

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

**SİVAS İLİ MERKEZ ORTA ÖLÇEKLİ YERLEŞİME  
UYGUNLUK PLANLARININ CBS TABANLI ANALİTİK  
HİYERARŞİ SÜRECİ (AHS) KULLANILARAK  
HAZIRLANMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Şeyma CEYLAN  
(2012FEY028)**

**Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Işık YILMAZ**

**SİVAS  
OCAK 2015**

**ŞEYMA CEYLAN**'ın hazırladığı ve “**Sivas İli Merkez Orta Ölçekli Yerleşime Uygunluk Planlarının CBS Tabanlı Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Kullanılarak Hazırlanması**” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Tez Danışmanı :**       **Prof. Dr. Işık YILMAZ** .....  
Cumhuriyet Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :**       **Doç. Dr. Kemal Özgür HASTAOĞLU** .....  
Cumhuriyet Üniversitesi

**Yrd.Doç.Dr. Can Bülent KARAKUŞ** .....  
Cumhuriyet Üniversitesi

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

**Prof. Dr. Mustafa DEĞİRMENCİ**  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Bu tez, 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, Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP) Komisyonu tarafından M-543 Nolu proje kapsamında desteklenmiştir.*

Bütün hakları saklıdır.  
Kaynak göstermek koşuluyla alıntı ve gönderme yapılabilir.

© Şeyma CEYLAN, 2015

## ETİK

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.

26/01/2015

Şeyma CEYLAN

## **KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR**

Bilgi ve deneyimlerinden sürekli yararlandığım, tezin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Işık YILMAZ'a çok teşekkür ederim.

Bu tez çalışması süresince bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren Cumhuriyet Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Can Bülent KARAKUŞ'a;

Bu tezin arazi çalışmalarıyla ilgili olarak gerektiğinde desteklerini gördüğüm Jeo.Yük.Müh. Mustafa YILDIRIM (C.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü) ve Arş.Gör. Derya TOKSÖZ (C.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü)'e ve her aşamada beni yürekten destekleyen aileme özellikle ağabeyim Rıdvan CEYLAN' a ve Jeoloji Müh. Mehmet DEMİREL' e ;

Ayrıca, Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'na da tezimizi M-543 numaralı proje olarak verdikleri destek nedeniyle teşekkür ederim.

## ÖZET

### SİVAS İLİ MERKEZ ORTA ÖLÇEKLİ YERLEŞİME UYGUNLUK PLANLARININ CBS TABANLI ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ (AHS) KULLANILARAK HAZIRLANMASI

ŞEYMA CEYLAN

Yüksek Lisans Tezi

Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof.Dr. Işık YILMAZ

2015, 60+xi sayfa

Afet yönetimi kapsamında ilgili parametrelerin dikkate alınmasıyla oluşturulacak şehir planlaması modelleri, olası afetler sırasında ve sonrasında potansiyel zararların en aza indirilmesi bakımından çok büyük önem taşımaktadır. Özellikle son 10-15 yılda Coğrafi Bilgi Sistemleri, Uzaktan Algılama, bilgisayar ve yazılım teknolojilerindeki büyük gelişme söz konusu modellerin üretimini daha da kolaylaştırmakta ve hızlandırmaktadır. Ancak bu modellerin sadece teknoloji kullanımı ile doğrulukla elde edilmesi uzman görüşü olmadan hemen hemen olanaksızdır. Bu tez çalışması kapsamında; Sivas ili için CBS tabanlı olmak üzere orta ölçekte gelecek için gerekli altlığı oluşturacak yerleşime uygunluk modellerinin harita olarak elde edilmesi amaçlanmaktadır. Tez çalışması sonunda elde edilen modeller Afet Bilgi Sistemi düzeyinde temel bileşen olarak, şehir bölge plancılarına, afet öncesinde yapılan planlama kapsamında, konut alanlarının yer seçiminde çok önemli bir yol gösterici olacaktır. Bundan başka bu modeller afet sonrasında da sorgulama ve analiz yeteneği sayesinde Acil Eylem Planlarının oluşturulmasına ve oluşturulan planların gerektiğinde hızlı ve etkin bir şekilde uygulanmasına yardımcı olacaktır. Bu tez çalışması için seçilen Sivas ili; heyelan, zayıf zemin koşullarına ilişkin yenilmeler, jips karstına bağlı potansiyel çökmeler, taşkınlar, kaya düşmesi olayları ve aktif fay zonlarına olan yakınlığı bakımından da depremler gibi doğal afetlerden etkilenme potansiyeline sahiptir. Çalışmalar kapsamında Afet Bilgi Sistemi oluşturma sürecinin afet öncesi evresi ve bölge planlarına altlık oluşturacak şekilde yerleşime uygunluk analiz ve sentezleri yapılmış, bölgesel gelişme yönleri belirlenmiştir. Söz konusu modellerin oluşturulmasında, karar destek sistemleri içerisinde yer alan uzman görüşüne dayalı Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Sivas, şehir planı, yerleşime uygunluk planı, Analitik Hiyerarşi Süreci, CBS.

