürşad MUĞLA

KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR

Bilgi ve deneyimlerinden sürekli yararlandığım, tezin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Tarık Türk'e çok teşekkür ederim. Bu tez çalışması süresince bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren Asat Mühendislik firma sahipleri Yüksek Orman Mühendisi Asım KEBEŞOĞLU ve Harita Mühendisi E. Ataman ERGÜNEŞ'e, Sivas Orman İşletme Müdürlüğü ATM Şefi Orman Mühendisi Metin YETİM'e;

Her aşamadaki desteklerinden dolayı CebraİL AKTAŞ'a ve Harun ALMALI'ya ayrıca teşekkür ederim.

Çalışmalarında her türlü desteği benden esirgemeyen aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.

Bu çalışma, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP) Birimi tarafından M709 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

ÖZET

POTANSİYEL AĞAÇLANDIRMA SAHALARININ BELİRLENMESİNDE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ'NİN KULLANILMASI: SİVAS İLİ ÖRNEĞİ

Muhammed Kürşad MUĞLA

Yüksek Lisans Tezi

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Tarık TÜRK

2019, 50 + xiii sayfa

Son zamanlarda dünya genelinde her yıl milyonlarca hektar orman, insanoğlunun olumsuz etkileriyle yok olmaktadır. Bu durum, ormansızlaşma kavramını çağımızın en büyük sorunlarından biri haline getirmiştir. Ormansızlaşmayla mücadele etmek ve sürdürülebilir bir orman yönetimi sağlamak amacıyla mevcut ormanların korunması gerekmektedir. Bununla birlikte en uygun potansiyel ağaçlandırma sahalarının tespit edilerek bu sahaların ağaçlandırma çalışmalarının yapılması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, orman varlığı için mevcut durumun sayısal ortamda kolaylıkla irdelenebilmesi ve potansiyel ağaçlandırma sahalarının belirlenebilmesi adına konuma dayalı bilgi sistemi olan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)'nden faydalanılabilmektedir.

Bu çalışmada, CBS ile Sivas il sınırı içerisinde bulunan potansiyel ağaçlandırma sahalarının otomatik olarak tespit edilebilmesi amacıyla çalışma alanı sınırı, Büyük Toprak Grupları (BTG) haritası, amenajman, baraj-göl-gölet, yerleşim yeri, korunan alanlar, kadastral veriler, Sayısal Arazi Modeli (SAM) verisi, karayolları ve enerji nakil hatları verileri kullanılarak CBS tabanlı Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemi uygulanmıştır. Bu sahaların kısa sürede, doğru, etkin ve otomatik olarak belirlenebilmesi için CBS yazılımı ortamında model builder tabanlı, AHS'de kullanılan ölçüt ağırlıklarının hesaplanması işlemi için ise Matlab tabanlı kullanıcı arayüz programları geliştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Ormansızlaşma, CBS, AHS, Ağaçlandırma

ABSTRACT

THE USE OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS IN DETERMINING POTENTIAL AFFORESTATION FIELDS: A CASE STUDY IN SIVAS CITY

Muhammed Kürşad MUĞLA

M. Sc. Thesis

Department of Geomatics Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Tarık TÜRK

2019, 50 + xiii page

Recently, millions of hectares of forests around the world are disappearing every year due to the negative effects of human beings. This situation has made the concept of deforestation one of the major problems of our age. In order to combat deforestation and ensure a sustainable forest management, existing forests need to be protected. However, it is of great importance to identify the most feasible potential afforestation sites and to carry out afforestation activities of these sites. In this context, Geographical Information Systems (GIS), which is a location based information system, can be utilised in order to be able to easily examine the current situation in the digital environment and to determine the potential afforestation areas for the forest asset.

In this study, in order to automatically determine the potential afforestation sites with GIS within the boundary of the province of Sivas, GIS based Analytic Hierarchy Process (AHP) method was applied by using data such as boundary of the study area, big land group maps, forest management plan, dam-lake-pond, residential areas, protected areas, cadastral data, Digital Terrain Model (DTM), highways and energy transmission line. To be able to determine these sites accurately, effectively and automatically in the shortest time, model builder based user interface program was developed in GIS software environment, whereas Matlab based user interface program was developed to calculate criteria weights in AHP.

Keywords: Deforestation, GIS, AHP, Afforestation

İÇİNDEKİLER

ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
1.GİRİŞ	1
1.1 Dünya'da Orman Varlığı ve Ağaçlandırma Çalışmaları.....	1
1.2 Türkiye'de Orman Varlığı ve Ağaçlandırma Çalışmaları.....	2
1.3 Literatür Araştırması	7
1.4 Çalışma Alanı	10
2.YÖNTEM	12
2.1 Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) Yöntemleri	13
2.1.1 Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS).....	14
2.2 Çalışmada Kullanılan Ölçütler	18
2.2.1 Yükseklik Durumu	19
2.2.2 Eğim Durumu	19
2.2.3 Bakı Durumu	20
2.2.4 Arazi Kullanma Kabiliyeti	20
2.2.5 Amenajman Durumu	21
2.2.6 Kadastral Durum	22
2.2.7 Toprak Derinliği	22
2.2.8 Karayollarına Yakınlık	23
2.2.9 Baraj, Göl, Gölet Gibi Alanlara Yakınlık.....	23
2.2.10 Erozyon Riski	24
2.2.11 Yerleşim Yerlerine Yakınlık	25
2.2.12 Kısıtlı Alanlar	25
2.3 Kullanıcı Arayüz Programlarının Geliştirilmesi	25
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	29
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	44
KAYNAKLAR	46
ÖZGEÇMİŞ	49

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Türkiye'deki orman varlığı envanteri (Url-3).....	3
Şekil 1.2 Türkiye’de ormanlık alanın ülke genel alanına oranı (Url-3).....	3
Şekil 1.3 Türkiye orman varlığı haritası (Url-3).....	4
Şekil 1.4 1975 yılında ağaçlandırılmış bir saha ve 2015'deki durumu: Boyabat, Sinop.....	7
Şekil 1.5 Çalışma alanını.....	10
Şekil 2.1 İş akış şeması.....	12
Şekil 2.2 AHS'nin temelleri.....	15
Şekil 2.3 Kullanıcı arayüz programı penceresi.....	26
Şekil 2.4 Geliştirilen kullanıcı arayüz programına ait model builder görüntüsü.....	27
Şekil 2.5 Matlab tabanlı AHS ağırlık hesaplama arayüzü.....	28
Şekil 3.1 Projelendirilmiş ağaçlandırma sahasına ait toprak haritası (Çevirmehan).....	31
Şekil 3.2 Projelendirilmiş ağaçlandırma sahasına ait toprak haritası (Çaltepe).....	32
Şekil 3.3 Projelendirilmiş ağaçlandırma sahasına ait BTG haritasından elde edilen toprak haritası (Çevirmehan).....	33
Şekil 3.4 Projelendirilmiş ağaçlandırma sahasına ait BTG haritasından elde edilen toprak haritası (Çaltepe).....	34
Şekil 3.5 Uzman görüşleri doğrultusunda belirlenen karşılaştırma matrisi...	36
Şekil 3.6 Sivas ili yeniden sınıflandırılmış yükseklik ve eğim haritaları.....	37
Şekil 3.7 Sivas ili yeniden sınıflandırılmış bakı ve AKK haritaları.....	38
Şekil 3.8 Sivas ili yeniden sınıflandırılmış amenajman ve kadastral durum haritaları.....	39
Şekil 3.9 Sivas ili yeniden sınıflandırılmış toprak derinliği ve karayollarına yakınlık haritaları.....	40
Şekil 3.10 Sivas ili yeniden sınıflandırılmış baraj, göl, gölet gibi alanlara yakınlık ve erozyon haritaları.....	41
Şekil 3.11 Sivas ili yeniden sınıflandırılmış yerleşim yerlerine yakınlık ve korunan alanlar haritaları.....	42
Şekil 3.12 Kadastro verileri kullanılmadan elde edilen sonuç haritası.....	43
Şekil 3.13 Kadastro verileri kullanılarak elde edilen sonuç haritası.....	44

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Türkiye'deki orman varlığı envanteri (Url-3).....	3
Çizelge 1.2 Türkiye'de 1946-2015 yılları arasında ağaçlandırılan alanların illere göre dağılımı (Url-4).....	5
Çizelge 1.3 Türkiye'de 1992-2013 Yılları Arası Ağaçlandırma Faaliyetleri (OGM, 2013).....	7
Çizelge 1.4 Sivas ili orman varlığı (Url-6).....	11
Çizelge 1.5 Veri ve veri kaynağı.....	13
Çizelge 2.1 Çok ölçütlü karar verme yöntemleri(Karabıçak vd., 2016).....	14
Çizelge 2.2 AHS temel ölçek tablosu (Saaty, 1980).....	16
Çizelge 2.3 K İkili karşılaştırma matrisi.....	16
Çizelge 2.4 RI (Rastgele index).....	18
Çizelge 2.5 Yükseklik durumu derecelendirmesi.....	19
Çizelge 2.6 Eğim durumu derecelendirmesi.....	20
Çizelge 2.7 Bakı durumu derecelendirmesi.....	20
Çizelge 2.8 Arazi kullanım kabiliyeti (Alparslan vd., 2004).....	21
Çizelge 2.9 AKK derecelendirmesi.....	21
Çizelge 2.10 Amenajman derecelendirmesi.....	22
Çizelge 2.11 Kadastral durum derecelendirmesi.....	22
Çizelge 2.12 Toprak derinliği derecelendirmesi.....	23
Çizelge 2.13 Yollara yakınlık derecelendirmesi.....	23
Çizelge 2.14 Baraj, göl, gölet gibi alanlara yakınlık derecelendirmesi.....	24
Çizelge 2.15 Erozyon riski derecelendirmesi.....	24
Çizelge 2.16 Yerleşim yerlerine yakınlık derecelendirmesi.....	25
Çizelge 3.1 Potansiyel ağaçlandırma sahalarının alansal dökümü.....	29
Çizelge 3.2 Mevcut ağaçlandırma sahaları ile potansiyel sahaların karşılaştırmalı alansal dökümü.....	30
Çizelge 3.3 Kadastro verisi kullanılarak elde edilen potansiyel sahaların alansal dökümü.....	35
Çizelge 3.4 Mevcut ağaçlandırma sahaları ile kadastro verisi kullanılarak elde edilen potansiyel sahaların karşılaştırmalı alansal dökümü.....	35
Çizelge 3.5 Toprak derinliği verisi kullanılarak elde edilen ölçüt ağırlıkları.....	36
Çizelge 3.6 Kadastro verisi kullanılarak elde edilen ölçüt ağırlıkları.....	36

KISALTMALAR DİZİNİ

AHS	: Analitik Hiyerarşi Süreci
BTG	: Büyük Toprak Grupları
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CI	: Consistency Index
CR	: Consistency Ratio
CSB	:Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
ÇEM	: Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
ÇEDAŞ	: Çamlıbel Elektrik Dağıtım A.Ş.
ÇÖKV	: Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri
DSİ	: Devlet Su İşleri
ETM	: Enhanced Thematic Mapper
HGM	:Harita Genel Müdürlüğü
KGM	:Karayolları Genel Müdürlüğü
NDVI	: Normalized Difference Vegetation Index
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
OT	: Orman Toprağı
OT-E	: Orman Toprağı - Erozyon
OT-T	: Orman Toprağı - Taşlık
OT-Z	: Orman Toprağı - Ziraat
RI	: Random Index
SAM	: Sayısal Arazi Modeli
SWI	: Soil Wetness Index
TKGM	: Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü
TM	: Thematic Mapper
TRGM	:Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu

1.GİRİŞ

Geniş bir alanda kendine özgü iklim oluşturabilen, belirli yükseklik, yapı ve kapalıdaki ağaçlar ile içinde yaşayan canlıları kapsayan bir ekosistem olarak tanımlayabileceğimiz ormanların sayısız ekolojik, sosyal ve ekonomik faydaları vardır. Ormanlar; yakacak, oksijen ve gıda kaynağıdır, kullandığımız kağıtların, mobilyaların ve bazı ilaçların hammaddesidir; gürültü kirliliğini azaltır; yeraltı sularının oluşmasına yardımcı olur; su ve rüzgar erozyonunu önleyerek toprağın verimini kaybetmesini önler; taşkınları önler; sosyal alanlar oluşturur; orman köylüsüne istihdam sağlar. Ayrıca Fosil yakıtların fazla kullanımı, arazi kullanımındaki değişiklikler, hızla gelişen yapılaşma ve sanayileşme gibi insan etkileriyle atmosfere salınan zararlı gazlar her geçen gün artmaktadır. Buna bağlı olarak yeryüzünün daha fazla ısınmasıyla meydana gelen küresel iklim değişikliğinin neden olduğu kuraklık, verimli yağış azlığı, buzulların eriyerek deniz seviyesini yükseltmesi gibi insan hayatını olumsuz etkileyecek durumlarının önüne geçilmesinde de atmosferdeki sera gazının azaltılmasını sağlayan ormanlar büyük önem taşımaktadır. "Nitekim 1992 yılında Birleşmiş Milletler tarafından Rio'da gerçekleştirilen Çevre ve Kalkınma Konferansında ormansızlaşmanın gerek iklim değişikliği açısından, gerekse biyolojik çeşitlilik açısından çevre tehdidi oluşturduğu açıkça ortaya konmuş, ormanların insanlık için bir 'Hayat Destek Sistemi' olduğu kabul edilmiştir" (OGM, 2015).

Ormanların insanoğlu ve tabii çevre için son derece önem kazandığı günümüzde, mevcut ormanlarımızın durumunun iyi bilinip korunması ve orman varlığımızın artırılması için ağaçlandırma sahalarının tespit edilip gerekli çalışmaların yapılması gerekliliği ön plana çıkmaktadır. Bu bağlamda, orman varlığı için mevcut durumun sayısal ortamda kolaylıkla irdelenebilmesi ve potansiyel ağaçlandırma sahalarının belirlenebilmesi adına konuma dayalı bilgi sistemi olan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)'nden faydalanabilmekteyiz.

1.1 Dünya'da Orman Varlığı ve Ağaçlandırma Çalışmaları

Dünya Bankası verilerine göre yeryüzündeki toplam orman varlığı 1990 yılında 41.282.694,8 km² iken hızlı bir düşüş göstererek 2010 yılında 40.556.022,2 km², 2015 yılında ise 39.991.336,2 km² olarak tespit edilmiştir. Geçen 25 yıl içerisinde

Dünya toplam orman varlığı %0,97 dolaylarında azalmıştır. Türkiye gibi bazı ülkeler orman varlığını artırmaya yönelik çalışmalar yaparken kimi ülkelerde ise orman varlığı azalmıştır (Url-1).

Geçtiğimiz yıllarda toplamda 6,8 milyon hektar ile dünyanın en çok ağaçlandırma oranına sahip ülkelerinden olan Çin hükümeti, 2001 yılından beri yürüttüğü 6 temel ağaçlandırma projesi kapsamında, vatandaşlarına her yıl bir fidan dikme zorunluluğu getirmesi, doğal orman kaynaklarının korunması, yaban hayatı, bitki ve doğa rezervlerinin korunması, her şehre Yeşil Duvar projesi, inşaat projelerinin doğaya uygunluğu, hızlı büyüyen türlerle endüstriyel orman ağaçlandırmaları gibi projeleriyle büyük bir ağaçlandırma seferberliği başlatmıştır. (Çetin, 2014).

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra Batı Almanya 1948-1953 yılları arasında yarım milyona yakın çıplak sahayı 6 yıl gibi kısa bir süre içinde ağaçlandırmıştır. İspanya'da 1940 yılında 5 milyon hektar sahanın ağaçlandırılma projesi devlet programına alınmıştır. Fransa'nın Gaskonya bölgesinde yaklaşık olarak 1 milyon hektar sahada ağaçlandırma çalışması yapılmıştır (Saatçioğlu, 1968).

Dünyanın en büyük ağaçlandırma projesi kapsamında Amazon ormanlarına Portekizcede "kalabalık" anlamına gelen "muvuca" adlı yöntemle 73 milyon ağaç dikilmesi planlanmaktadır. 70 bin dönümlük alanda uygulanacak projenin yaklaşık 6 yıl sürmesi beklenmektedir (Url-2).

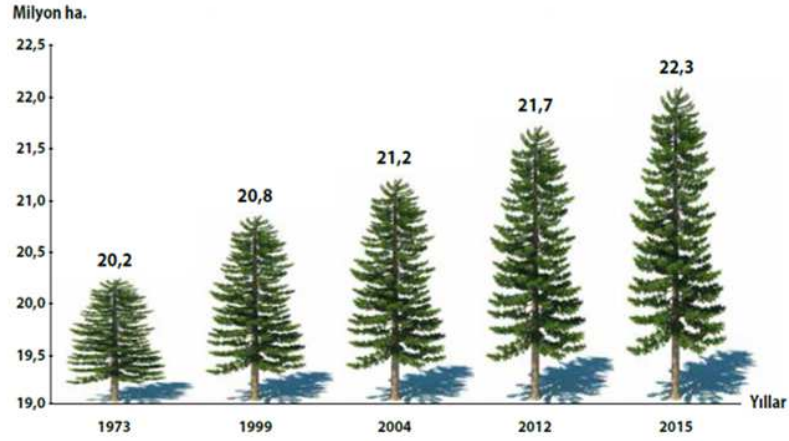
1.2 Türkiye'de Orman Varlığı ve Ağaçlandırma Çalışmaları

Türkiye ormanlarının tamamına yakını devletin hüküm ve tasarrufu altında olup büyük çoğunluğu Orman Genel Müdürlüğü tarafından idare edilmektedir. Özel mülkiyete ait orman alanı tüm ormanlık alanın binde birinden daha azdır (yaklaşık 18 bin hektar). Türkiye ormanları, en küçük işletme birimi olan orman işletme şefliği bazında, 10-20 yıllık dönüş süreleri ile hazırlanan orman amenajman planları ile işletilmektedir. Amenajman planlama çalışmaları sırasında; ormanlardaki örnek alanlarda alan, servet, artım, ağaç türü, verimlilik ve kapalılık durumlarını içeren envanter çalışmaları yapılmakta ve bu veriler sayısal ortamda değerlendirilerek amenajman planları hazırlanmaktadır (Url-3).

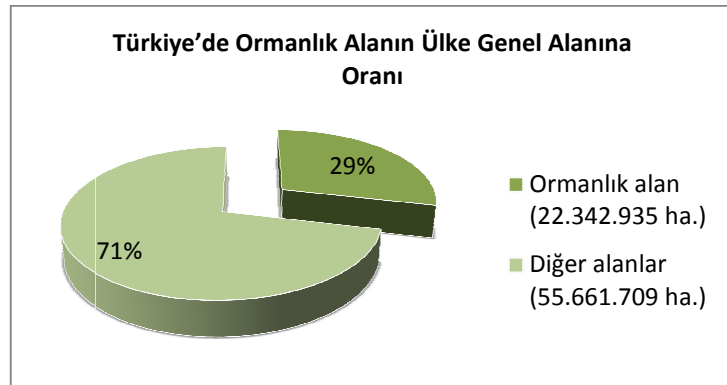
Ülkemizde 1980 yılında yayınlanmaya başlayarak günümüze kadar güncellenen orman envanterleri çizelgede gösterilmiştir (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1 Türkiye'deki orman varlığı envanteri (Url-3)

Envanter Dönemi	Koru Ormanları(ha)	Baltalık Ormanlar(ha)	Toplam Alan (ha)
1963-1972	10.934.607	9.264.689	20.199.296
1973-1999	14.418.340	6.344.908	20.763.248
2000-2004	15.439.595	5.749.152	21.188.747
2005-2012	17.260.592	4.417.542	21.678.134
2013-2015	19.619.718	2.723.217	22.342.935



Şekil 1.1 Türkiye'deki orman varlığı envanteri (Url-3)



Şekil 1.2 Türkiye'de ormanlık alanın ülke genel alanına oranı (Url-3)



Şekil 1.3 Türkiye orman varlığı haritası (Url-3)

Türk tarihinde ağaçlandırma çalışmaları Fatih Sultan Mehmet zamanına dayanmaktadır. 1717 ve 1739 tarihli fermanlarda Haliç sırtları ağaçlandırılarak Haliç'i dolmaktan kurtarmak amacıyla tedbir alındığı, Lâle devrinde İstanbul saray ve bahçelerinde ağaçlandırma çalışmalarının yapıldığı görülmektedir. Ayrıca 1892 yılında İstanbul Halkalı'da ortaöğretim öğrencileri tarafından 20-25 dekarlık bir alanda çeşitli türler dikilerek yapılan çalışmalar kayda değer ilk ağaçlandırma çalışmalarıdır (Örücü, 2014; Gürkaynak, 2014).

Cumhuriyet tarihinde ise 1937 yılında yürürlüğe giren 3116 sayılı kanunla ağaçlandırma konusuyla ilgilenilmeye başlanmıştır. 1925 yılında Ankara'da kurulan Atatürk Orman Çiftliği'nde yapılan çalışmalar, cumhuriyet tarihinde yapılan ilk ağaçlandırma çalışmaları arasındadır. Diğer ülkelere kıyasla daha sınırlı kaldığı düşünülse de 1946-1966 yılları arasında Türkiye'de yaklaşık 219 bin hektar alanın ağaçlandırıldığı ifade edilmektedir. 1969 yılında Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü'nün kurulması, planlara ve projelere dayalı ağaçlandırma çalışmalarının gittikçe artan bir tempoyla gerçekleştirilmeye başlanmasını sağlamıştır (Saatçioğlu, 1968; Atak, 2014; Çetin, 2014; Gürkaynak, 2014).

Elde edilen bilgilere göre 1946-2015 yılları arasında Türkiye'de toplam 6.839.751 ha alan ağaçlandırılmıştır. Adana ili, verilen tarihler arasında ağaçlandırılan 255.205 ha alanı ile en çok ağaçlandırılan il olurken, Sivas ili 124.203 ha ile en çok ağaçlandırılan 21. ildir.

Çizelge 1.2 Türkiye'de 1946-2015 yılları arasında ağaçlandırılan alanların illere göre dağılımı (Url-4)

İl	Ağaçlandırılan Alan (1946-2002) Ha	Ağaçlandırılan Alan(2003-2015) Ha	Toplam Ağaçlandırma Sahası (Ha)
Adana	110.268	144.937	255.205
Mersin	71.013	169.815	240.828
Konya	74.898	134.521	209.419
Balıkesir	92.13	111.372	203.502
Çanakkale	116.311	86.958	203.269
Ankara	71.556	131.126	202.682
Denizli	77.401	106.742	184.143
Antalya	86.791	97.018	183.809
Kastamonu	68.069	115.288	183.357
Kütahya	56.363	124.905	181.268
Manisa	68.251	111.469	179.72
Kahramanmaraş	65.323	106.941	172.264
Muğla	80.604	90.487	171.091
İzmir	74.211	82.649	156.86
Afyonkarahisar	51.808	102.211	154.019
Çorum	42.692	91.453	134.145
Isparta	63.635	63.219	126.854
Tokat	41.156	85.48	126.636
Eskişehir	29.227	96.645	125.872
Çankırı	58.016	66.711	124.727
Sivas	15.97	108.233	124.203
Bolu	43.685	80.113	123.798
Elazığ	50.018	71.501	121.519
Erzurum	25.421	96.094	121.515
Bursa	41.181	79.97	121.151
Malatya	34.866	85.557	120.423
Aydın	58.143	59.663	117.806
Burdur	60.489	53.491	113.98
Adıyaman	30.438	81.406	111.844
Yozgat	22.427	89.037	111.464
Erzincan	30.79	73.096	103.886
Artvin	19.689	81.249	100.938
Giresun	16.35	81.833	98.183
Sinop	24.655	67.718	92.373
Karaman	23.355	61.245	84.6
Kayseri	10.064	68.862	78.926
Amasya	26.556	52.26	78.816
Edirne	41.672	34.802	76.474
İstanbul	52.429	23.564	75.993
Ordu	10.91	57.294	68.204
Uşak	19.024	45.779	64.803
Kırklareli	32.717	25.953	58.67
Bilecik	11.864	45.665	57.529

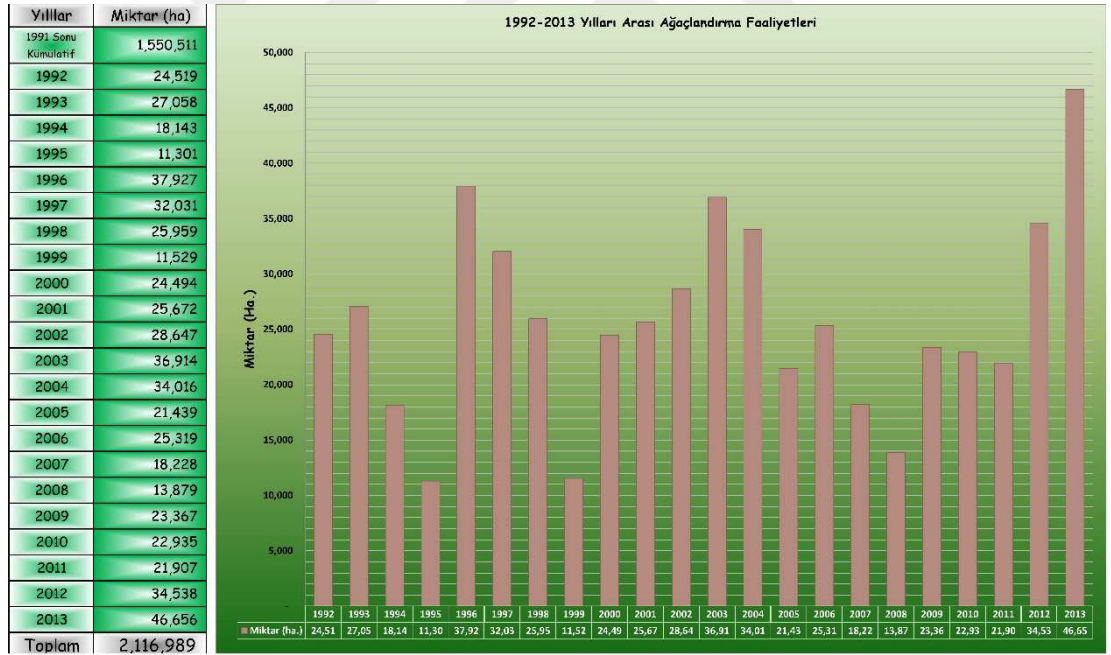
Çizelge 1.2 Türkiye'de 1946-2015 yılları arasında ağaçlandırılan alanların illere göre dağılımı (devam)

İl	Ağaçlandırılan Alan (1946-2002) Ha	Ağaçlandırılan Alan(2003-2015) Ha	Toplam Ağaçlandırma Sahası (Ha)
Hatay	34.167	23.063	57.23
Niğde	14.329	42.733	57.062
Kocaeli	28.415	28.373	56.788
Samsun	24.576	31.253	55.829
Sakarya	24.967	30.647	55.614
Gaziantep	25.864	25.977	51.841
Diyarbakır	11.426	38.835	50.261
Tekirdağ	23.863	18.323	42.186
Gümüşhane	9.917	31.995	41.912
Zonguldak	24.459	17.086	41.545
Kırıkkale	12.507	25.005	37.512
Karabük	12.137	24.461	36.598
Kars	6.874	29.41	36.284
Mardin	11	34.425	34.436
Osmaniye	7.856	25.313	33.169
Kırşehir	6.183	26.915	33.098
Trabzon	11.363	20.258	31.621
Ardahan	6.704	23.65	30.354
Ş.Urfa	9.768	17.959	27.727
Siirt	5.792	19.762	25.554
Şırnak	0	22.505	22.505
Bingöl	5.127	15.702	20.829
Yalova	10.352	9.405	19.757
Aksaray	4.208	13.854	18.062
Bartın	5.915	11.632	17.547
Rize	3.617	13.593	17.21
Bitlis	1.505	15.542	17.047
Bayburt	2.735	12.954	15.689
Ağrı	116	15.356	15.472
Tunceli	96	15.351	15.447
Nevşehir	4.828	10.565	15.393
Iğdır	0	13.885	13.885
Kilis	3.656	5.758	9.414
Muş	314	9.015	9.329
Van	168	8.91	9.078
Düzce	58	7.77	7.828
Hakkari	11	7.176	7.187
Batman	0	4.683	4.683



Şekil 1.4 1975 yılında ağaçlandırılmış bir saha ve 2015'deki durumu: Boyabat, Sinop

Çizelge 1.3 Türkiye'de 1992-2013 Yılları Arası Ağaçlandırma Faaliyetleri (OGM, 2013)



1.3 Literatür Araştırması

Gürkaynak (2014) tarafından CBS kullanılarak yapılan çalışmada, Kahta Devlet Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki potansiyel ağaçlandırma alanları belirlenmiştir. Proje kapsamında Orman toprağı (OT); yükseklik, eğim, bakı ve ortofotolardan elde edilen baraj, yol, ve iskan alanlarına yakınlık verilerinden her biri 5 gruba ayrılarak değerlendirilmiştir. Ayrıca orman içi açıklık alanlar da

ortofotolardan belirlenmiştir. Bu tespit edilen beş önemli faktöre ve ilgili ölçütlerine göre bölmeciklerin potansiyel öncelik değeri belirlenmiş ve bölme bazında konumsal ve çizelgesel olarak sunulmuştur. Çalışma alanında OT alanlarının %35'i ikinci öncelik sınıfında (11 ile 15 puan), %39'u ise üçüncü öncelik sınıfında, geriye kalan %16'lık kısım ise dördüncü öncelik sınıfında olup ilk önce ağaçlandırılması gereken alanları göstermektedir.

Arıt ve Eşme-Güre orman işletme şefliği sınırları içerisinde Ateşoğlu (2014) tarafından yapılan çalışmada, CBS ve uzaktan algılama yöntemleriyle potansiyel ağaçlandırma alanları tespit edilmiştir. Çalışmada, Landsat TM uydu görüntüleri ve Corine verileri kullanılmıştır. Her iki alana ait uydu görüntüsü verilerine kontrollü sınıflandırma yöntemi maksimum benzerlik algoritması uygulanmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonrasında 2032 ha toplam alanı bulunan Arıt Orman İşletme Şefliğine ilişkin genel doğruluk %81, 38447 ha Eşme –Güre Orman İşletme Şefliğine ilişkin genel doğruluk ise % 89 oranında elde edilmiştir.

Van Loi (2008), Vietnam bölgesinde 31 Ocak 2003 ve 24 Nisan 2004 tarihli Landsat ETM + uydu görüntülerini kullanarak uzaktan algılama teknikleriyle yoğun orman, bozulmuş orman, orman alanı, otlak, çalılık arazisi, çorak arazi olmak üzere toplamda altı arazi örtüsü sınıfı tanımlanmıştır. İklim, toprak mülkiyeti, topografya ve bitki örtüsü gibi ölçüt verileri Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemiyle ağırlıklandırılarak CBS ortamında analiz edilmiştir. Uzaktan algılama ve CBS teknikleri kullanılarak yapılan çalışma sonucunda tüm alan yüksek potansiyele sahip, orta potansiyele sahip, düşük potansiyele sahip ve çok düşük potansiyele sahip alanlar olarak 4 sınıfa ayrılmıştır ve orman oluşturabilmek için uygun 365,891 hektarlık bir alan bulunduğu ortaya konulmuştur.

Bhagat (2009), Hindistan bölgesini konu alarak yaptığı çalışmada Landsat ETM+ verileri kullanılarak uzaktan algılama ve CBS yöntemleri ile potansiyel ağaçlandırma sahalarını belirlemiştir. Çalışma alanındaki mevcut orman yoğunlukları Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) kullanılarak sınıflandırılmış, toprak nemi ise Soil Wetness Index (SWI) dağılımına dayanarak Birleşik NDVI ve SWI haritası üretilmiştir. Ürün haritada yetersiz / ince orman yoğunluğu ile yeterli toprak nemi gösteren alanlar potansiyel ağaçlandırma alanı olarak kabul edilmiştir. Sonuçlara göre incelenen alanın yaklaşık %13'ünün birinci derece potansiyele sahip

ağaçlandırma alanı, % 27'sinin ise ikinci derece potansiyele sahip ağaçlandırma alanı olduğu ortaya koyulmuştur.

Mahdavi vd. (2017), ağaçlandırma çalışmalarının başarılı olması için arazi uygunluğunun değerlendirilmesi gerekliliğine karar vermiş ve bu amaçla CBS'yi kullanmıştır. Yaptıkları çalışmada üç doğal ağaç türünün (*Quercus persica*, *Pistacia atlantica*, *Amygdalous scoparia*) potansiyel habitatlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu bağlamda; topografik haritalar kullanılarak alanın eğim ve baki haritaları üretilmiştir. Toprak haritaları üretmek için yaklaşık 954 ha bölgeden 30 cm derinlikte rastgele 40 toprak numunesi alınmış, PH, doku, elektriksel iletkenlik ve organik materyal gibi toprak örnek özellikleri ölçülmüştür. Seçilen ağaç türlerinin ekolojik ihtiyaçları göz önünde bulundurularak coğrafi analizlerle elde edilen sonuçlara göre toplam alanın yaklaşık 890 hektarının yeniden ağaçlandırılabilir olduğuna kanaat getirilmiştir. *Quercus persica* için 368,72 ha (% 41.41), *Pistacia atlantica* için 353,44 ha (% 36.69) ve *Amygdalous scoparia* türü için 176,2 ha (% 19.78) uygun bulunmuştur.

Hossain vd. (2003) yaptığı çalışmada Bangladeş'in Cox's Bazar Sahili'nde potansiyel mangrov ağaçlandırma sahalarının tespit edilmesini amaçlamıştır. Landsat TM görüntüsü kullanılan çalışma sonuçlarına göre; 2.146 ha birinci derece ve 1.605 ha ikinci derece mangrov ekim sahası bulunduğunu ortaya koymuştur.

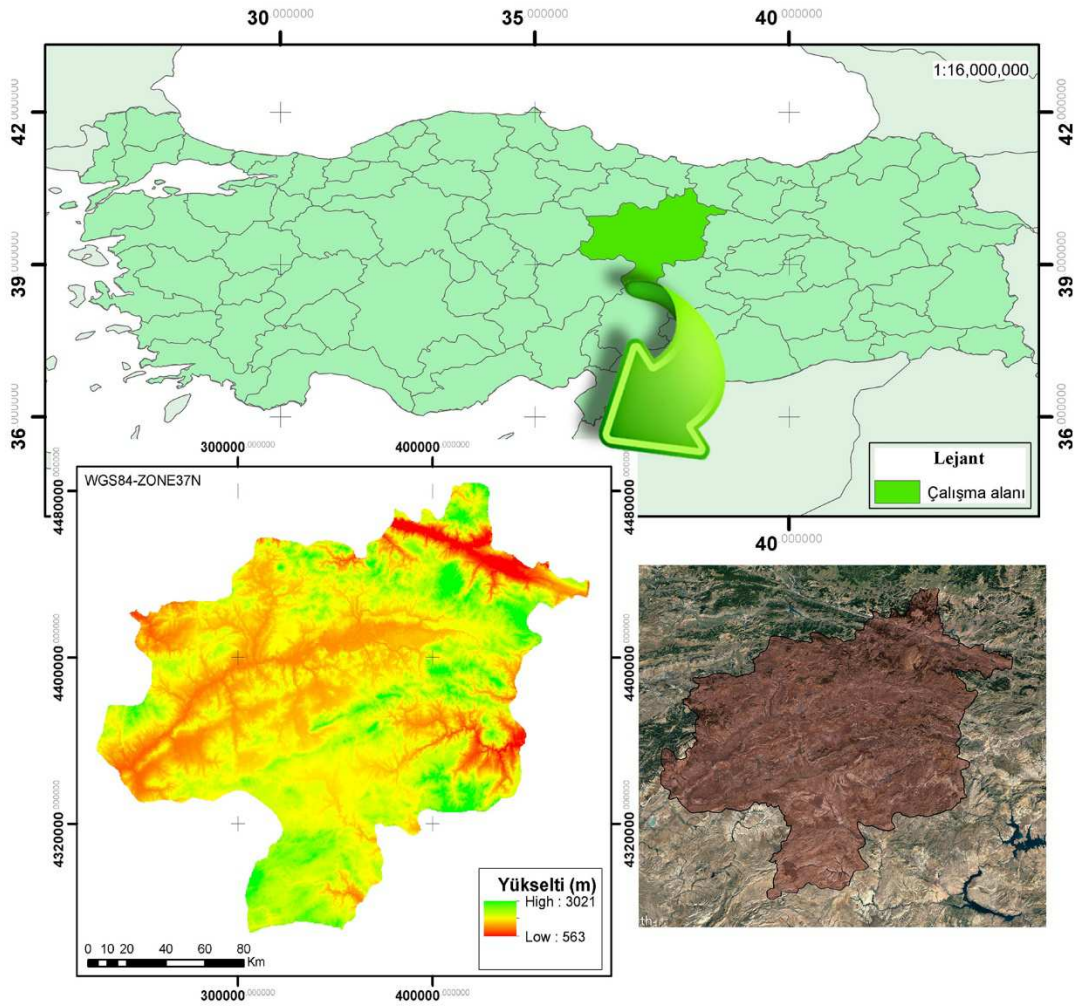
Eslami vd. (2010) Hazar Denizi'nin Güney Ormanı'nda ağaçlandırma için uygun türlerin seçilmesinde CBS'den faydalanmıştır. İran'ın kuzey bölgesinde yer alan Guilan eyaletine ait yükselti, eğim, baki, iklim ve toprak yapısı gibi ölçüt veriler önem değerine göre derecelendirilip AHS yöntemiyle ağırlıklandırılarak sonuç haritası üretilmiştir.