## **ABSTRACT**

### **PREPARATION OF GIS-BASED MEDIUM-SCALE SETTLEMENT SUITABILITY PLANS OF SIVAS CITY PROVINCE BY USING ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS**

**Şeyma CEYLAN**

**Master of Science Thesis**

**Geological Engineering Department**

**Supervisor: Prof.Dr. Işık YILMAZ**

**2015, 60+xi page**

In the content of disaster management, urban planning models to be created taking into account the relevant parameters, during and after disasters, is very important in terms of minimizing the potential losses. Especially in the last 10-15 years, development in the Geographic Information Systems, remote sensing, computer and software technologies simplifies and accelerates the production of the models. Accuracy of these models, however, obtaining of models by use of technology only is almost impossible without and expert opinion. In scope of this thesis; construction of GIS-based medium-scale map models of settlement suitability plans which will create the necessary base map of Sivas city for the future was aimed. As main component of Disaster Information System, the models was obtained at the end of this thesis which will be an important guide to urban and regional planners for disaster within the scope of the planning ahead and selection of the residential areas. Furthermore, questioning and analysis capabilities of these models in the aftermath of a disaster will help to creation of Emergency Action Plans and implementation of these plans quickly and effectively when necessary. Sivas province has a potential by means of landslides, failures in poor foundation conditions, potential collapses depending on gypsum karst, floods, rock fall events, and in terms of its proximity to an active fault zones has the potential to be affected by natural disasters such as earthquakes. In the content of the thesis studies, as a basement of the construction of the Disaster Information System process and urban plans, suitability for settlement were analysed and synthesised, and city development directions were determined. In the creation of these models, the Analytic Hierarchy Process (AHP) which is a type of decision support systems and based on expert opinion was used.

**Key Words:** Sivas, urban plan, settlement suitability plans, Analytical Hierarchy Process, GIS.

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	vi
<b>ÖZET</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	x
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	xi
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
1.1 Çalışmanın Amacı ve Önemi .....	2
1.2 Çalışma Alanı .....	3
1.2.1 Çalışma alanının konumu .....	3
1.2.2 İklim ve topografya .....	3
1.2.3 Nüfus ve ekonomi .....	5
1.2.4 Sanayi .....	7
1.2.5 Tarım .....	7
1.3 Önceki Çalışmalar .....	9
<b>2. VERİ TABANI</b> .....	15
2.1 Topoğrafya .....	15
2.1.1 Yükseklik .....	15
2.1.2 Eğim .....	17
2.1.3 Bakı .....	19
2.2 Toprak Yapısı .....	20
2.2.1 Arazi kullanım kabiliyet sınıfları (AKK) .....	20
2.2.2 Erozyon durumu .....	23
2.3 Jeolojik ve Hidrojeolojik Özellikler .....	24
2.3.1 Litoloji .....	24
2.3.2 Hidrojeoloji ve su kaynakları .....	25
2.4 Arazi Kullanımı .....	26
<b>3. YÖNTEM</b> .....	27
3.1 Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Yöntemi .....	27
<b>4. YERLEŞİME UYGUNLUK MODELİNİN OLUŞTURULMASI</b> .....	36
4.1 Model Üretimi Verilerinin Yeniden Sınıflandırılması .....	36
4.2 Analitik Hiyerarşi Süreci ile Modelin Oluşturulması .....	47
<b>5. SONUÇLAR</b> .....	54
<b>6. TARTIŞMALAR</b> .....	56
<b>KAYNAKLAR</b> .....	57
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	60

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Şekil 1.1</b> Çalışma alanına ait yer bulduru haritası ve pafta indeksi.....	4
<b>Şekil 1.2</b> Sivas il arazi dağılımı.....	8
<b>Şekil 2.1</b> Çalışma alanına ait sayısal yükseklik modeli.....	16
<b>Şekil 2.2</b> Çalışma alanına ait eğim haritası.....	18
<b>Şekil 2.3</b> Çalışma alanına ait bakı haritası.....	19
<b>Şekil 2.4</b> Çalışma alanına ait arazi kullanım kabiliyet sınıfları haritası.....	22
<b>Şekil 2.5</b> Çalışma alanına ait erozyon haritası.....	23
<b>Şekil 2.6</b> Çalışma alanına ait litoloji birimleri haritası.....	24
<b>Şekil 2.7</b> Çalışma alanına ait hidrojeoloji ve su kaynakları haritası.....	25
<b>Şekil 2.8</b> Çalışma alanına ait arazi kullanım haritası.....	26
<b>Şekil 3.1</b> Tezde kullanılan yöntemle ilişkin iş akışı.....	28
<b>Şekil 4.1</b> Modelleme için yeniden sınıflandırılmış yükseklik verisi.....	38
<b>Şekil 4.2</b> Modelleme için yeniden sınıflandırılmış eğim verisi.....	39
<b>Şekil 4.3</b> Modelleme için yeniden sınıflandırılmış bakı verisi.....	40
<b>Şekil 4.4</b> Modelleme için yeniden sınıflandırılmış AKK verisi.....	41
<b>Şekil 4.5</b> Modelleme için yeniden sınıflandırılmış erozyon verisi.....	42
<b>Şekil 4.6</b> Modelleme için yeniden sınıflandırılmış litoloji verisi.....	43
<b>Şekil 4.7</b> Modelleme için yeniden sınıflandırılmış arazi kullanım verisi.....	44
<b>Şekil 4.8</b> Modelleme için yeniden sınıflandırılmış hidrojeoloji ve su kaynakları verisi.....	46
<b>Şekil 4.9</b> Tezde elde edilen haritanın oluşturulmasındaki temel mantık.....	48
<b>Şekil 4.10</b> Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılarak üretilmiş CBS tabanlı Sivas ili merkez orta ölçekli yerleşime uygunluk planı (sınıflanmamış).....	52
<b>Şekil 4.11</b> Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılarak üretilmiş CBS tabanlı Sivas ili merkez orta ölçekli yerleşime uygunluk planı (sınıflanmış).....	53