T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM) ve Başarsoft işbirliğiyle, "TÜBİTAK Y401-G500000 kod numaralı "Potansiyel Ağaçlandırma Sahaları Veri Tabanı ile Havza Bazlı İzleme Sisteminin Geliştirilmesi Projesi" (2013) model incelemesi ve ihtiyaç analiz raporuna dayanılarak potansiyel ağaçlandırma sahalarının belirlenmesi ve sahada test edilmesi amaçlanmıştır. Proje alanı olarak Gediz havzasının kuzey doğusu seçilmiştir. Çalışmada; amenajman durumu, saha eğim sınıfı, yükselti aralıkları, toprak

derinliği, kuraklık indeksi ve arazi kabiliyet sınıfı verileri analiz edilerek potansiyel alanlar belirlenmiştir.

Bu tez çalışmasında; yükseklik, eğim, bakı, amenajman durumu, erozyon riski, arazi kabiliyeti sınıfı, toprak derinliği, kuraklık indeksi, yollara yakınlık, baraj ve göllere yakınlık, enerji nakil hatları, korunan alanlar, sit alanları, yerleşim yerleri gibi veriler kullanılarak Sivas il sınırı içerisindeki potansiyel ağaçlandırma sahalarının CBS tabanlı AHS yöntemiyle analiz edilerek CBS ortamında geliştirilecek kullanıcı arayüz programlarıyla otomatik olarak belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışmanın literatürdeki diğer benzer çalışmalardan en önemli farkı, CBS tabanlı AHS yöntemiyle kullanıcı arayüz programları geliştirerek işlemlerin kısa sürede ve otomatik olarak gerçekleştirilmesidir. Bu açıdan çalışma özgün bir değere sahiptir.

1.4 Çalışma Alanı



Şekil 1.5 Çalışma alanını

Çalışma alanı seçilen Sivas İli, büyük çoğunluğu İç Anadolu Bölgesi'nde olmak üzere Karadeniz ve İç Anadolu Bölgesinde, 35°85' ve 38°75' doğu boylamıyla 38°5' ve 40°5' kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. 28.488 km²'lik yüz ölçümüyle Türkiye'nin 2. en büyük ili konumundadır. İpek Yolu güzergahlarının kesiştiği ve ünlü Kral Yolu'nun geçtiği bir konumda bulunan il, tarihi ve doğal güzellikleri, kaplıcaları ve zengin kültürüyle ilgi merkezidir (Url-5).

Ortalama yükseltisi 1000 metrenin üzerinde olan il, kuzeyinde Karadeniz ikliminin etkisinde bulunmasıyla birlikte genel olarak İç Anadolu ikliminin etkisi altında karasal iklim özelliğine sahiptir. Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlı geçmektedir. İç Anadolu'nun en soğuk ili olan Sivas, en fazla yağışını ilkbahar döneminde almaktadır. Özel konumu sebebiyle hakim rüzgar yönü kuzeydir.

İklim ve yer şekilleri özellikleri bakımından Sivas doğal bir orman alanı olması gerekirken; yüzyıllar boyunca devam eden ormanların tahribatı yüzünden bugün Sivas çevresinde orman alanları fazla geniş bir yer tutmaz. İlin Koyulhisar bölgesi zengin çam ormanı ile kaplıdır. Şerefiye yöresi Koyulhisar çevresi kadar olmamakla birlikte önemli bir orman bölgesidir. İlde OGM verilerine göre toplamda 387.281 ha ormanlık alan bulunmaktadır.

Çizelge 1.4 Sivas ili orman varlığı (Url-6)

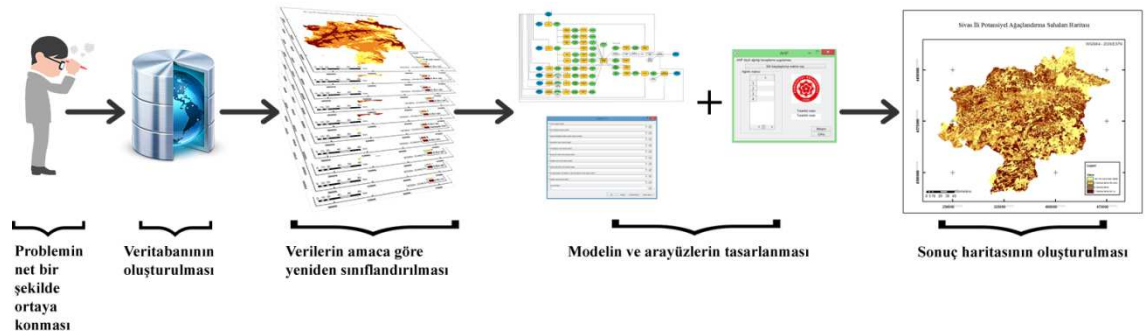
İl	Normal Orman (ha)	Bozuk Orman (ha)	Toplam Orman Alanı (ha)
Sivas	116.330	270.951	387.281

2.YÖNTEM

Bu çalışmada, CBS tabanlı AHS kullanılarak geliştirilen kullanıcı arayüz programları yardımıyla potansiyel ağaçlandırma sahalarının otomatik olarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışma süresince izlenen işlem adımları aşağıda sıralanmıştır:

- ✓ Uzman görüşleri ve literatür araştırmasıyla problemin net bir şekilde ortaya konması,
- ✓ Potansiyel ağaçlandırma sahalarının belirlenmesinde kullanılacak ölçütlerin belirlenmesi,
- ✓ Mevcut verilerin kontrolü ve veri taleplerinin yapılması,
- ✓ Verilerin CBS ortamına aktarımı ve gerekli koordinat dönüşümlerinin yapılması,
- ✓ Ölçüt verilerinin puanlarına göre CBS ortamında yeniden sınıflandırılması,
- ✓ Uzman görüşleri alınarak AHS yönteminde kullanılacak ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulması,
- ✓ Ölçüt ağırlıklarının hesaplanması için Matlab tabanlı arayüz programının geliştirilmesi,
- ✓ Coğrafi analizlerin gerçekleştirilmesinde kullanılacak modelin ve arayüzün tasarlanması,
- ✓ Çalışma alanı için potansiyel ağaçlandırma sahalarının otomatik olarak tespit edilmesi,
- ✓ Elde edilen bulguların irdelenmesi.



Şekil 2.1 İş akış şeması

Çizelge 1.5 Veri ve veri kaynağı

Veri	Veri Kaynağı
Amenajman planları	OGM
Büyük Toprak Grupları (BTG) haritası	TRGM
Baraj-göl-gölet	DSİ
Korunan alanlar	CSB
Kadastral veriler	TKGM
Sayısal Arazi Modeli (SAM)	HGM
Karayolları	KGM
Enerji nakil hatları	ÇEDAŞ

Bu çalışmada verilerin toplanması, derlenmesi, gerekli dönüşümlerin, sorgulamaların ve analizlerin yapılması sürecinde ArcGIS 10.3 CBS yazılımı kullanılmıştır. Farklı zamanlarda farklı kurumlardan elde edilen veriler yine kullanılan CBS yazılımı ortamında WGS84 Zone 37N ortak projeksiyon koordinat sistemine dönüştürülmüştür.

2.1 Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) Yöntemleri

Karar verme, genel olarak seçenek kümesinden, en az bir amaç doğrultusunda ve bir ölçüte dayanarak en uygun bir ya da birkaç seçeneği seçme sürecidir. Buna göre karar verme süreci karar verici, seçenekler, ölçütler, çevresel etkiler, karar vericinin öncelikleri ve kararın sonuçları elemanlarını içerir. Süreç, karar vericinin mevcut seçenekler arasından bir seçim, sıralama ya da sınıflandırma yapması şeklinde bitebilir. Bu aşamada en doğru kararı vermek için ÇÖKV yöntemleri karşımıza çıkmaktadır. Belirli kriterlerin genel olarak ikili karşılaştırmalarının esas alındığı ÇÖKV yöntemleri en doğru kararın verilmesine sayısal verilerle yardımcı olmaktadır (Evren ve Ülengin, 1992; Kutlu, vd. 2012).

Problemlerin çözümünde birden fazla alternatifin var olduğu durumlarda çözüme yönelik en iyi alternatifini seçmeye yarayan birçok ÇÖKV yöntemi vardır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1 Çok ölçütlü karar verme yöntemleri (Karabıçak vd., 2016)

Problemler	Yöntemler
Seçim Problemleri	AHS AAS MAUT/UTA MACBETH PROMETHEE ELECTRE I TOPSIS Hedef Programlama
Sınıflama Problemleri	AHS AAS MAUT/UTA MACBETH PROMETHEE ELECTRE III TOPSIS
Sıralama Problemleri	AHP Sort UTADIS FlowSort ELECTRETri

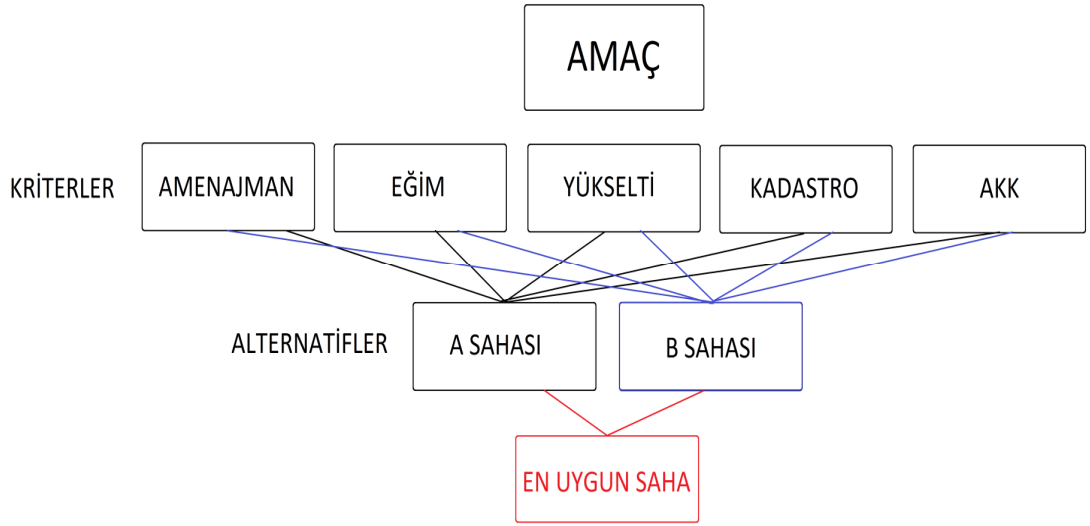
2.1.1 Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)

Saaty tarafından 1977 yılında model haline getirilen AHS yöntemi çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden biridir. Bu yöntemde, karar ölçütleri hiyerarşik kurallar ve farklı alternatifler ile belirlenirken önem derecesine göre sıralanır. Önem derecesine göre sıralanma, uzman görüşleri alınarak yapılır. Bu durum yöntemin doğruluğunu artırmaktadır. AHS'nin avantajı, hem niceliksel hem de niteliksel verilerin kolay anlaşılmasını ve etkili bir biçimde ele alınmasını sağlamasıdır (Min, 1994; Moeinaddini vd., 2010; Bunruamkaew ve Murayama, 2011; Saaty 1990). Literatürde birçok çalışmada yaygın olarak kullanılan yöntemin işlem adımları aşağıda belirtilmektedir.

- ✓ Karar geliştirme süreçlerinde hedeflerin, ölçütlerin, kısıtlayıcıların ve / veya alternatiflerin bir hiyerarşi çerçevesinde tanımlanması ve düzenlenmesi,
- ✓ Süreçlerde dikkate alınacak ölçütlerin ikili karşılaştırma yoluyla hiyerarşiyi oluşturan her bir düzeyde değerlendirmesi,
- ✓ Hiyerarşinin tüm düzeylerinde de belirleyici olan bu ölçütlerin sayısal bir algoritma üzerinden ağırlıklandırılması ve test edilmesi (Saaty, 2008).

Yöntemin uygulanması:

İlk aşama probleminin alt ölçütlere ayrılması ve bu ölçütler arasındaki ilişkileri gösteren bir modelin oluşturulmasını kapsar.



Şekil 2.2 AHS'nin temelleri

Daha sonra belirlenen ölçütler (K_n) uzman görüşüyle AHS temel ölçek tablosuna göre (Çizelge 2.2) derecelendirilerek ($n \times n$) formatında ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.2 AHS temel ölçek tablosu (Saaty, 1980)

Mutlak Ölçekte Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Derecede Önemli	İki faaliyet de nesnelere eşit olarak katkıda bulunur
3	Diğerine göre orta derecede önemli	Tecrübe ve yargı, bir aktiviteyi diğerine göre güçlü bir şekilde desteklemektedir.
5	Temel veya güçlü derecede önemli	Tecrübe ve yargı, bir aktiviteyi diğerine göre güçlü bir şekilde desteklemektedir.
7	Çok güçlü derecede önemli	Bir etkinlik diğerine göre güçlü bir şekilde tercih edilmekte ve üstünlüğü pratikte kanıtlanmaktadır.
9	Aşırı derecede önemli	Bir aktiviteyi diğerine tercih eden kanıtlar, mümkün olan en yüksek onaylama sırasına bağlıdır.
2,4,6,8	İki bitişik yargı arasındaki ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde

Çizelge 2.3 K ikili karşılaştırma matrisi

	K ₁	K ₂	K ₃	...	K _n
K ₁	a ₁₁	a ₁₂	a ₁₃	...	a _{1n}
K ₂	a ₂₁	a ₂₂	a ₂₃	...	a _{2n}
K ₃	a ₃₁	a ₃₂	a ₃₃	...	a _{3n}
...
K _n	a _{n1}	a _{n2}	a _{n3}	...	a _{nn}

Oluşturulan ikili karşılaştırma matrisinin her elemanı, kendi sütun toplamına bölünerek normalleştirilmiş karşılaştırma matrisi elde edilir. Elde edilen matrisin, her sütunun toplamı 1'e eşit olacaktır.

$$a^*_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad [2.1]$$

Ölçütlerin ağırlıklarını belirlemek amacıyla, oluşan matrisin her bir satırında yer alan elemanların aritmetik ortalaması alınarak ağırlık vektörü olarak adlandırılan W vektörü elde edilir. Elde edilen sütun vektörünün her bir değeri ölçütlerin sırasıyla yüzde ağırlık değerlerini vermektedir (Yaralıoğlu, 2001).

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad [2.2]$$

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad [2.3]$$

AHS'deki en önemli özelliklerden biri de karşılaştırmalardaki tutarlılığın belirlenebilmesidir. Bu bağlamda tutarlılığın hesaplanması için Tutarlılık İndeksi (Consistency Index, CI) ve Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio, CR) değerleri hesaplanmaktadır. CI için ise öncelikle maksimum temel özdeğer (λ_{\max}) hesaplanır (Yaralıoğlu, 2001).

$$M_i = \frac{K_i}{w_i} \quad [2.4]$$

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i}{n} \quad [2.5]$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \quad [2.6]$$

Son olarak CR hesaplanır. Bu eşitlikteki rastgele index (Random Index) olarak tanımlanan RI, Çizelge 2.4 'da matris büyüklüğüne göre yani n değerine göre seçilir (Saaty, 1980).

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad [2.7]$$

Çizelge 2.4 RI (Rastgele index)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

İşlemler sonucunda dikkate alınması gereken eşik değer 0,1'dir. Eğer CR 0,1 değerinden büyükse bu durum ikili karşılaştırma matrisindeki verilerin uyumsuz olduğu anlamına gelmektedir ve matrisin düzenlenerek işlemlerin tekrar edilmesini gerektirmektedir. Oranın 0,1 değerinin altında olması verilerin tutarlı olduğunu göstermektedir (Saaty, 1980; Koramaz, 2014).

2.2 Çalışmada Kullanılan Ölçütler

Potansiyel ağaçlandırma sahalarının belirlenmesi amacıyla 2 adeti kısıtlayıcı olmak üzere 13 adet ölçüt kullanılmıştır. Bu kapsamda Sivas Orman İşletme Müdürlüğü ve özel mühendislik bürolarında görevli orman mühendisleri ile görüşülmesiyle elde edilen bilgiler ışığında ölçütler için alt sınıflar oluşturularak 1 ile 9 aralığında derecelendirilmiştir. Bu ölçütler aşağıda sıralanmıştır:

- ✓ Yükseklik durumu,
- ✓ Eğim durumu,
- ✓ Bakı durumu,
- ✓ Arazi Kullanma Kabiliyeti,
- ✓ Amenajman durumu,
- ✓ Kadastral durum,
- ✓ Toprak derinliği,
- ✓ Yollara yakınlığı,
- ✓ Baraj, göl, gölet gibi alanlara yakınlığı,
- ✓ Erozyon riski durumu,
- ✓ Yerleşim yerlerine yakınlığı,
- ✓ Sit ve diğer koruma alanları gibi alanlarda bulunmaması,
- ✓ Enerji nakil hatlarına yakın olmaması.

2.2.1 Yükseklik Durumu

Deniz seviyesin yükseğe çıkıldıkça belirli bir yüksekliğe kadar hava sıcaklığı her 200 metrede ortalama 1 derece olarak azalmakta, yağışlar ise her 100 metre için yılda ortalama 50 mm artmaktadır. Yükseltinin fazla olduğu alanlarda düşük sıcaklık ve fazla nem toprak özellikleri üzerinde etkili olmakta, bu da vejetasyon süresini kısalmakta, ağaç beslenmesi ve gelişimi açısından olumsuz sonuçlar doğurmakta ve dikilebilecek tür sayısını kısıtlamaktadır (Url-7). Bu bilgiler göz önünde bulundurularak 10x10 metre çözünürlüğündeki yükseklik verileri, Çizelge 2.5'de olduğu şekilde 4 sınıfa ayrılarak derecelendirilmiştir. 2000+ yüksekliği bulunan alanlar kısıtlı kabul edildiğinden 0 değeri verilmiştir (Şekil 3.6).

Çizelge 2.5 Yükseklik durumu derecelendirmesi

Yükselti Aralıkları (m)	Değer
0-1400	9
1400-1750	7
1750-2000	5
2000+	0

2.2.2 Eğim Durumu

Eğim derecesinin fazla olduğu alanlarda erozyon şiddeti yüksektir. Toprak kaybının önlenmesi için erozyon şiddetinin yüksek olduğu alanların ağaçlandırılması önemli olsa da eğimin fazla olduğu yerlerde toprağın derinliğinin az, veriminin düşük olması sebebiyle yapılacak olan çalışmaların başarı oranı düşük olacaktır. Ayrıca, eğim derecesi fazla olan yerlerde yapılacak ağaçlandırmalar özel bir teknik gerektirmektedir. Türkiye'de olduğu gibi genellikle yarı kurak ve kurak iklim tiplerine sahip dik yamaçlı yerlerde ağaçlandırma yapılırken yağış sularının yüzeysel akışla fazla kaybına engel olmak, diğer bir anlatıyla toprak içine sızacak su miktarını arttırmak için yamaçta teraslar açılır (Url-7; Tavşanoğlu, 1974; Url-10). Bu ve benzeri teknikler de yapılacak çalışmanın maliyetini etkilemektedir. Derecelendirmeler, bahsedilen durumlar göz önünde bulundurularak ağaçlandırma projelerinde uygulanan aralıklara göre sınıflandırılarak yapılmıştır. Eğimin 60 (yüzde) ve üzeri olduğu alanlar kısıtlı olarak kabul edilmiştir (Çizelge 2.6; Şekil 3.6).

Çizelge 2.6 Eğim durumu derecelendirmesi

Eğim Aralıkları (%)	Değer
0-20	9
20-40	7
40-60	5
60+	0

2.2.3 Bakı Durumu

Yarı nemli ve yarı kurak bölgelerde genellikle gölgeli bakılarda meşçere kapalılık derecesi güneşli bakılara kıyasla daha yüksektir. Bunun nedeni toprağın nem miktarının gölgeli bakılarda daha yeterli ve yazın güneşli bakıların genellikle kurak olmasıdır. Gölgeli bakılarda karlar yavaş yavaş eridiğinden toprağa sızan su miktarı daha fazla olur, yüzeysel akış azalır. Gölgeli bakılarda vejetasyon devresi daha geç başladığı için bitkilerin ilkbahar donlarından zarar görme olasılığı daha azdır (Url-7). Bu sebeple çalışmada kuzey bakı 9, güney bakı 4, doğu ve batı bakı ise 6 olarak derecelendirilmiştir (Çizelge 2.7; Şekil 3.7).

Çizelge 2.7 Bakı durumu derecelendirmesi

Bakı	Değer
Kuzey	9
Güney	4
Doğu	6
Batı	6

2.2.4 Arazi Kullanma Kabiliyeti

Arazi Kullanma Kabiliyeti sınıflandırmasına göre; yeryüzündeki tüm araziler 8 sınıfa ayrılarak incelenir. Bu sınıflandırma sisteminde 1. ve 2. sınıf araziler sulu tarıma en uygun; 3. ve 4. sınıf araziler bazı kısıtlamalar dahilinde tarıma uygun araziler olarak tanımlanmıştır. Diğer dört sınıf içerisinde yer alan araziler ise işlemeli olarak tarımsal üretime uygun olmayan arazilerdir. (Çizelge 2.8; Alparslan vd., 2004). 6. sınıf araziler, ağaçlandırmaya en uygun sınıf olarak 9 ile derecelendirilmiştir (Çizelge 2.9; Şekil 3.7).

Çizelge 2.8 Arazi kullanım kabiliyeti (AKK) (Alparslan vd., 2004).

Sınıf	Açıklama
I. Sınıf Araziler	Sulu tarıma uygun (en iyi)
II. Sınıf Araziler	Sulu tarıma uygun (iyi-orta)
III. Sınıf Araziler	Sulu tarıma uygun (orta)
IV. Sınıf Araziler	Sulu tarıma uygun (yetersiz)
V. Sınıf Araziler	Özel sınıf
VI. Sınıf Araziler	Orman, mera, sanayi
VII. Sınıf Araziler	Orman, mera, sanayi
VIII. Sınıf Araziler	Yerleşim yerleri ve diğer

Çizelge 2.9 AKK derecelendirmesi

AKK Sınıfı	Değer
I ve IV arası sınıftaki araziler	1
V. Sınıf Araziler	5
VI. Sınıf Araziler	9
VII. Sınıf Araziler	7
VIII. Sınıf Araziler	1

2.2.5 Amenajman Durumu

Amenajman planları, OGM tarafından 2014 yılında yürürlüğe giren "Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar" isimli 299 sayılı Tebliğ'e göre sürdürülebilir bir orman yönetimi sağlamak amacıyla mevcut orman durumunu ortaya çıkarmak ve gelecek planlaması yapmak amacıyla orman mühendislerinden oluşan komisyonlarca hazırlanan, 10 yıl aralıklarla olmak üzere revize edilen planlardır. Amenajman planları; ağaç türü, yaşı, kapalılık durumu gibi yönlerden ortak özelliğe sahip en az 1 hektar alana sahip meşçere adı verilen bölümlerden oluşmaktadır. Çalışma kapsamında meşçere tipleri irdelenerek potansiyel oluşturma önemine göre derecelendirilmiştir (Çizelge 2.10, Şekil 3.8).

Çizelge 2.10 Amenajman derecelendirmesi

Meşçere Tipi	Değer
OT, OT-Z	9
Bozuk sahalar	8
OT-E	7
OT-T	4
Bozuk ve taşlık sahalar	3
Diğer(İskan, kapalı orman vs)	1

2.2.6 Kadastral Durum

Ağaçlandırma sahaları için öncelik olarak kadastro niteliği orman olan alanlar tercih edilirken, şartların uygun olduğu durumlarda hazine arazileri de çalışma öncesi ön tahsisle, çalışma sonrası kesin tahsisle Orman Genel Müdürlüğü adına tahsis edilebilmektedir (Anonim, 2015). Mera alanları da çayır ve otlak alanların azlığı sebebiyle fazla tercih edilmese de uygun görüldüğü durumlarda komisyon kararıyla Orman Genel Müdürlüğü adına tahsis edilerek ağaçlandırılabilir. Buna ek olarak, en az 0,5 hektar büyüklüğündeki şahıs parsellerinde 'özel ağaçlandırma' yapılabilmektedir (Anonim, 2012). Kadastral durum Çizelge 2.11'deki gibi derecelendirilmiştir (Şekil 3.8).

Çizelge 2.11 Kadastral durum derecelendirmesi

Kadastral Durum	Değer
Orman	9
Hazine	8
Mera	3
Şahıs	1

2.2.7 Toprak Derinliği

Toprak derinliği bitki köklerinin gelişecekleri toprak hacmi ve bu toprakta tutulacak su ve besin maddesi miktarı üzerinde etkili olur (Gönensin, 1995). Derin topraklar aynı bünyeye sahip sığ topraklardan daha fazla bitki besini ve su tutabilir (Aboumarsa, 2015). Yapılacak olan ağaçlandırma çalışmasının başarılı olabilmesi için yeterli toprak derinliğinin olması gerekmektedir. Büyük toprak grupları

haritasından elde edilen toprak derinliği haritası, Çizelge 2.12'deki gibi derecelendirilmiştir (Şekil 3.9).

Çizelge 2.12 Toprak derinliği derecelendirmesi

Toprak Derinliği (cm)	Değer
90+	9
90-50	6
50-20	4
20-0	2
Litozolik	1

2.2.8 Karayollarına Yakınlık

Yol kenarı ağaçlandırması, estetik ve rekreasyon amacı haricinde yoldan çevreye yayılan gürültü ve hava kirliliğinin önlenmesinde de önemli rol oynamaktadır. Örnek verecek olursak orman varlığı 50 m genişliğindeki bir otobanın trafik gürültüsünü 20-30 desibel kadar azaltmakta ve bir kayın ağacı bir yıl içinde 7 kilogram toz ve 300 kilogram zehri emip, dışarı süzmekle birlikte aşırı kirlenme durumunda ise gövdesindeki bozulma ile alarm vermektedir (Url-8). Karayollarına yakınlık, 7 ayrı sınıfa ayrılarak derecelendirilmiştir (Çizelge 2.13, Şekil 3.9).

Çizelge 2.13 Yollara yakınlık derecelendirmesi

Yollara Yakınlık Mesafesi (m)	Değer
0-100	9
100-200	8
200-300	7
300-400	6
400-500	5
500-1000	3
1000+	1

2.2.9 Baraj, Göl, Gölet Gibi Alanlara Yakınlık

Ormanlar, toprağı tutma özelliği sayesinde barajların ömrünü uzatırlar. Yağmur verimini artırır, su varlığının artmasına yardımcı olurlar. Temiz su kaynağıdır. Örneğin, etrafı ormanla çevrili bir baraj gölünün 1 cm³'ünde 76 çeşit mikrop tespit

edilmişken bu rakam tarım alanları veya çıplak alanlarla çevrili barajın suyunda 4.400 adettir (Url-8). Dolayısıyla bu alanlara yakın bir ağaçlandırma çalışması bir çok açıdan fayda sağlayacaktır. Baraj, göl, gölet gibi alanlara yakınlık, 7 ayrı sınıfa ayrılarak derecelendirilmiştir (Çizelge 2.14, Şekil 3.10).

Çizelge 2.14 Baraj, göl, gölet gibi alanlara yakınlık derecelendirmesi

Baraj, Göl, Gölet Gibi Alanlara Yakınlık Mesafesi (m)	Değer
0-300	9
300-600	8
600-900	7
900-1200	6
1200-1500	5
1500-2000	3
2000+	1

2.2.10 Erozyon Riski

Akarsular, sel, şiddetli rüzgar gibi sebeplerle toprağın yer değiştirmesi olarak tanımlanan erozyon nedeniyle dünya genelinde kaybedilen toprağın yaklaşık 24 milyar ton/yıl; Türkiye’de ise bu miktarın 500 milyon ton/yıl olduğu ifade edilmektedir. Erozyonu önleyerek zararlı etkilerinden kurtulmak için mevcut ormanlar korunmalı, çıplak araziler ağaçlandırılmalıdır (Deniz ve Ok, 2015). Erozyon riski haritası, büyük toprak grupları haritasından elde edilerek derecelendirilmiştir (Çizelge 2.15, Şekil 3.10).

Çizelge 2.15 Erozyon riski derecelendirmesi

Erozyon Riski	Değer
Çok şiddetli	9
Şiddetli	7
Orta	5
Hiç yok veya çok az	1

2.2.11 Yerleşim Yerlerine Yakınlık

Temiz ve yaşanabilir bir çevre oluşturulmasına katkı sağlamak, eğlenme ve dinlenme yeri gibi rekreasyon alanları oluşturmak açısından yerleşim yerlerine yakınlık önem arz etmektedir. Ayrıca çalışmada yerleşim alanları da kısıtlı alan olarak kabul edilmiştir (Çizelge 2.16, Şekil 3.11).

Çizelge 2.16 Yerleşim yerlerine yakınlık derecelendirmesi

Yerleşim Yerlerine Yakınlık (metre)	Değer
0-300	9
300-600	8
600-900	7
900-1200	6
1200-1500	5
1500-2000	3
2000+	1

2.2.12 Kısıtlı Alanlar

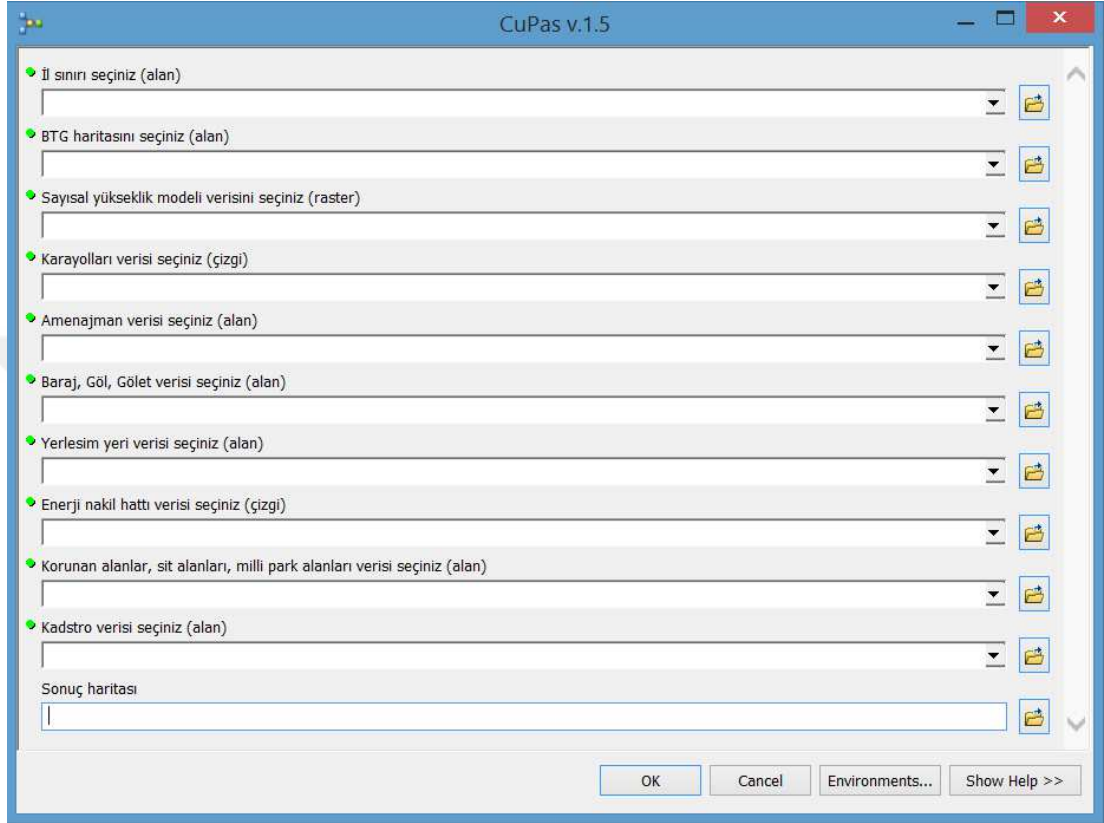
2000+ yükseltiye sahip alanlar, 60+ eğime sahip alanlar, yerleşim yerleri, baraj, göl, gölet gibi alanlar dışında enerji nakil hatlarına 10 metre yakın alanlar, sit ve diğer koruma alanları gibi alanlar da kısıtlı alan olarak kabul edilmiştir. Yerleşim yerleri, Baraj, gölet gibi alanlar arazi kullanım durumu sebebiyle, sit ve koruma alanları yasal durum sebebiyle, enerji nakil hatlarına 10 metre yakın alanlar ise olası yangın durumunda tampon bölge oluşabilmesi nedeniyle kısıtlanmıştır (Şekil 3.11)

2.3 Kullanıcı Arayüz Programlarının Geliştirilmesi

Kullanıcı arayüz programları; rutin işlemlerin kolaylıkla ve hızlıca yapılmasına olanak veren; görsel, işitsel ve grafiksel yönleriyle kullanıcı ve bilgisayar arasında iletişim sağlayan bir köprü görevi görmektedir. Bu yönleriyle kullanıcı arayüz programları, Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin işlem adımlarının gerçekleştirilmesinde de kullanılmaktadır.

Çalışma dahilinde, CBS yazılımı ortamında model builder yardımıyla kullanıcı arayüz programı geliştirilmesi amaçlanmıştır. Kullanıcılar, geliştirilen arayüzü çalıştırdıklarında açılan pencerede alan (polygon) veri tipindeki çalışma alanı sınırı,

BTG haritası, amenajman, baraj-göl-gölet, yerleşim yeri, korunan alanlar ve kadastral veriler; raster veri tipindeki Sayısal Arazi Modeli (SAM) verisi ve çizgi tipindeki karayolları, enerji nakil hatları ve sonuç haritasının üretileceği dosya konumunu seçtikten sonra 'OK' tuşuna tıklayarak otomatik olarak kısa sürede ve kolaylıkla sonuca ulaşabilmektedir.

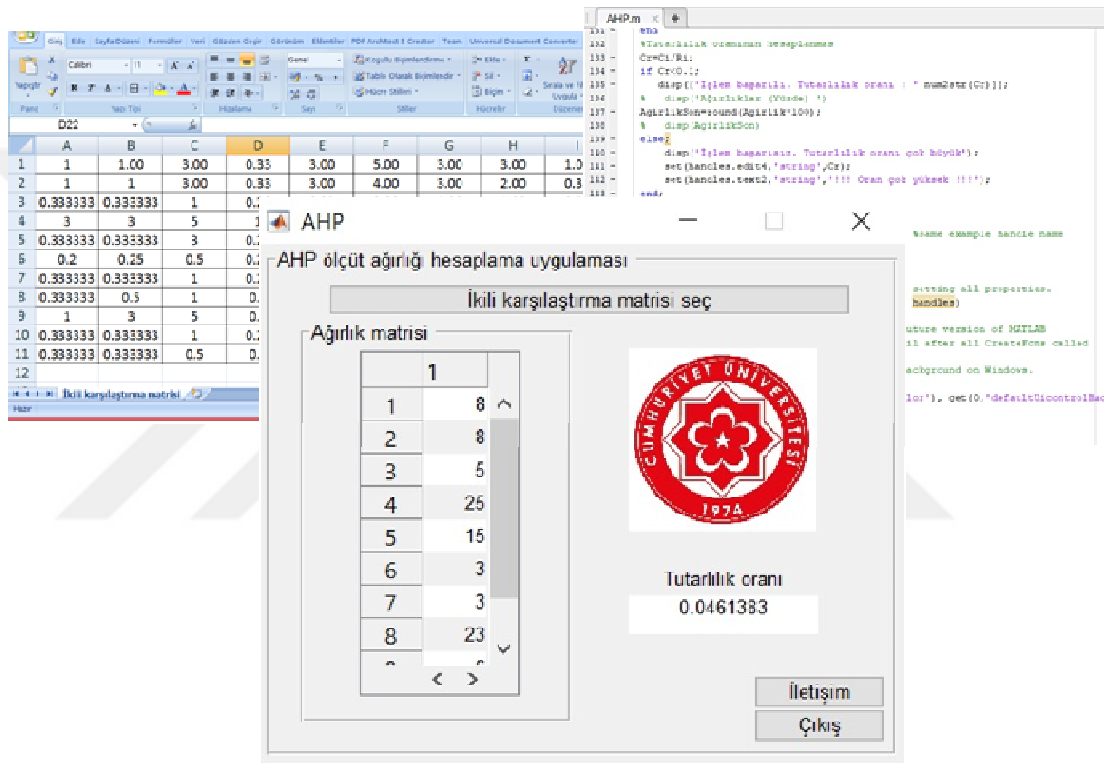


Şekil 2.3 Kullanıcı arayüz programı penceresi

Modelde kullanılan araçlar aşağıda sıralanmaktadır.

- ✓ Clip,
- ✓ Feature to Raster,
- ✓ Reclassify,
- ✓ Slope,
- ✓ Aspect,
- ✓ Euclidean Distance,
- ✓ Weighted Overlay.

Ayrıca, ölçüt ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla Matlab yazılımı tabanlı bir arayüz programı daha geliştirilmiştir. Geliştirilen arayüz ile Excel formatında 1-15 arası boyuttaki ikili karşılaştırma matrisi işleme sokularak tutarlılık oranı uygunsa ölçüt ağırlıkları yine Excel formatında dosyaya yazılmakta ve aynı zamanda arayüz penceresi üzerinde tutarlılık oranı ile birlikte görülebilmektedir (Şekil 2.5). Tutarlılık oranının uygun olmadığı durumlarda ise uygulama kullanıcıyı uyarmaktadır.