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
<b>Çizelge 1.1</b> Sivas iline ait sıcaklık ve yağış değerleri (Url-1).....	5
<b>Çizelge 1.2</b> İl ve ilçe merkezleri ile belde ve köyler nüfusu (TÜİK, 2013).....	6
<b>Çizelge 1.3</b> Organize Sanayi Bölgesi sektör dağılımları (Url-3).....	7
<b>Çizelge 2.1</b> Kritik şev değerleri (Cooke ve Doornkamp, 1990).....	17
<b>Çizelge 3.1</b> Analitik hiyerarşi süreci değerlendirme ölçeği (Saaty, 1977).....	29
<b>Çizelge 3.2</b> Rastgele Değer İndeksi Tablosu (Macharis, ve diğ., 2004).....	34
<b>Çizelge 4.1</b> Faktörler ve alt faktörlere ait değerler.....	37
<b>Çizelge 4.2</b> Çalışma alanına ait modellerde kullanılan faktörlere ait Karşılaştırma Matrisi.....	48
<b>Çizelge 4.3</b> Karşılaştırma matrisine ait normalize edilmiş matris hesabı.....	49
<b>Çizelge 4.4</b> Karşılaştırma matrisine ait normalize edilmiş matris değerleri.....	49

## 1. GİRİŞ

Günümüzde hızlı kentleşme ve artan nüfusa bağlı olarak doğal çevre ile uyumlu olmayan, plansız büyüme, doğanın tahrip edilmesi, insan ve doğa kaynaklı tehlikeler büyük çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Düzensiz kentleşme ile birlikte doğal kaynakların yanlış kullanımı, doğal afetler, değişen arazi kullanımı ve artan nüfus sonucu mevcut yerleşim alanlarının afet bölgelerine doğru genişlemesinden dolayı özellikle hızlı kentleşme karşısında kent gelişiminin sağlıklı sürdürülebilmesi ise planlamanın önemini ortaya çıkarmaktadır.

Ülkemizin 1970 ve 1980'li yıllarda yaşadığı gibi nüfusun hızla artması, kentsel alanlara göçlerin artarak devam etmesi ve bu sebeple kent çeperlerindeki mevcut arazilerin kentsel alanlara katılmasıyla birlikte planlama süreci bakımından farklı beklentiler oluşturmaktadır. Bu süreçte ağırlıklı olarak kentin hangi yönlerde gelişmesi gerektiğini, nasıl gelişeceğini, arazi kullanım bakımından yeni gelişme alanlarındaki dağılımlarının nasıl olacağı üzerinde analiz ve çalışmalar yapılacaktır. Oysa, kentsel büyümesi belirli bir doygunluğa ulaşmış bölgelerde ise mevcut durumu geliştirmek bazı sağlıksız alanlarda kentsel dönüşümü sağlamak, mevcut konut alanları, doğal ve tarihi eserlerin korunması ve doğal afetlere karşı önlemlerin alınması ve güçlendirilmesi ise her döneme ait farklılık gösterebilen planlama yaklaşımlarını gerektirmektedir (Ersoy, 2012). Ülkemizde kentsel gelişim, geçmişten günümüze daha çok jeolojik ve jeoteknik çevre koşullarının göz ardı edilmesiyle sağlanmıştır. Kent planlama sürecinde sadece arazi kullanım kararlarını gözetilen bir yaklaşım yerine doğal afet tehlikelerini de göz önünde bulunduran, risk azaltma ve önlemleri de içeren jeolojik ve jeoteknik durumların çok iyi analiz edildiği bir planlama yaklaşımı gerekmektedir.

Planlama, belirli bir hedef doğrultusunda izlenecek yol ve geleceğe yönelik öngörülerde bulunarak karar verme olarak tanımlanabilir. Geniş bir çerçeveye sahip olan planlama sürecinde, kent planları ise toplumun ihtiyaçları göz önünde bulundurularak geniş kapsamlı ve ülkedeki sosyoekonomik, kültürel, tarihsel yapı, jeolojik yapı, nüfus ulaşım gibi birçok durumu değerlendirilerek yapılmalıdır.