Şekil 2.5 Matlab tabanlı AHS ağırlık hesaplama arayüzü

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Ağırlıklı çakışma yöntemiyle oluşturulan 9 sınıf, güncel uydu görüntüleriyle yapılan inceleme sonucunda benzer özellik gösteren arazi tiplerinin bir arada olması amacıyla kısıtlı sahalara, 1. derece potansiyele sahip sahalara, 2. derece potansiyele sahip sahalara, 3. derece potansiyele sahip sahalara olarak 4 sınıfa indirgenerek incelenmiştir. Farklı disiplinlerden elde edilen amenajman, yükseklik ve BTG verilerindeki sınır farklılıklarından dolayı çalışma alanı, il yüzölçümüne bire bir eşit değildir. Potansiyel sahalara alansal dökümleri Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 Potansiyel ağaçlandırma sahalara alansal dökümü

Sınıf	Alan (Km ²)	Oran (%)
Çalışma Alanı	27161,22	100
1. Derece Saha	9004,77	33,14
2. Derece Saha	7968,01	29,34
3. Derece Saha	7519,28	27,68
Kısıtlı Saha	2672,16	9,84

Üretilen haritanın genel doğruluğunun tespiti amacıyla çalışma alanının rastgele seçilen yaklaşık %5'lik kısmına ait güncel (2016-2019) Google Earth görüntüleri irdelenmiş, kısmi saha incelemeleri orman mühendislerinin görüşlerinden de yararlanılarak tarafımdan yapılmıştır. İncelemeler neticesinde ürün haritanın yaklaşık %50'lik bir doğruluğa sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Geçmiş yıllarda projelendirilen toplamda 8.114,43 hektarlık farklı şeflik sınırlarındaki 20'den fazla çalışma sahası ile elde edilen veriler karşılaştırıldığında 238,13 (%3,04) hektar alanın kısıtlı sahada, 4.162,93 (%51,30) hektar alan 1. derece potansiyele sahip sahada, 2.496,05 (%30,76) hektar alanın 2. derece potansiyele sahip sahada, 1.217,16 (%15,00) hektar alanın 3. derece potansiyele sahip sahada bulunduğu görülmektedir.

Çizelge 3.2 Mevcut ağaçlandırma sahaları ile potansiyel sahaların karşılaştırmalı alansal dökümü

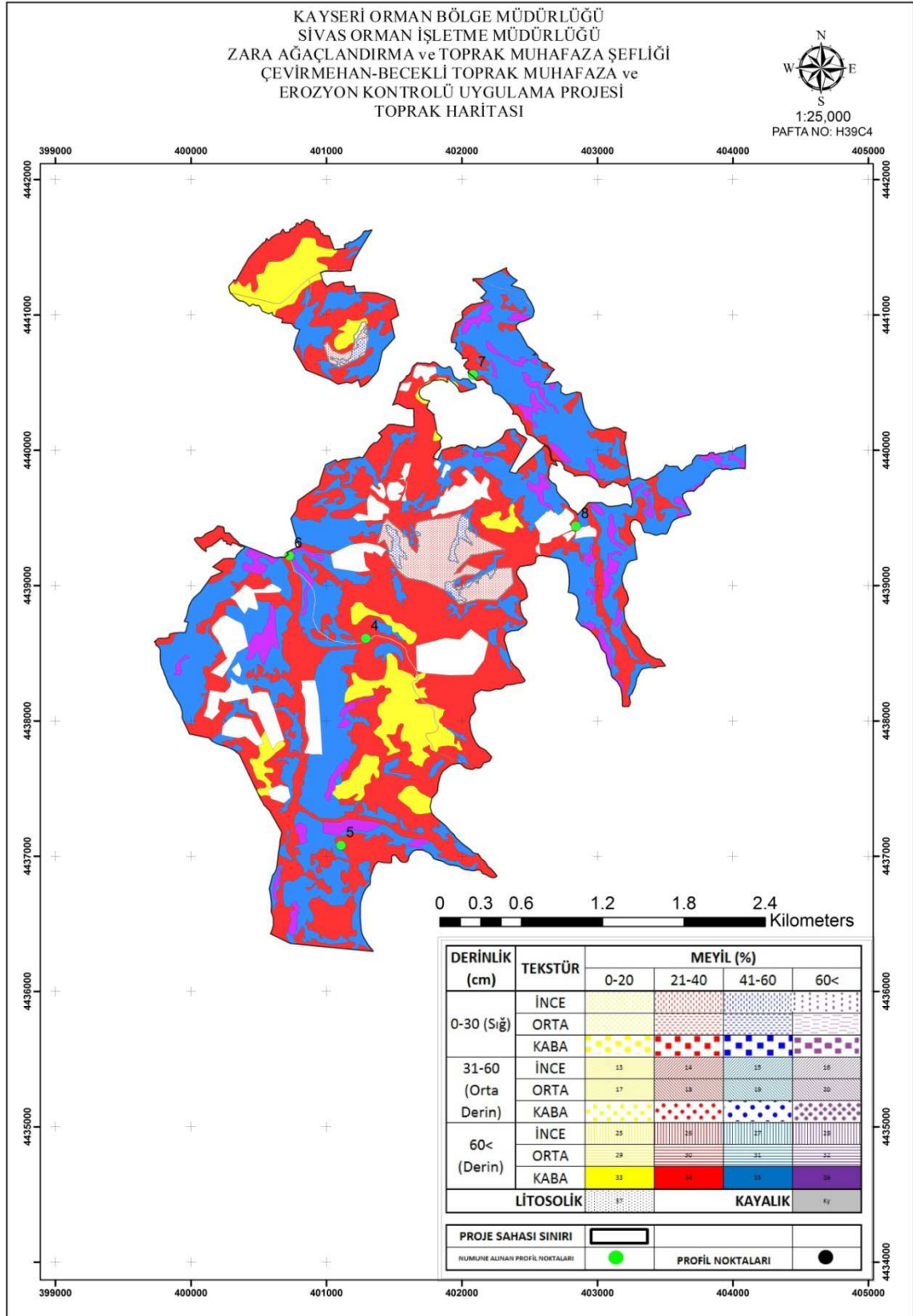
Sınıf	Alan (Ha)	Oran (%)
Projelendirilmiş Saha	8.114,43	100
1. Derece Saha	4.162,93	51,30
2. Derece Saha	2.496,05	30,76
3. Derece Saha	1.217,16	15,00
Kısıtlı Saha	238,13	2,94

Potansiyel ağaçlandırma sahası olarak tayin edilen sahalar ile geçmiş yıllarda yapılmış ağaçlandırma sahaları ve arazide incelenen diğer sahalar arasında oluşan fark oluşması ve diğer araştırmalar sonucu belirlenen genel doğruluğun düşük olmasına sebep olarak birçok durum öne sürülebilmektedir.

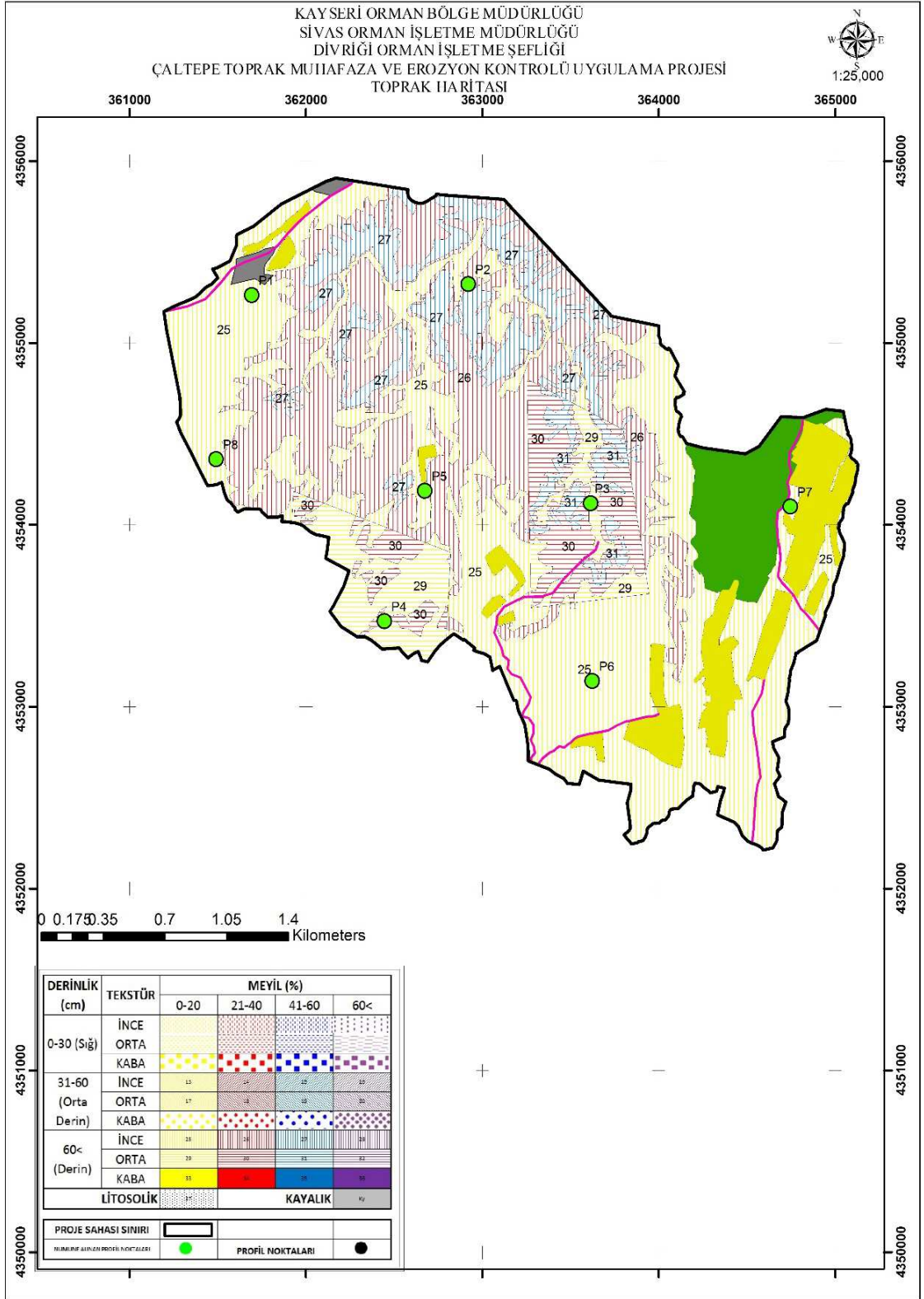
Çalışma yapılırken kadastro verilerinin tamamına ulaşılamadığından bu verilerin uygulamaya dahil edilmemesi ve amenajman planlarının tamamen kadastral duruma dayandırılarak yapılmamış olması doğruluk oranını azaltan durumlardan biri olmuştur. Literatürde benzer çalışmalar kadastro verileri kullanılmadan, Landsat görüntülerinden elde edilen sınıflandırmalarla yapılmış olsa da, bu verilerin yüksek doğruluk elde etmek için yeterli olmadığı tespit edilmiştir.

Çalışmanın doğruluk oranını azaltan bir diğer durum ise, toprak derinliği haritasının yetersiz olmasıdır. Proje aşamasındaki bir ağaçlandırma sahası için 10 hektarda 1 tane olmak üzere (325 metreye denk gelen nokta üzerinde) toprak numunesi alınarak toprak derinliğinin ve diğer durumların kontrol edilmesi gerekmektedir (Url-9). 27.164,33 km²'lik çalışma alanı için 271.643 toprak numunesi alınması zaman ve maliyet açısından mümkün olmayacağından, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'ndan ücreti karşılığında temin edilen Büyük Toprak Grupları Haritası'ndaki toprak derinliği verisi kullanılmıştır. Daha önceden projelendirilmiş alanlara ait Şekil 3.1 ve şekil 3.2'deki toprak numunesi olarak oluşturulan haritalar ile şekil 3.3 ve şekil 3.4'de aynı çalışma alanlarına ait BTG haritasından elde edilen verilerle oluşturulan haritalar karşılaştırıldığında aradaki fark daha iyi anlaşılabilir. İncelenen alanların toprak derinliği numune alınarak oluşturulan haritalarda genellikle 60 cm ve üzeri olarak tespit edilmişken, BTG haritasından elde

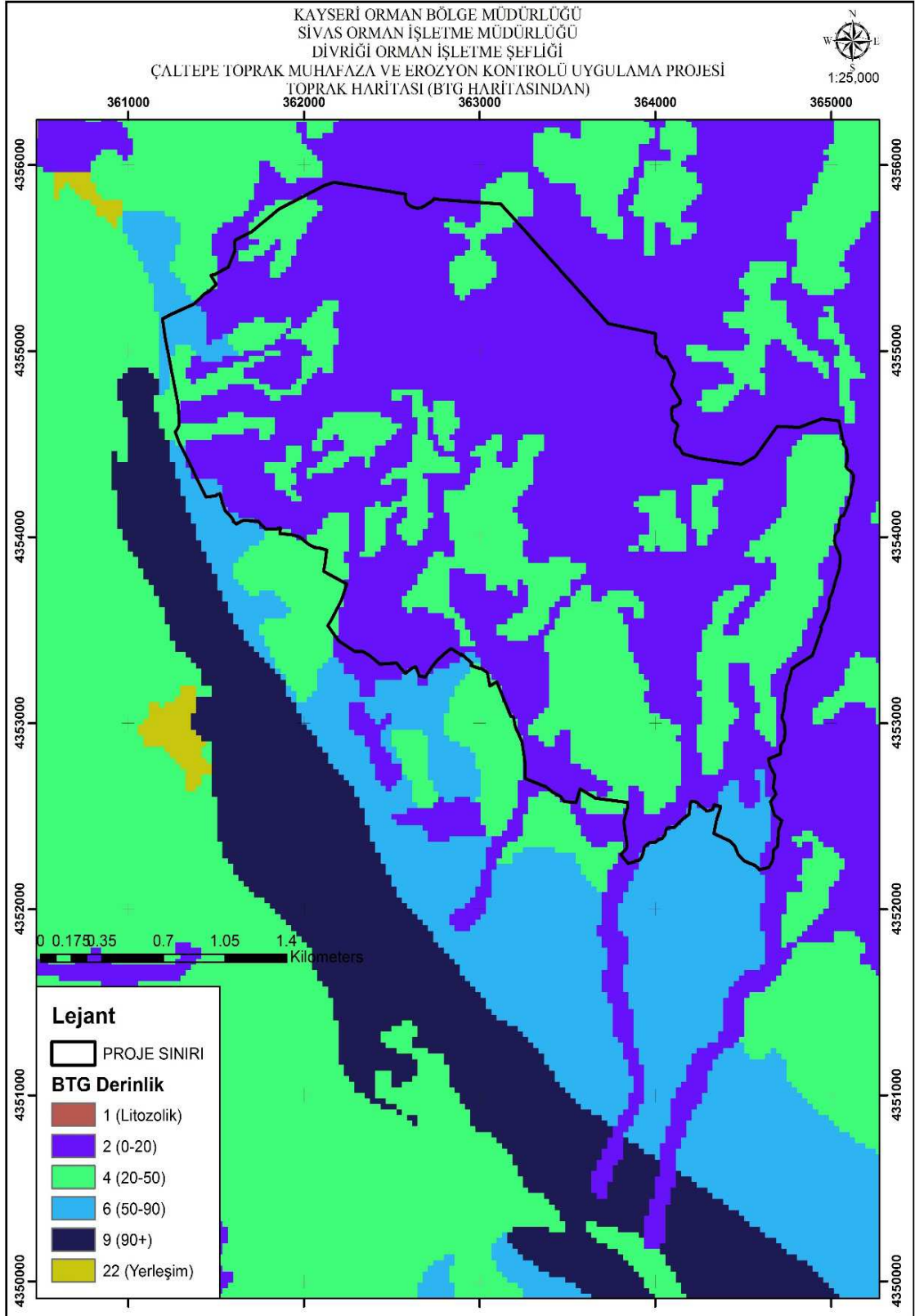
edilen verilerde ise şekil 3.3 'de 0-20 cm, şekil 3.4 'de 20-50 cm aralığında olduğu görülmektedir.