Planlama çalışmalarında doğal ortam özelliklerini içeren yaklaşıma dayalı fiziksel planlama kapsamında kullanılan verilerin tümü fiziki mekana ait veri çeşitlerini içermekte olup, başta mekanın coğrafi, doğal ve kültürel özelliklerini kapsamaktadır. Çeşitli

amaçlar için yapılan fiziksel planlamadaki problemler için değerlendirilmeye alınan veri türlerinin çeşitliliği ve birbiriyle ilişkilendirmedeki zorluklardır (Turoğlu, 2005). Bu amaçla kullanılan birçok sayıdaki verinin, bir araya getirilip değerlendirilmesine olanak sağlayan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) çok önemli bir araçtır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte özellikle bilginin ve hızın önem kazandığı günümüzde, CBS; veri depolama, analiz yapma, sorgulama ve görselleştirme gibi birçok süreçte etkin olarak kullanılmaktadır. Belirli bir amaç doğrultusunda yeryüzüne ait bilgileri toplama, depolama, analiz ve görüntüleme gibi işlemlere olanak sağlayan ve donanım, yazılım, veri ve personelden oluşan bir sistemdir. 70'li yılların sonlarına doğru hızla gelişmeye başlayan CBS, özellikle konumsal analiz amacıyla dünya çapında değişik amaçlar için yaygın bir şekilde kullanılmaya devam etmektedir.

### **1.1 Çalışmanın Amacı ve Önemi**

Sivas ili; heyelan, erozyon, zayıf zemin koşullarına ilişkin yenilmeler, jips karstına bağlı potansiyel çökmeler, taşkınlar, kaya düşmesi olayları gibi doğal afetlerden etkilenme potansiyeline sahiptir. Bu tez çalışması ile Sivas il merkezi ve yakın çevresinin Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanlı olmak üzere, orta ölçekte gelecek için gerekli altlığı oluşturacak yerleşime uygunluk modellerinin harita olarak elde edilmesi amaçlanmıştır. Yerleşime uygunluk analizinde birçok faktör değerlendirilmektedir ancak her bir planlama kestiriminde ilgili kent veya bölgenin kendine özgü yapısı, dokusu, gelişim kaynakları dikkate alınarak yapılmalıdır. Yapılan bu çalışma ile Sivas kent merkezi ve yakın çevresini kapsayan topoğrafik yapı, litolojik birimler, arazi kullanım kabiliyet sınıfları, erozyon, su kaynakları, arazi kullanımına ait veriler kullanılarak analizler yapılmış yerleşim açısından uygun olan ve uygun olmayan alanlar belirlenmiştir. Bu süreçte Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılarak bu yöntemin yerleşilebilirlik analizi açısından kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu tez çalışması ile Sivas iline ait CBS katmanları oluşturularak analiz ve sorgulamalara olanak tanınması ve fazla sayıdaki verinin aynı anda, doğruluğunun yüksek olması ve hızlı bir şekilde değerlendirilmesi, zaman ve maliyet yönünden kazanç sağlanmasına neden olacaktır. Özellikle son 10-15 yılda Coğrafi Bilgi Sistemleri, bilgisayar ve yazılım teknolojilerindeki büyük gelişme söz konusu modellerin üretimini daha da kolaylaştırmakta ve hızlandırmaktadır. Ancak bu modellerin sadece teknoloji kullanımı ile doğrulukla elde edilmesi uzman görüşü olmadan hemen hemen olanaksızdır. Modellerin oluşturulmasıyla, Sivas ili için gelecekte gerekli altlığı oluşturacak olan

haritaların elde edilmesi ile özellikle plancılara, afet duyarlı planlama kapsamında yapılan yerleşime uygunluk analizlerinde ve konut alanlarının yer seçiminde de çok önemli bir yol gösterici olacaktır. Yerleşime uygunluk modelinin oluşturulması ile Sivas ilinin potansiyel ve uygun bölgesel gelişme yönleri belirlenecek ve kentsel planlama amaçlı çalışmalara altlık oluşturulacaktır.

## **1.2 Çalışma Alanı**

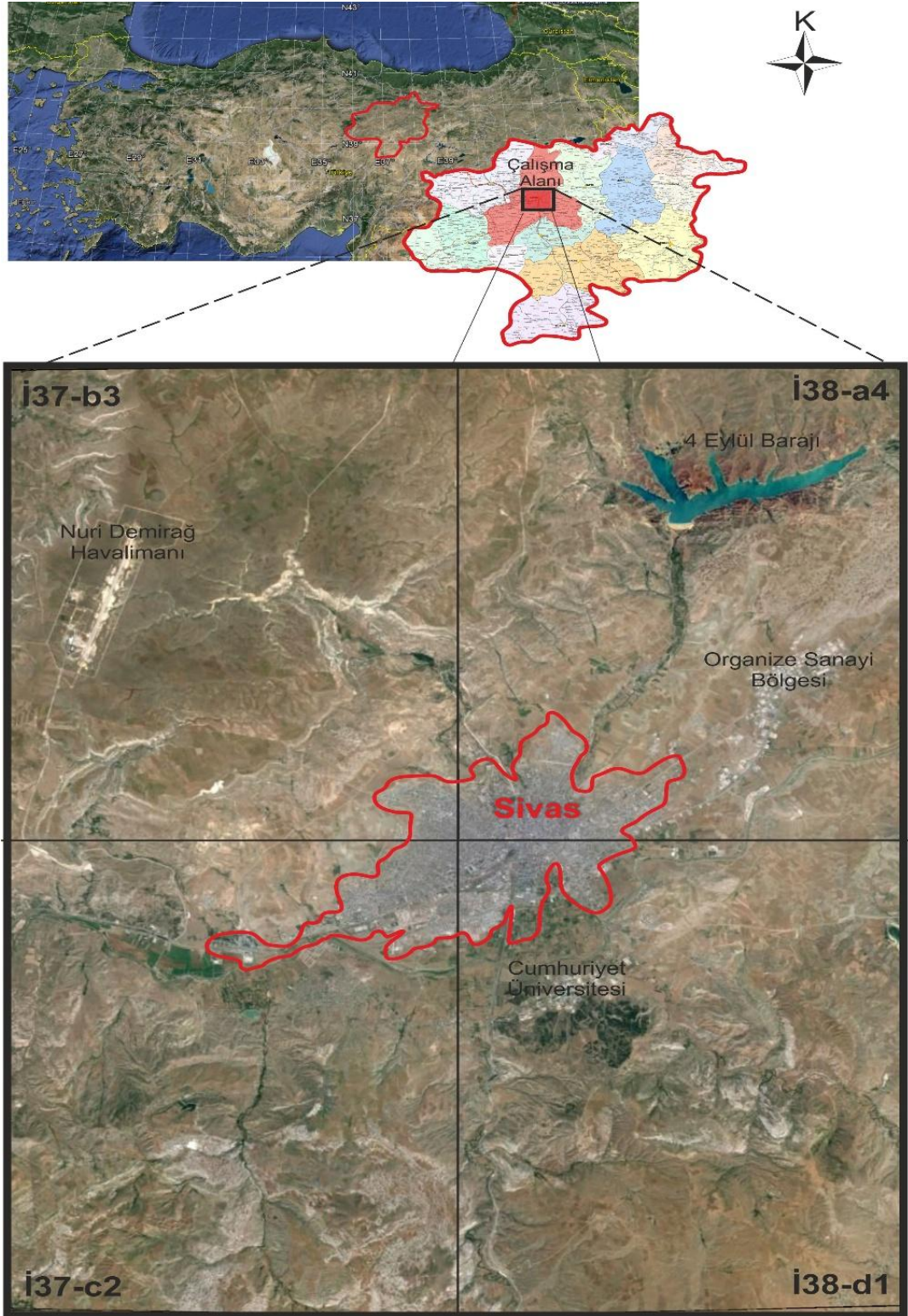
### **1.2.1 Çalışma alanının konumu**

Büyük bir çoğunluğu İç Anadolu bölgesinin Yukarı Kızılırmak bölümünde yer alan Sivas ilinin daha küçük kısımları ise Doğu Karadeniz Bölgesi ve Doğu Anadolu bölgesinde yer alır. 35°-50' ve 38°-14' doğu boylamları ile 38°-32' ve 40°-16' kuzey enlemleri arasında yer alan ve 28.488 km<sup>2</sup> lik yüzölçümü ile Türkiye'de toprak bakımından Konya'dan sonra 2. büyük ili olan Sivas önemli bir coğrafi konuma sahiptir. Kuzeyden Giresun, Ordu, Tokat, güneyden Malatya, Kahramanmaraş ve Kayseri, batıdan Yozgat ve doğudan Erzincan ile çevrilidir. Sivas ilinin Akıncılar, Altınyayla, Divriği, Doğanşar, Gemerek, Gölova, Gürün, Hafik, İmranlı, Kangal, Koyulhisar, Suşehri, Şarkışla, Ulaş, Yıldızeli ve Zara olmak üzere 16 tane ilçesi bulunmaktadır. Çalışma alanı ise 1/25.000 ölçekli i37-b3, i38-a4, i37-c2, i38-d1 paftalarını kapsamaktadır (Şekil 1.1).

### **1.2.2 İklim ve topoğrafya**

Tipik karasal iklim özelliklerini taşıyan Sivas ili genellikle kış ayları uzun, soğuk ve kar yağışlı geçerken yaz ayları ise sıcak ve kuraktır. Hem mevsimler arası hem de gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkı fazladır. Çizelge 1.1'de verilen sıcaklık dağılımı incelendiğinde ortalama en yüksek sıcaklığın Temmuz ayında 27.9° C ve Ağustos ayında ise 28.4° C olduğu gözlenmektedir. Ortalama en düşük sıcaklık -7.0° C ve -6.2° C ile Ocak ve Şubat aylarında ölçülmüştür. Yağış miktarları incelendiğinde ise, aylık dağılımlara bakılarak yağışın daha çok kış ve ilkbahar aylarında olduğu, yoğunlaşan yağışların ise özellikle Nisan ve Mayıs aylarında daha yüksek olduğu görülmektedir.