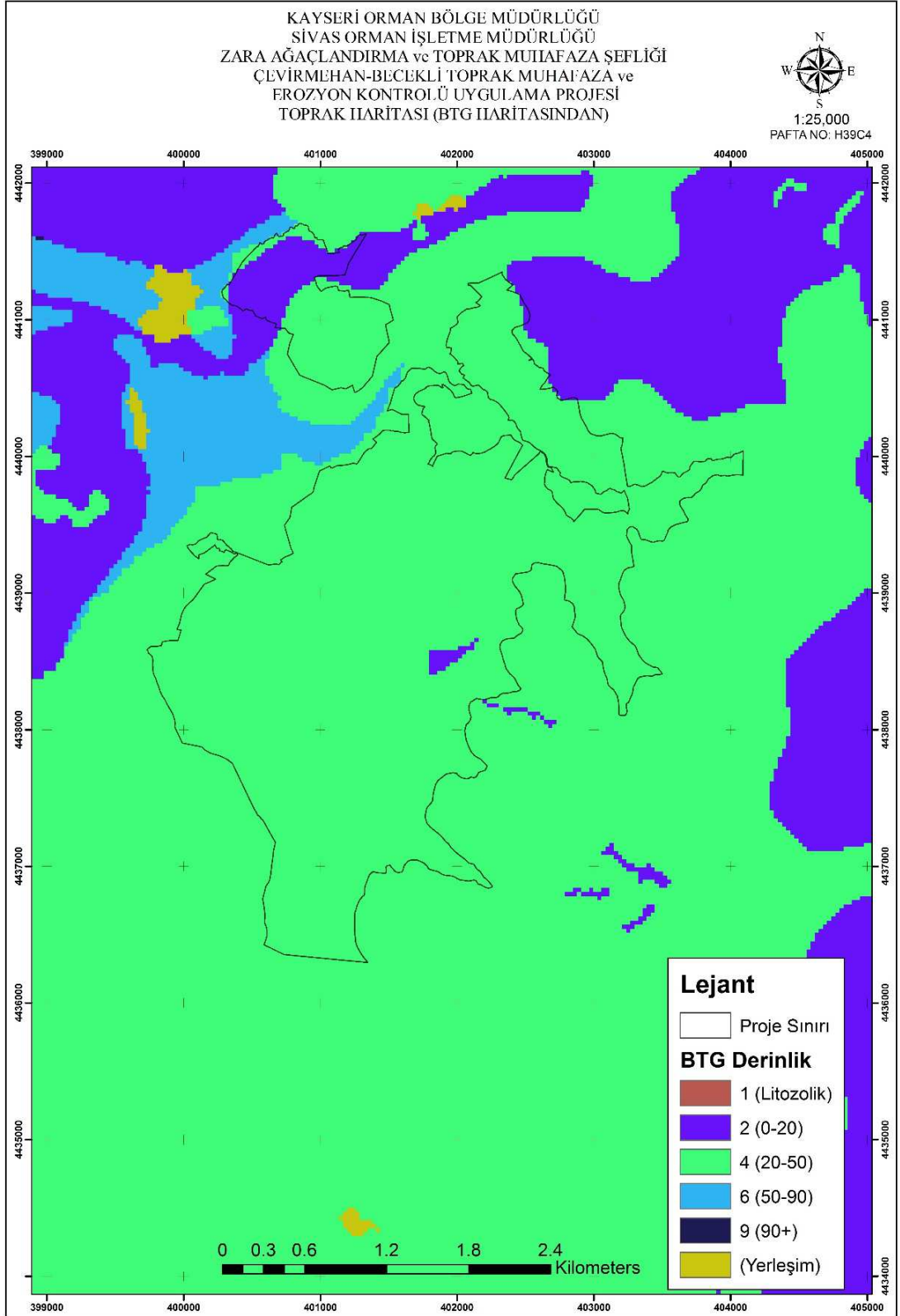
Şekil 3.1 Projelendirilmiş ağaçlandırma sahasına ait toprak haritası (Çevirmehan)



Şekil 3.2 Projelendirilmiş ağaçlandırma sahasına ait toprak haritası (Çaltepe)



Şekil 3.3 Projelendirilmiş ağaçlandırma sahasına ait BTG haritasından elde edilen toprak haritası (Çevirmehan)



Şekil 3.4 Projelendirilmiş ağaçlandırma sahasına ait BTG haritasından elde edilen toprak haritası (Çaltepe)

Eksik olan kadastro verileri çalışmaya dahil edilip, incelemeler sonucu doğruluğunun düşük olduğunu kabul ettiğimiz toprak derinliği verileri çalışmadan çıkarıldığında, veri bütünlüğünün sağlandığı bölgeler içerisinde tespit edilen doğruluğun %70 oranlarına yükseldiği görülmektedir. Yine ağırlıklı çakıştırma yöntemiyle yeni ağırlıklara göre elde edilen haritanın alan dökümü Çizelge 3.3'de, bu haritanın geçmiş yıllarda projelendirilen sahalarla karşılaştırılmasına ait alansal miktarlar Çizelge 3.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Kadastro verisi kullanılarak elde edilen potansiyel sahaların alansal dökümü

Sınıf	Alan (Km ²)	Oran (%)
Çalışma Alanı	27.220,83	100
1. Derece Saha	6.839,76	42,23
2. Derece Saha	7.797,96	48,14
3. Derece Saha	1.560,37	9,63
Kısıtlı veya Veri Yok	11.022,74	-

Çizelge 3.4 Mevcut ağaçlandırma sahaları ile kadastro verisi kullanılarak elde edilen potansiyel sahaların karşılaştırmalı alansal dökümü

Sınıf	Alan (Ha)	Oran (%)
Projelendirilmiş Saha	8.114,60	100
1. Derece Saha	4.891,44	81,13
2. Derece Saha	1.133,62	18,80
3. Derece Saha	4,44	0,07
Kısıtlı veya Veri Yok	2.085,11	-

İkili karşılaştırma matrisi oluşturmak amacıyla orman mühendisleri görüşleriyle bir tablo hazırlanmıştır (Şekil 3.5). Çalışmada kullanılmayan ölçüt verileri bu tablodan çıkarılmış ve AHS yöntemi uygulanarak ölçüt ağırlıkları hesaplanmıştır (Çizelge 3.5; Çizelge 3.6).

Kod	Ölçütler	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13
F1	Yükseklik	1.00	2.00	0.20	0.20	3.00	3.00	0.20	2.00	1.00	2.00	3.00	3.00	2.00
F2	Eğim		2.00	0.20	0.33	2.00	2.00	0.33	2.00	0.33	3.00	3.00	3.00	3.00
F3	Bakı			0.20	0.33	2.00	2.00	0.20	1.00	0.33	2.00	2.00	2.00	2.00
F4	Amenajman Durumu				3.00	5.00	5.00	1.00	4.00	2.00	3.00	5.00	3.00	3.00
F5	₁ Arazi Kullanma kabiliyet					4.00	4.00	1.00	2.00	0.33	2.00	3.00	2.00	2.00
F6	Yollara yakınlık						1.00	0.14	0.25	0.17	0.50	0.33	0.50	0.50
F7	Göl, gölet gibi alanlara yakınlık							0.11	0.33	0.11	0.33	0.50	0.33	0.33
F8	Kadastral durum								4.00	2.00	4.00	5.00	4.00	4.00
F9	Erozyon riski									0.14	0.20	1.00	0.20	0.20
F10	Toprak derinliği										3.00	5.00	5.00	5.00
F11	₂ Kuraklık indisi											3.00	0.33	0.33
F12	Yerleşim yerlerine yakınlık													0.20
F13	Toprak tuz- alkali kombinasyonu													

Şekil 3.5 Uzman görüşleri doğrultusunda belirlenen karşılaştırma matrisi

Çizelge 3.5 Toprak derinliği verisi kullanılarak elde edilen ölçüt ağırlıkları

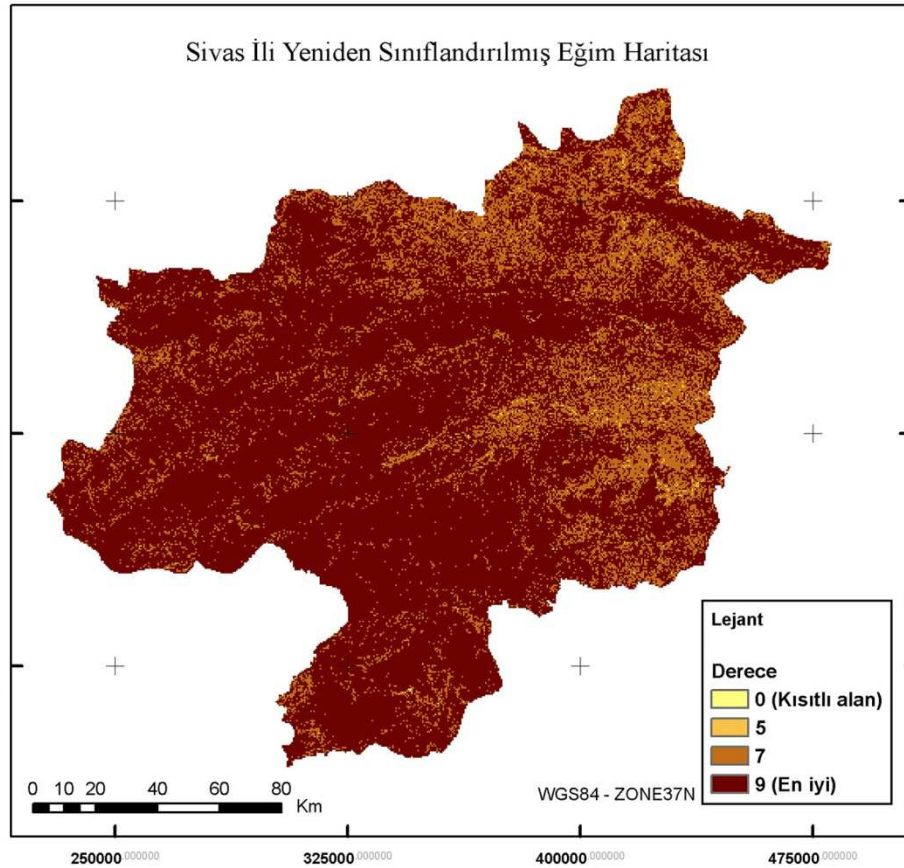
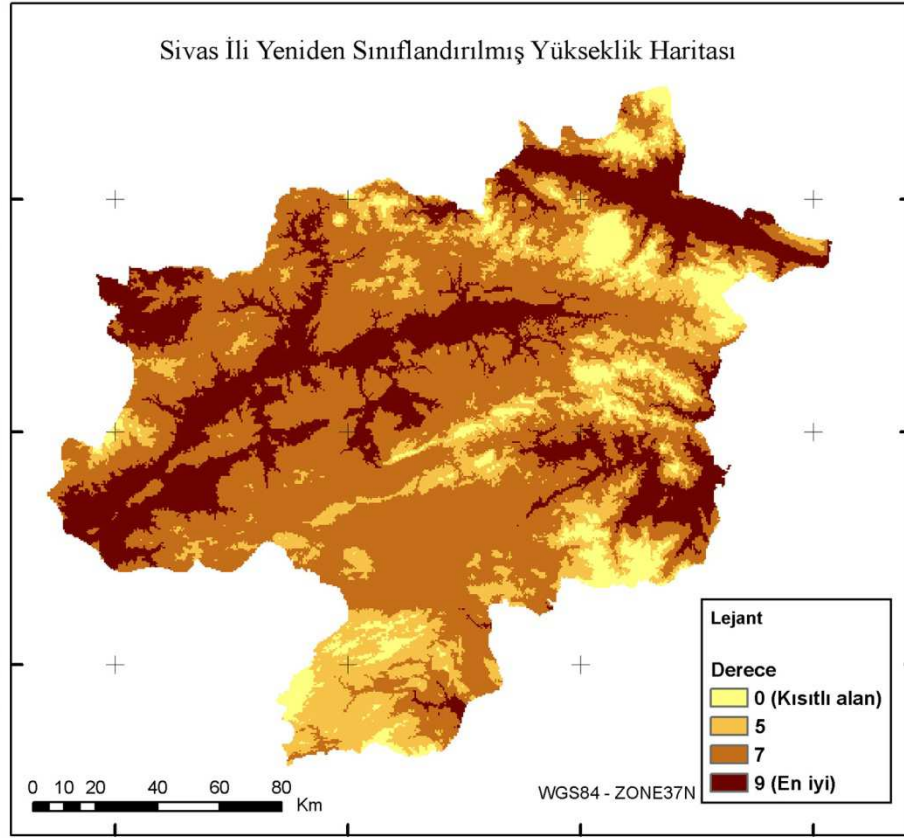
Ölçüt	Ağırlık (%)
Amenajman durumu	26
Toprak derinliği	21
AKK	14
Yükseklik	9
Eğim	7
Erozyon riski	6
Bakı	5
Yerleşim yerlerine yakınlık	5
Yollara yakınlık	3
Baraj, Göl, gölet gibi alanlara yakınlık	4

Tutarlılık oranı yaklaşık 0.07

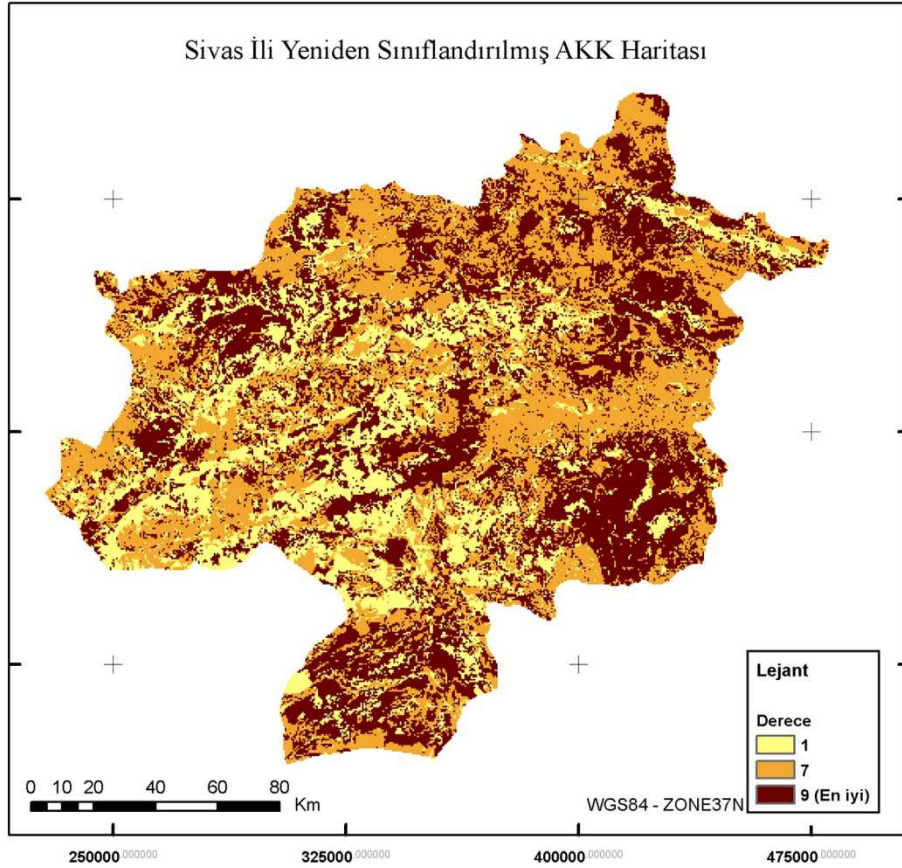
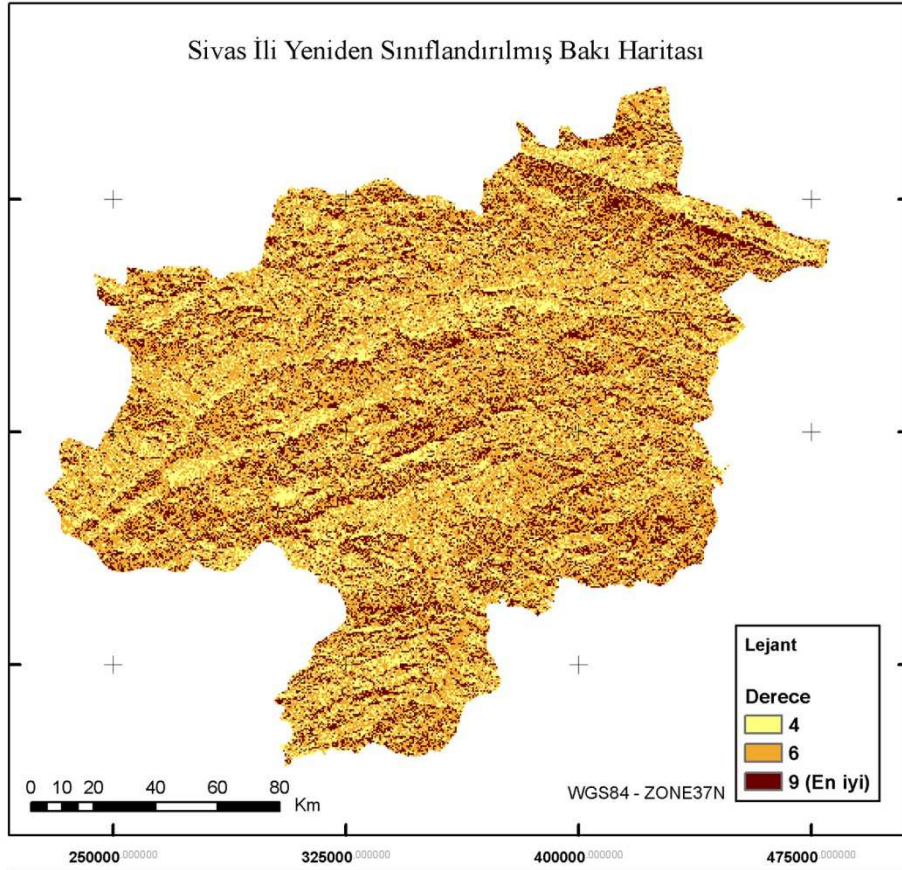
Çizelge 3.6 Kadastral verisi kullanılarak elde edilen ölçüt ağırlıkları

Ölçüt	Ağırlık (%)
Amenajman durumu	25
Kadastral durum	23
AKK	14
Yükseklik	8
Eğim	8
Erozyon riski	6
Bakı	5
Yerleşim yerlerine yakınlık	5
Yollara yakınlık	3
Baraj, Göl, gölet gibi alanlara yakınlık	3

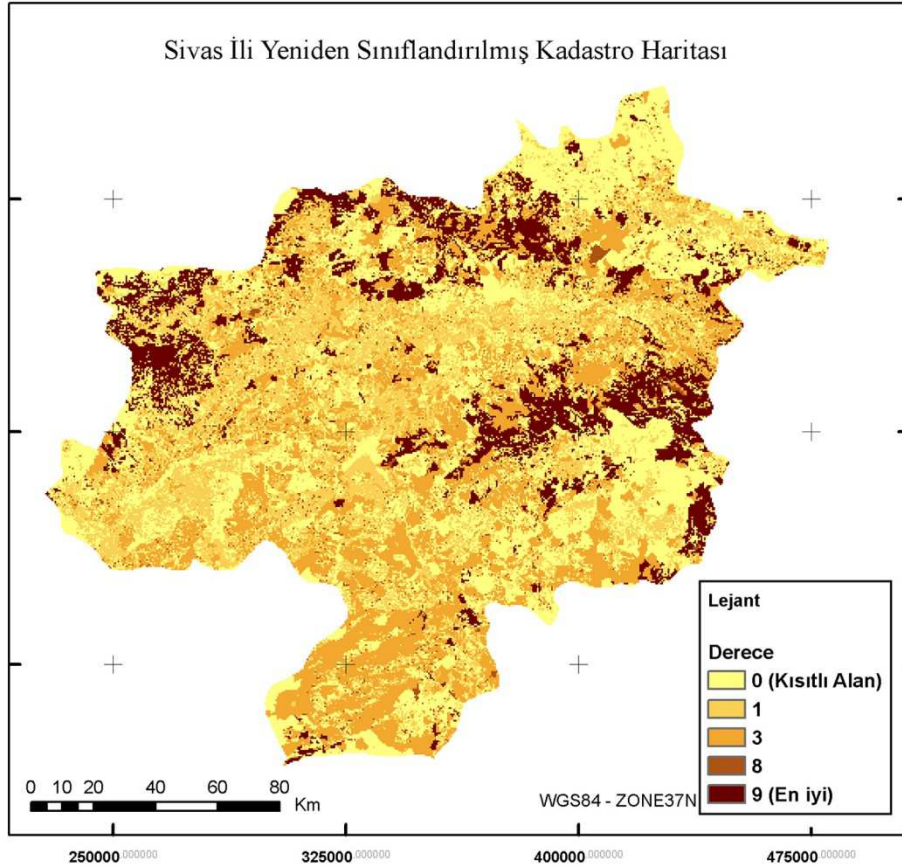
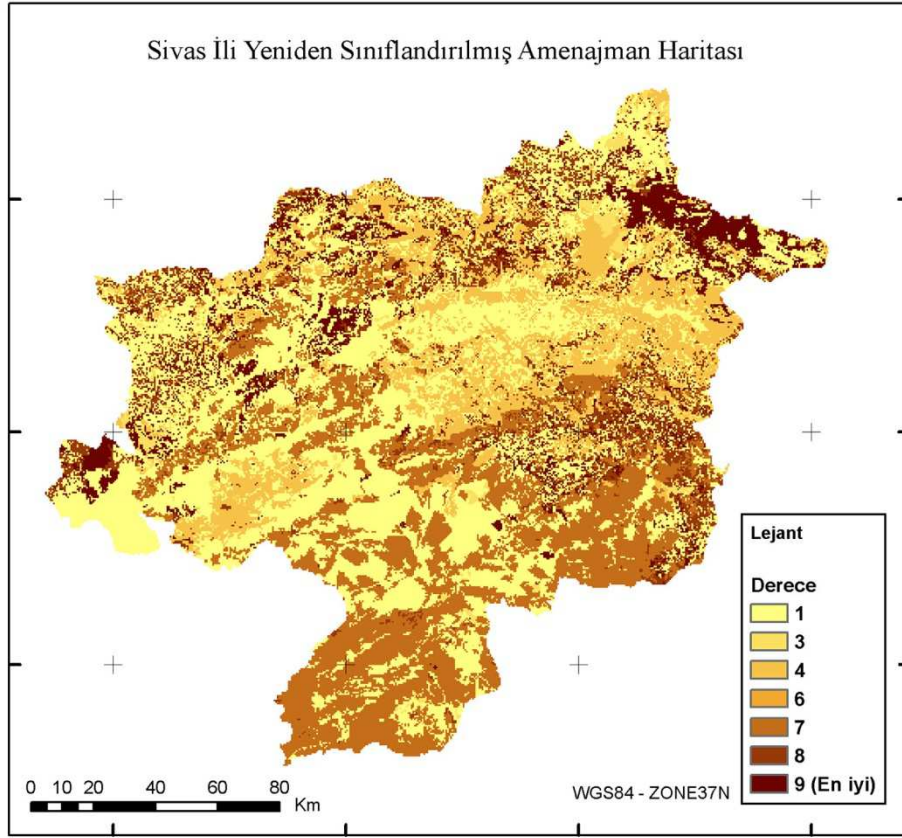
Tutarlılık oranı yaklaşık 0.05