Sivas ili topoğrafik durumu ise, ülkenin genel topoğrafik durumuna paralellik göstererek batıdan doğuya doğru yükselen ve dikleşen bir yapıya sahip olmakla birlikte genel anlamda engebeli bir yapıya sahiptir ve deniz seviyesinden ortalama 1000-1500 m yükseklikindedir (Sivas Valiliği, 2011).



Şekil 1.1 Çalışma alanına ait yer bulduru haritası ve pafta indeksi.

**Çizelge 1.1** Sivas iline ait sıcaklık ve yağış değerleri (Url-1)

AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1954 - 2013)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	-3.3	-2.0	3.1	9.1	13.6	17.2	20.2	20.1	16.1	10.8	4.7	-0.4
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	0.9	2.5	8.2	15.2	20.0	24.1	27.9	28.4	24.5	18.5	10.6	3.7
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-7.0	-6.2	-1.7	3.5	7.2	10.0	12.2	12.0	8.3	4.4	-0.2	-4.0
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2.3	3.3	4.5	6.1	8.2	10.5	12.1	11.4	9.4	6.4	4.1	2.3
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	13.0	12.4	13.6	14.2	14.3	8.7	2.6	2.1	4.4	7.8	9.4	12.3
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması(kg/m <sup>2</sup> )	42.3	39.5	45.6	60.4	59.3	34.6	8.6	5.8	16.7	32.6	40.4	45.7
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1954 - 2013)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	14.6	17.5	25.0	29.0	32.0	35.5	40.0	39.4	34.6	30.3	22.8	19.4
En Düşük Sıcaklık (°C)	-34.6	-29.6	-27.6	-10.9	-2.0	-0.3	3.6	3.2	-3.8	-8.1	-21.0	-27.0

### 1.2.3 Nüfus ve ekonomi

Sivas iline ait 2013 yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) sonuçlarına göre, nüfusun 623.824 olduğu görülmektedir. Bu nüfusun yaklaşık % 70'i il ve ilçe merkezlerinde, yaklaşık %30'u ise belde ve köylerde yaşamaktadır. Sivas ilindeki şehirleşme oranı ise % 65.96 olarak hesaplanmıştır ve Türkiye ortalamasının altında bir şehirleşme oranı seyretmektedir.

Bölgesel düzeyde ayrıntılı veriye ve istatistiki bilgiye duyulan ihtiyaçla birlikte, üretilen istatistiki verilerin iyileştirilmesi, bölgesel politikaların belirlenmesi, bölgeler arası eşitsizliğin giderilmesi ve istatikselsel anlamda veri tabanının oluşturulması amacıyla ülke genelinde İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflaması (İBBS) tanımlanmıştır.

Bu sınıflamada iller 3 düzey olarak tanımlanmaktadır. TR72 bölgesi olarak adlandırılan 2. düzeyde ise Kayseri, Sivas ve Yozgat illeri yer almaktadır (DPT, 2010). 2. düzeyde

yer alan Sivas iline ve TR72 bölgesine ait nüfus verileri aşağıdaki tabloda verilerek Sivas nüfus durumunun ülkemize oranla ne durumda olduğu incelenmiştir. 2013 yılı verilerine bakıldığında Türkiye’de il ve ilçe merkezleri nüfusunun, toplam nüfus içindeki oranı % 91,3 iken Sivas bu oran %70,5 olduğu gözlenmektedir. Sivas, Kayseri ve Yozgat illerini kapsayan TR72 bölgesinde yıllar içinde nüfus artışı gözlenirse de Türkiye nüfus artış oranına göre düşük seyrettiği ve Sivas ilinin aldığı göç miktarının çok düşük olmasına rağmen verdiği göç miktarının daha yüksek olduğu gözlenmektedir (Çizelge 1.2).

**Çizelge 1.2** İl ve ilçe merkezleri ile belde ve köyler nüfusu (TÜİK, 2013)

		Nüfus			İl ve ilçe merkezleri, belde ve köyler nüfusunun toplam nüfus içindeki oranı (%)	
		Toplam	İl ve İlçe Merkezleri	Belde ve Köyler	İl ve İlçe Merkezleri	Belde ve Köyler
TR Türkiye	2011	74724269	57 385 706	17 338 563	76,8	23,2
	2012	75627384	58 448 431	17 178 953	77,3	22,7
	2013	76667864	70 034 413	6 633 451	91,3	8,7
TR72 Kayseri, Sivas, Yozgat	2011	2348101	1 785 266	562 835	76,0	24,0
	2012	2351714	1 810 909	540 805	77,0	23,0
	2013	2363390	1 999 389	364 001	84,6	15,4
TR722 Sivas	2011	627056	425 297	201 759	67,8	32,2
	2012	623535	428 426	195 109	68,7	31,3
	2013	623824	439 564	184 260	70,5	29,5

Sivas kent ekonomisi incelendiğinde ise ticaretin sağlandığı ürünlerin başında canlı hayvan ve bitkisel ürünler gelmektedir. Bazı sanayi ve kimyasal ürünler genelde il dışından karşılanırken, diğer illere ise büyük ve küçükbaş hayvan, hububat, bazı işlenmemiş madenler satılmaktadır. Ayrıca bazı sanayi tesislerinde üretilen mobilya, tekstil ve makine parçaları yurt içi ve yurt dışına satılmaktadır. Sivas çevre illerinden özellikle Kayseri’nin sanayi ve ticarete gösterdiği gelişim nedeniyle Sivas’ın arka planda yer almasına özellikle kamuya ait olan bazı bölge müdürlüklerinin Sivas’tan alınarak çevre illere verilmesi de Sivas’ta mevcut ekonomik gelişimi etkilemektedir (Url-2).