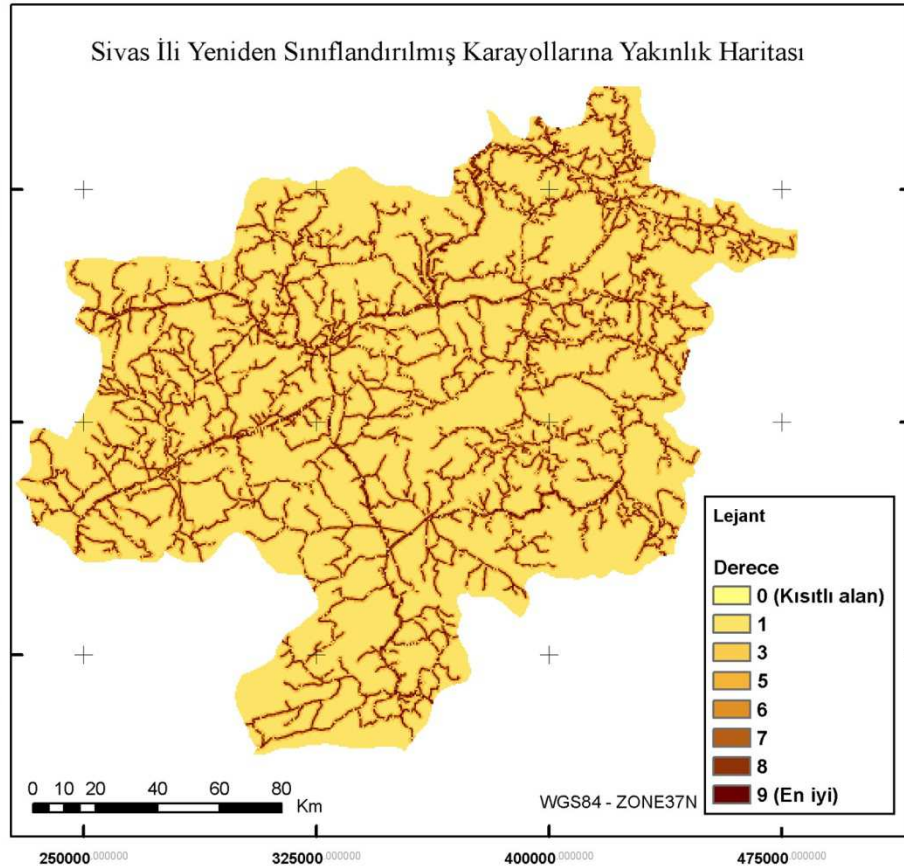
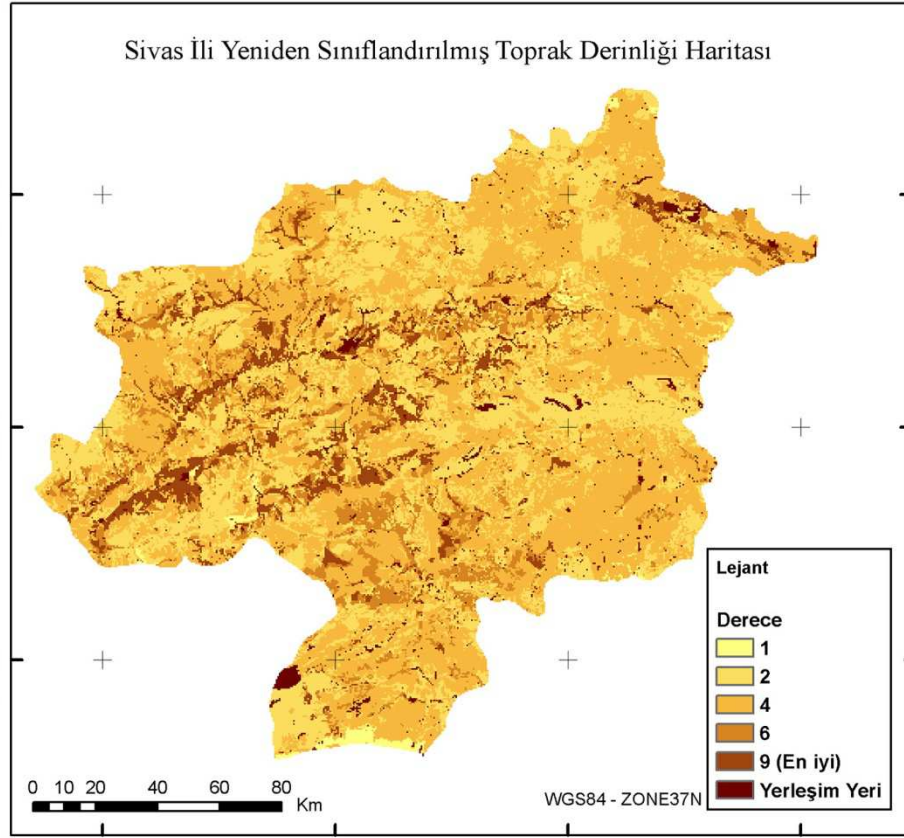
Şekil 3.6 Sivas ili yeniden sınıflandırılmış yükseklik ve eğim haritaları



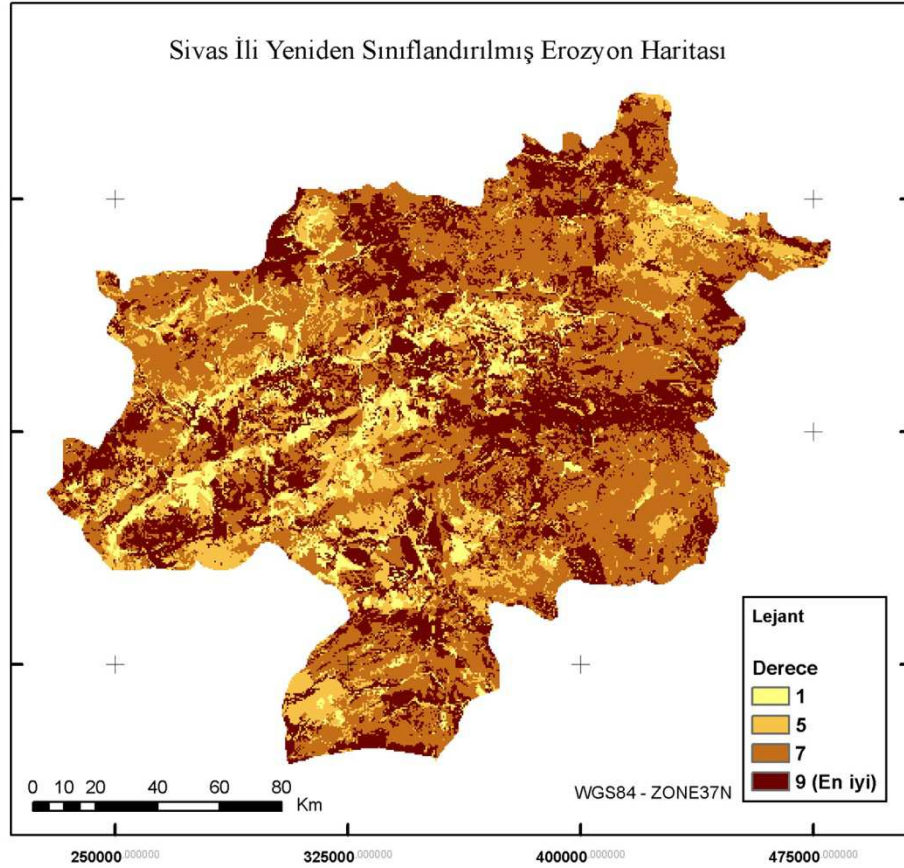
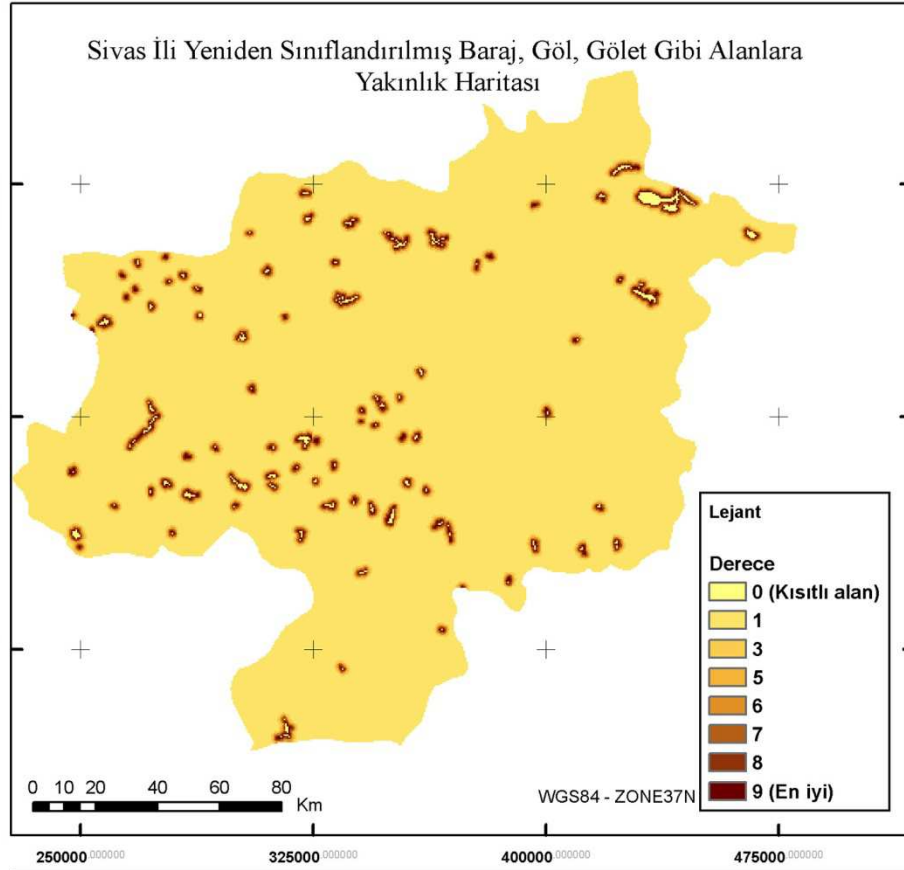
Şekil 3.7 Sivas ili yeniden sınıflandırılmış bakı ve AKK haritaları



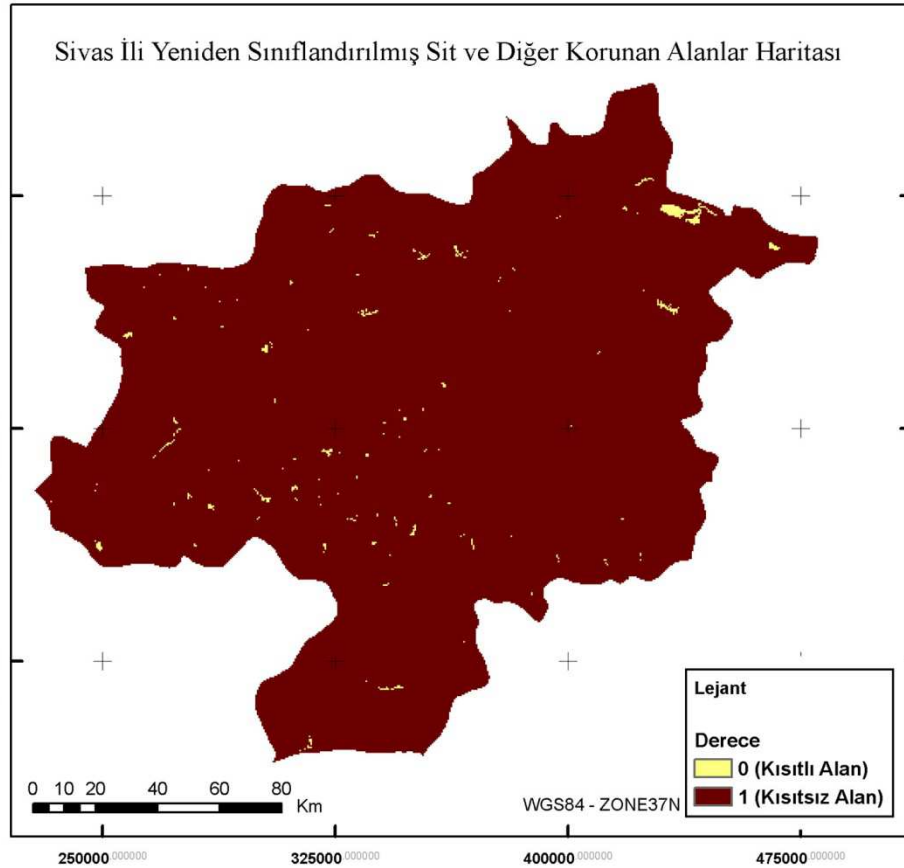
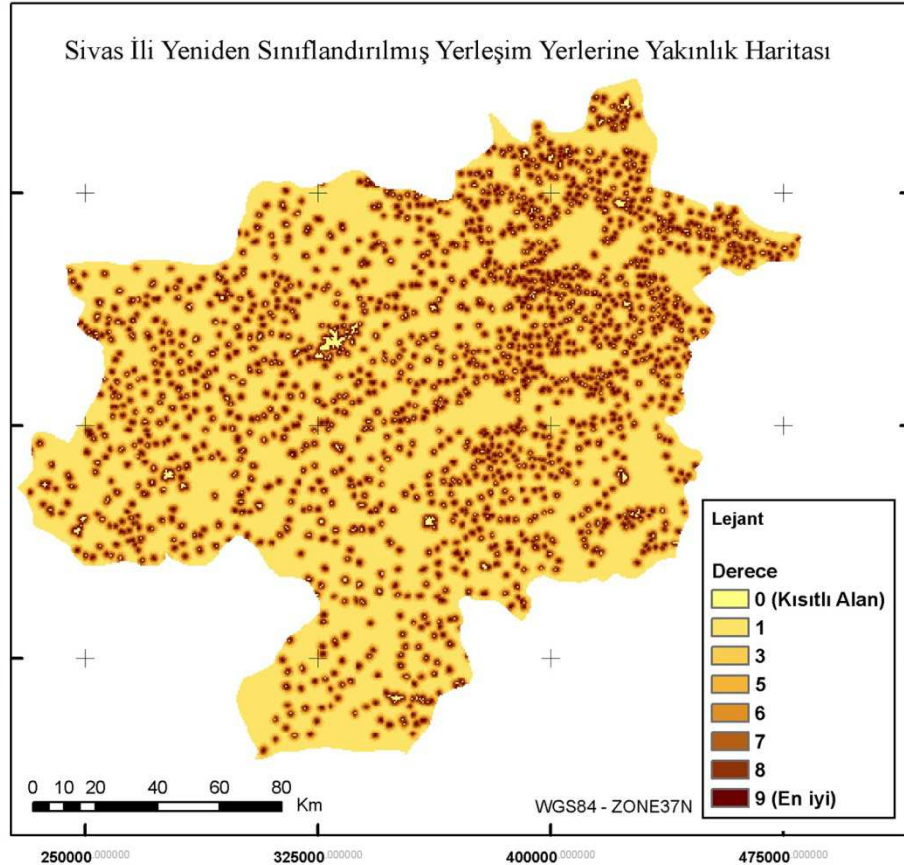
Şekil 3.8 Sivas ili yeniden sınıflandırılmış amenajman ve kadastral durum haritaları



Şekil 3.9 Sivas ili yeniden sınıflandırılmış toprak derinliği ve karayollarına yakınlık haritaları



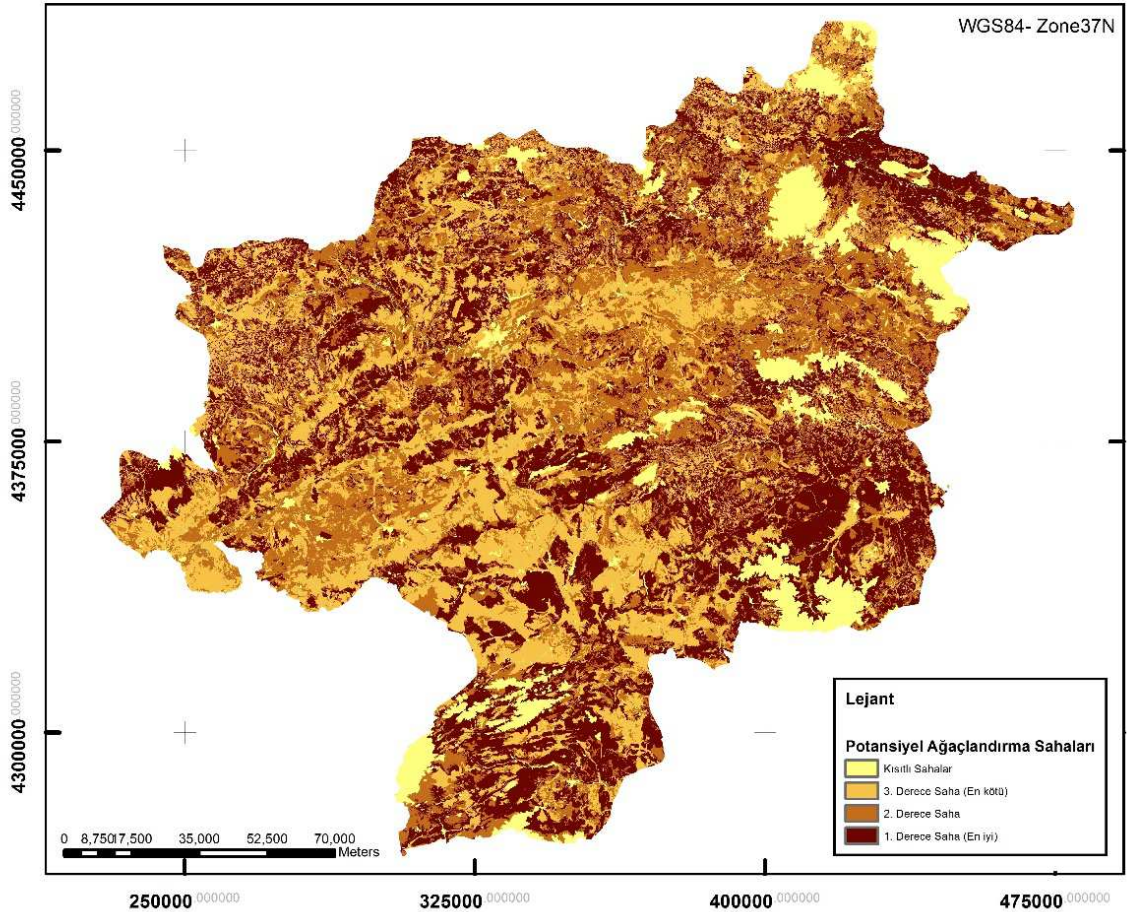
Şekil 3.10 Sivas ili yeniden sınıflandırılmış baraj, göl, gölet gibi alanlara yakınlık ve erozyon haritaları



Şekil 3.11 Sivas ili yeniden sınıflandırılmış yerleşim yerlerine yakınlık ve korunan alanlar haritaları

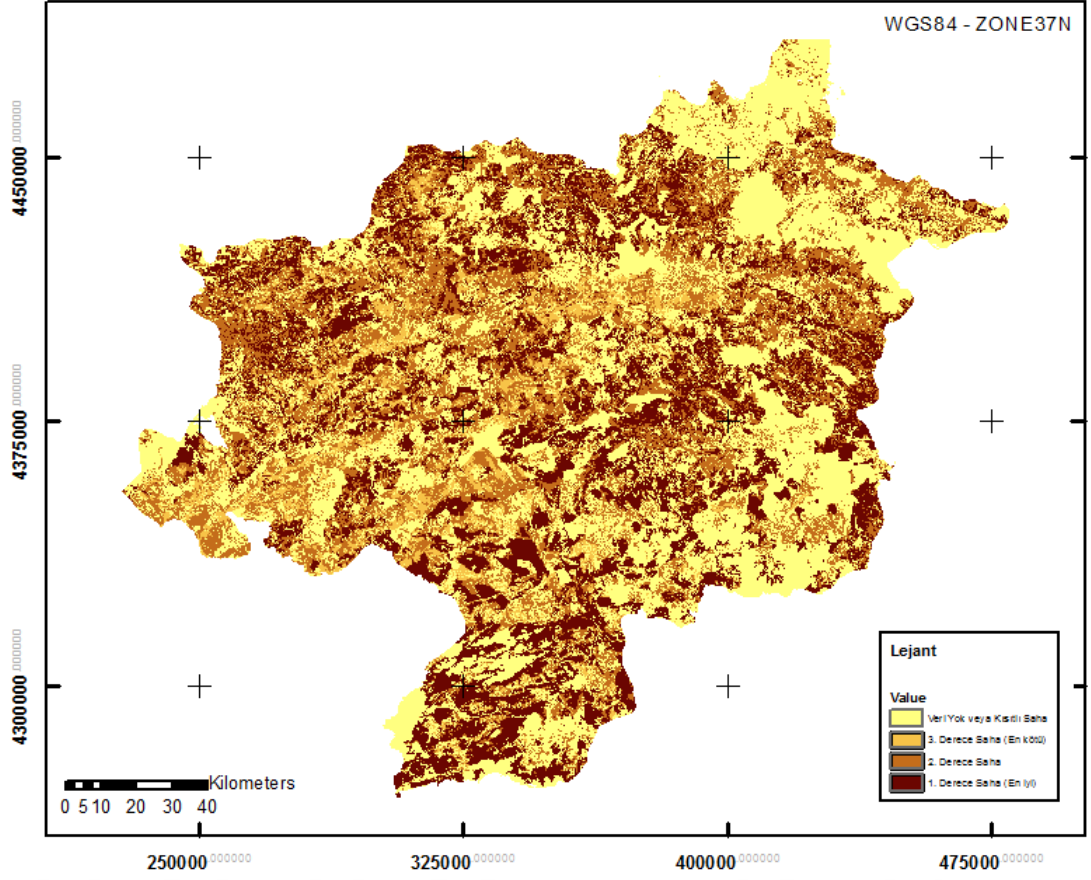
Şekil 3.12'deki harita ile daha önceden projelendirilmiş sahalar karşılaştırıldığında 1.derece potansiyel sahaya denk gelen alan yüzdesi 51,30 olmuş, Google Earth ve saha incelemesi sonrası genel doğruluğun yaklaşık %50 olduğu tespit edilmiştir. Şekil 3.13'deki 1. derece potansiyel sahaya denk gelen alanın %81,13'e; genel doğruluğun ise %70 oranlarına yükselmesi, eksiksiz ve doğru verilerle daha doğru sonuçlara ulaşılabileceğini göstermiştir.

Sivas İli Potansiyel Ağaçlandırma Sahaları Haritası



Şekil 3.12 Kadastro verileri kullanılmadan elde edilen sonuç haritası

Sivas İli Potansiyel Ağaçlandırma Sahaları Haritası



Şekil 3.13 Kadastro verileri kullanılarak elde edilen sonuç haritası

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında OGM tarafından kullanılması amacıyla Sivas ili için Şekil 3.12'deki potansiyel ağaçlandırma sahaları haritası oluşturulmuştur. Ayrıca çalışmaya tamamı elde edilemeyen kadastro verileri eklenip, mevcut toprak derinliği verileri çıkartılarak Şekil 3.13'deki harita elde edilmiştir. Elde edilen sınıflar incelendiğinde, 1.derece potansiyel ağaçlandırma sahası olarak belirlenen sınıfın ağaçlandırmaya en uygun sahalardan olduğu kabul edilmiştir.

Çalışma alanının büyük olması, sağlıklı bir toprak haritası verisinin oluşmasına imkan vermediğinden, doğruluğu daha yüksek sonuçlar elde edilebilmesi için daha küçük çalışma alanı seçilmesi gerekmektedir. Ayrıca, ada/parsel bilgileri bilinen sağlıklı ve eksiksiz kadastro verileri kullanılarak, parsellere atanan potansiyel saha verileri sayesinde parsel bazında incelemeler ve sorgulamalar yapılabilecektir. Bununla birlikte çalışmanın kapsamı genişletilerek belirlenen potansiyel sahalarda uygulanabilecek proje türlerinin, ağaçlandırma tekniklerinin ve ekilebilecek/dikilebilecek ağaç türlerinin tespit edilebilmesine yönelik bir arayüz tasarlanmasının çalışmanın işlevselliğini artıracığı düşünülmektedir.

Verilerin uygun şartlarda analizi için AHS yöntemi uygulanmıştır. AHS yöntemindeki ölçüt ağırlıklarının hesaplanması işlemi için Matlab yazılımı tabanlı bir arayüz geliştirilmiştir. Ayrıca CBS yazılımı ortamında model builder yardımıyla kullanıcı arayüz programı geliştirilmiştir. Bu sayede değişen durumlar ve incelemelere rağmen çalışma süresince defalarca yapılması gereken bir çok işlem adımı otomatik olarak gerçekleştirilebilecek şekilde bir yöntem ortaya konmuştur. Gelecek süreçte python vb. programlama dilleri yardımıyla CBS tabanlı AHS ve model arayüzü geliştirilmesi sonucunda çalışmanın tek bir platform üzerine inşa edilerek daha esnek bir yapıda olması sağlanabilir.

Ormansızlaşmayla mücadele kapsamında ülkemizde ve dünya genelinde yetkili kurum ve kuruluşlar tarafından ağaçlandırma çalışmalarının yapıldığı bilinmektedir. Fakat ağaçlandırma çalışmalarının yapılabilmesi için projelendirilecek sahaların tespitinde kullanılacak ölçüt sayısının fazla olması, karar verme sürecini zorlaştırmakta ve süreci uzatmaktadır. Bu süreçte CBS'den faydalanılması yapılacak

işlemleri kolaylaştırmakla birlikte etkin ve doğru karar verme sürecini hızlandırmaktadır.

Geliştirilen arayüz programı sayesinde hem veri güncellenmelerinde hem de görüş ve ölçütlerde meydana gelebilecek değişikliklerde arayüz üzerinde farklı seçimler yapılarak tüm işlemlerin tekrar yapılmasına gerek duyulmadan kısa sürede yalnızca uzmanlar tarafından değil, tüm kullanıcılar tarafından sonuca ulaşılabilir. Böylece, şartlar değişse dahi zamandan tasarruf edilerek projelendirilebilecek alanlar kolaylıkla tespit edilerek, ağaçlandırma çalışması için bir sonraki sürece çabucak geçilebilecektir.



KAYNAKLAR

- Aboumarsa, H. Y., Karagöz, M.Ö.** (2015). Verimliliğe Etki Eden Faktörler. İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü Toprak İlimi ve Ekoloji Ana Bilim Dalı, *Bitki Beslenme ders kitabı*, İstanbul.
(https://www.researchgate.net/publication/273456074_VERIMLILIGE_ETKI_EDEN_FAKTORLER) Erişim Tarihi: 15.02.2019
- Alparslan, E., Aydöner, C.** (2004). Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı Bilgilerinin Topoğrafya Bilgileriyle Birlikte Analizi: Kocaeli İli Uygulaması. 3. *Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri*, Fatih Üniversitesi, 6-9 Ekim 2004, 41-46, İstanbul.
- Anonim** (2012). Ağaçlandırma Yönetmeliği. 28390 sayılı TC Resmi Gazete, 23 Ağustos.
- Anonim** (2015). Hazinesinin Özel Mülkiyetinde veya Devletin Hüküm ve Tasarrufu Altında Bulunan Taşınmazların Orman Rejimine Alınma Usul ve Esasları. 13.4.2015 tarih ve 2015/1 sayılı tamim. OGM Kadastro ve Mülkiyet Daire Başkanlığı, Ankara.
- Anonim** (2017). Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar. 5.9.2018 tarih 299 sayılı Tebliğ. OGM, Orman İdaresi ve Planlama Daire Başkanlığı, Ankara.
- Atak, E.** (2014). Kayıp Mekan Atatürk Orman Çiftliği. *Mülkiye Dergisi*, 32 (261), 213-232
- Ateşoğlu, A.** (2014). Remote sensing and GIS applications for suitable afforestation area selection in Turkey. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 65(1): 53-59.
- Bhagat, V.** (2009). Use of Landsat ETM+ data for detection of potential areas for afforestation. *International Journal of Remote Sensing*, 30(10):2607-2617.
- Bunruamkaew, K., & Murayam, Y.** (2011). Site suitability evaluation for ecotourism using GIS & AHP: A case study of Surat Thani province, Thailand. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 21, 269-278.
- Çetin, M.** (2014). Ağaçlandırma Ve Erozyon Kontrolü Projelerinin Oluşturduğu Dışsallıkların Belirlenmesi: Balıkesir İli Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* (Yüksek Lisans Tezi), 140s, Isparta.
- Deniz, T., Ok, K.** (2015) Erozyon kontrolü çalışmalarında değer analizi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 66(1), 139-158.
- Erpul, G. vd.** (2013). Potansiyel Ağaçlandırma Sahaları Veritabanı ile Havza İzleme Sisteminin Geliştirilmesi Projesi. Y401-G500000 kod numaralı TÜBİTAK projesi, Ankara.
- Eslami, A, Hassani, M., Roshani M.** (2010). The Application of GIS in Selection of Suitable Species for Afforestation in Southern Forest of Caspian Sea. *Research Journal of Environmental Sciences* 4(3):223-236.
- Evren, R., Ülengin, F.** (1992). Yönetimde Çok Amaçlı Karar Verme, *İstanbul Teknik Üniversitesi yayını*, 248s, İstanbul.
- Gönensin, S.** (1992). Peyzaj Mimarları İçin Bazı Toprak Özelliklerinin Arazide Belirlenmesi ve Değerlendirilmesinin Pratik Esasları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 42(1-2),139-154.
- Gürkaynak, M.** (2014). Potansiyel Ağaçlandırma Sahalarının Önceliklerinin Belirlenmesinde CBS'nin Kullanılması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* (Yüksek Lisans Tezi), 45s, Kahramanmaraş.

- Hossain, S., Lın, C.K. and Hussain, M.Z.** (2003). Remote Sensing and GIS Applications for Suitable Mangrove Afforestation Area Selection in the Coastal Zone of Bangladesh, *Journal Geocarto International*, 18, 61-65.
- Karabiçak, Ç.** (2016). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Ve Karayolu Şantiye Yeri Seçimine İlişkin Bir Uygulama. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(3), 106-121.
- Kocatürk, S. Ö.** (2017). Orman Köyleri Ve Orman Sanayi İlişkisi: 2007 – 2013 Yılları Bölgesel Ekonomik Performans Ölçümü. *İ.T.Ü Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı* (Yüksek lisans Tezi), 203s, İstanbul.
- Koramaz, T. K. vd.** (2014). Şehir Planlamada Analiz ve Değerlendirme Teknikleri. *Literatür Yayıncılık - Akademik Kitaplar*, 196s, İstanbul.
- Kutlu, B.S., Abalı Y. A., Eren T.** (2012). Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle Seçmeli Ders Seçimi. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2 (2), 5 - 25.
- Mahdavi, A., Ghasemi M., Jafarzadeh A.** (2017). Determination of suitable areas for reforestation and afforestation with indigenous species. *International Journal of Environmental Sciens*, 15 (1), 29-46.
- Min, H.** (1994). Location analysis of international consolidation terminals using the analytic hierarchy process. *Journal of Business Logistics*, 15(2), 25.
- Moeinaddini, M., Khorasani, N., Danehkar, A., & Darvishsefat, A. A.** (2010). Siting MSW landfill using weighted linear combination and analytical hierarchy process (AHP) methodology in GIS environment (case study: Karaj). *Waste management*, 30(5), 912-920.
- Örücü, Ö. K.** (2014). Kent Ormanı Yönetim Planı, Isparta Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* (Doktora Tezi), 274s, Isparta.
- Saatçioğlu, F.** (1968). Yabancı memleketler, özellikle ispanya ve Britanya'daki hidrolojik ve endüstriyel ağaçlandırma çalışmaları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, B-18(1), 53-70.
- Saaty, T. L.** (1980). *The Analytical Hierarchy Process*, Mc Grow-Hill Company, New York.
- Saaty, T. L.** (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European journal of operational research*, 48(1), 9-26.
- Saaty, T. L.** (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-98.
- Tavşanoğlu, F.** (1974). Sel Yataklarının Tahkimi (Dağlık Arazi Dere Havzalarında Sel Kontrolü). *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 1972, O.F. Yayın No: 141, İstanbul*
- Ünlü, T.** (2014). Mimarları etkileyen Demotivasyon Kriterlerinin Analitik Hiyerarşi Proses(AHP) Ve Analitik Ağ Prosesi(ANP) İle Ağırlıklandırılması. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* (Yüksek Lisans Tezi), 62s, Ankara.
- Van Loi, N.** (2008). Use Of Gis Modelling In Assessment Of Forestry Land's Potential In Thua Thien Hue Province Of Central Vietnam. *International Journal of Remote Sensing*, 30 (10), 2607-2617.
- Yaralıoğlu, K.** (2001). Performans değerlendirmede analitik hiyerarşi proses. *D.E.Ü.İ.İ.B.F Dergisi*, 16 (1), 129-142.

Url-1<<https://data.worldbank.org>>, alındığı tarih: 5.12.2018.

Url-2<<https://www.ntv.com.tr/galeri/dunya/amazona-dev-agaclandirma-projesi-yuzde-20si-yokoldu,yBocrUua3E6OJUOh0gIzIg/KCN1qziR6kuKq0fOlgU5jA>>, alındığı tarih: 13.01.2019.

- Url-3**<<https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/T%C3%BCrkiye%20Orman%20Varl%C4%B1%C4%9F%C4%B1-2016-2017.pdf>>, alındığı tarih: 5.12.2018.
- Url-4** <<https://www.ogm.gov.tr/Lists/AgaclandirilanAlan/AllItems.aspx> >, alındığı tarih: 10.9.2018.
- Url-5** <<http://www.sivas.gov.tr/ilimiz-hakkinda-genel-bilgiler>>, alındığı tarih: 30.8.2018.
- Url-6**<<https://www.ogm.gov.tr/Sayfalar/Ormanlarimiz/Illere-Gore-OrmanVarligi.aspx>> alındığı tarih: 5.9.2018.
- Url-7**< <http://www.cem.gov.tr/erozyon/Files/moduller/erozyon/Kurak%20ve%20Yar%C4%B1kurak%20Alanlarda%20A%C4%9Fa%C3%A7land%C4%B1rma%20ve%20Erozyon%20Rehberi%20son.pdf>>, alındığı tarih: 12.09.2018.
- Url-8**< <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/Orman%C4%B1n%20Faydalar%C4%B1.pdf> > alındığı tarih: 5.9.2018.
- Url-9**< http://www.cem.gov.tr/erozyon/AnaSayfa/etut_proje/Genel_Bilgi_etut_proje/toprak_profili_ve_ozellikleri.aspx?sflang=tr >, alındığı tarih: 05.01.2019.
- Url-10**<<https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Sunumlar/A%C4%9Fa%C3%A7land%C4%B1rma%20Et%C3%BCt%20ve%20Proje%20%C5%9Eubesi.pdf>>, alındığı tarih: 07.01.2019.

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel bilgiler

Adı Soyadı	Muhammed Kürşad MUĞLA
Doğum Yeri ve Tarihi	Sivas, 08.05.1992
Medeni Hali	Bekar
Yabancı Dil	İngilizce
E-posta Adresi	mkursadmugla@gmail.com

Eğitim ve Akademik Durumu

Lise	Cumhuriyet Anadolu Lisesi, 2010
Lisans	Cumhuriyet Üniversitesi, 2016
Yüksek Lisans	Cumhuriyet Üniversitesi, 2019

İş Tecrübesi

Asat Ormancılık	Harita Mühendisi, 2016
-----------------	------------------------

Kongreler ve Bildiriler

Uluslararası	1. MUĞLA MUHAMMED KÜRŞAD, TÜRK TARİK (2018). International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (ICAFOF) (Özet bildiri)
--------------	--