#### 1.2.4 Sanayi

Sivas'ta sanayi sektörü Türkiye'nin gelişmiş bölgeleri arasında yer almamakla birlikte gelişim potansiyeline sahip olup, il ekonomisinde tarım ve madencilik üzerine odaklanmış sanayi sektörü önemli bir yer tutmaktadır. Sivas il genelinde tarım, hayvancılık ve bazı sanayi kolları önemli bir paya sahiptir. Sivas sanayi kuruluşlarının dağılımına bakıldığında daha çok küçük ve orta sanayi sitelerinden oluşmaktadır ve Organize Sanayi Bölgesinde ki mevcut sektör dağılımları Çizelge 1.3'de yer almaktadır. OSB il merkezinde I. ve II. Organize sanayi bölgesi (OSB), Gemerek ve Şarkışla ilçelerinde de OSB bulunmaktadır.

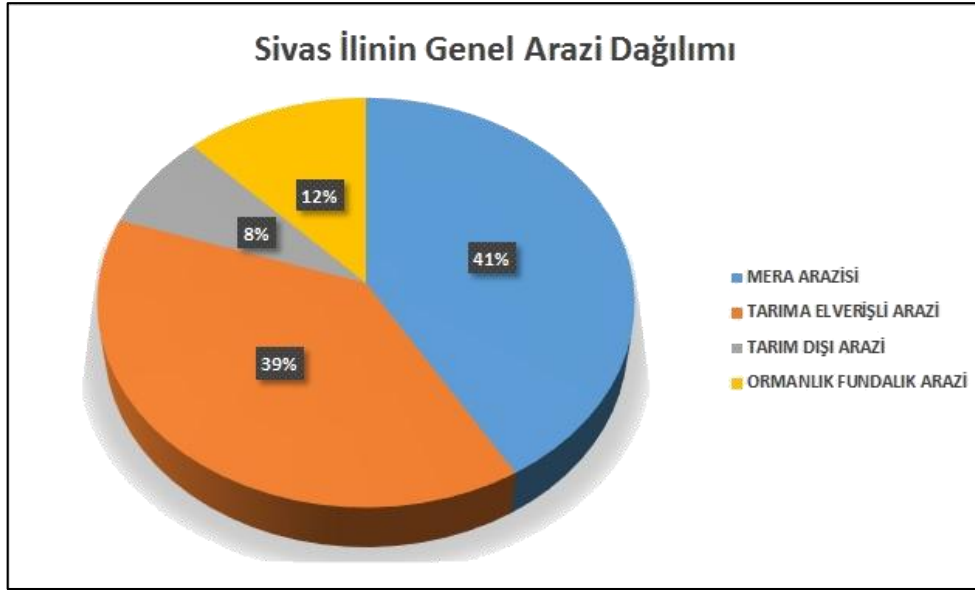
**Çizelge 1.3** Organize Sanayi Bölgesi sektör dağılımları (Url-3)

	<b>FİRMA SAYISI</b>	<b>%</b>
Gıda Ürünleri İmalatı	35	18.72
Giyim Eşyalarının İmalatı	18	9.63
Ağaç, Ağaç Ür. ve Mantar Ür. İmalatı	27	14.44
Kağıt ve Kağıt Ürünleri İmalatı	1	0.53
Kimyasalların ve Kimyasal Ür. İmalatı	6	3.21
Temel Eczacılık Ür. ve Eczacılığa İlişkin Malz. İmalatı	2	1.07
Kauçuk ve Plastik Ürünlerin İmalatı	22	11.76
Diğer Metalik Olmayan Mineral Ürünlerin İmalatı	15	8.02
Ana Metal Sanayi	2	1.07
Fabrikasyon Metal Ürünleri İmalatı	31	16.58
Diğer İmalatlar	28	14.97
<b>Toplam</b>	<b>187</b>	<b>100</b>

#### 1.2.5 Tarım

2010 yılı verileri incelediğinde, Sivas ili tarım arazisinin % 90.73'ü tarla alanı, binde 2.5'i meyvelik, binde 0.6'sı sebzelik ve % 8.96'lık alan ise çeşitli sebeplerden dolayı kullanılmamaktadır. Tarımsal üretimde toprak işleme anlamında ortaya çıkan en büyük eksikliklerden birisi nadas ve tarıma elverişli olduğu halde kullanılmayan tarım arazisidir. Kullanılmamasının sebebi ise sulama yetersizliği, tarımsal altyapının sağlanamaması ve ildeki verim ortalamalarının düşük olup, tarımsal maliyetin yüksek olması nedeniyle tarımsal üretime olan ilginin de zamanla azalması olarak sayılabilir (Sivas Valiliği, 2011). Sivas arazi dağılımı incelendiğinde toplam alanın %39'sının tarım, %41'inin çayır - mera, %12'sinin orman ve fundalık, %8'sinin de tarım dışı alanlardan oluştuğu görülmektedir (Şekil 1.2). Bitkisel üretim anlamında ise Sivas'ta ilk olarak tarla ürünleri akla

gelmektedir. Hububat, yem bitkileri, endüstri bitkileri, yemeklik baklagiller, yağlı tohumlar ve yumru bitki üretimi gerçekleştirilmektedir. Son dönemlerde İl Özel İdaresinin desteğiyle gerçekleştirilen sertifikalı meyve fidanı dağıtımı gibi bazı meyvecilik projelerinin gerçekleştirilmesi sonucu meyve alanında 2012 yılı itibariyle önemli gelişmeler sağlanmıştır (Url-4).



**Şekil 1.2** Sivas il arazi dağılımı.

Tarımla birlikte hayvancılığında önemli geçim kaynakları arasında yer alması nedeniyle arazi dağılımına bakıldığında çayır ve mera alanlarının fazla olması hayvancılık açısından önemlidir.

### 1.3 Önceki Çalışmalar

Literatür çalışması kapsamında ise araştırma konusuna ilişkin çalışmalar değerlendirilerek aşağıda verildiği gibi özetlenmiştir.

Banai-Kashani (1989), yerleşime uygunluğun belirlenmesinde uzman görüşüne bağlı değerlendirme yöntemlerinde ciddi bir eksiklik olduğunu vurgulamıştır. Yerleşime uygunluk analizi ve buna ilişkin faktörlerin göreceli önemini belirlemede Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ile karar verme sürecindeki yanılgıların belirlenip düzeltilebileceğini öne sürmüştür.

Dai ve diğ. (2001), “Kentsel Arazi Kullanım Planlaması için CBS Tabanlı Jeo-Çevresel Değerlendirme” isimli çalışmada, jeo-çevresel değerlendirme amacıyla arazi kullanım planlamasının önemli ölçüde konumsal bilgi gerektirdiğini ve bu konumsal bilgilerin CBS aracılığıyla değerlendirilmesinin önemli bir etken olduğunu vurgulamışlardır. Bu çalışma kapsamında arazi kullanım türlerine göre, yüksek binalar, çok katlı binalar, az katlı binalar, atık depolama ve doğal koruma şeklinde sınıflandırma yapmışlardır. Etki faktörleri olarak ise, topografya, ana kaya ve yüzey jeolojisi, yeraltı suyu koşulları, jeolojik tehlikeler gibi etkenleri göz önünde bulundurmışlardır. Değerlendirme sürecinde, çalışma alanıyla ilgili geçmişten günümüze önemli bir taşkın tehlikesi olmadığı belirtilerek taşkını değerlendirmeye almamışlardır. Her bir arazi kullanım türüne ilişkin ağırlıkların belirlenmesinin öncelikli bir durum olduğunu belirterek, bu ağırlıkların belirlenmesinde yer seçimi, uygunluk analizleri ve bölge planlama kapsamında önemli kullanım alanlarına sahip olan AHS sürecini kullanmışlardır. Faktörlere ait ağırlık değerleri AHS ile belirlenerek ağırlıklı doğrusal kombinasyon ile her bir faktöre ait ağırlıklar birleştirilmiştir. Faktörlere ilişkin ağırlıkların belirlenmesinin en önemli zorluklardan biri olduğunu vurgulamışlardır.

Marinoni (2004), artan nüfusla birlikte yeni arazilere ve kaynaklara talep sonucu arazi kullanım kararlarının zorlaştığını vurgulamıştır. Karar verme sürecinde tanımlanan kriterleri göreceli önemine göre ağırlıklandırmıştır. Değerlendirilecek kriter sayısının artmasıyla kriter ağırlık atamasının zor bir durum olduğunu belirten Marinoni, kriterlere ait ağırlık değerlerini CBS’ye entegre ederek AHS’nin arazi kullanım değerlendirmesinde etkin bir araç olduğunu belirtmiştir.

Aly ve diğ. (2005), “Mısır, Yeni Minia Kenti için Uygunluk Değerlendirmesi: Mühendislik Jeolojisine Yönelik Bir CBS Yaklaşımı” isimli çalışmada karstik koşullar

ve yapısal özellikler nedeniyle Yeni Minia Şehri'nin kentsel gelişim sürecinde çeşitli jeo-çevresel problemlerle karşı karşıya kalabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada, kentsel gelişim için uygun alanların belirlenmesinde CBS tabanlı yaklaşım kullanılarak yerleşime uygunluk haritasının oluşturulması amacıyla, arazi kullanımı, toprak türleri, karstik özellik dağılımı, çatlak yoğunlukları, eğim, büyük faylar ve akarsulara olan mesafe, yol ağı ve kent sınırlarını içeren ağırlıklı CBS modeli oluşturulmuştur. Model ağırlıkları ise AHS yaklaşımı kullanılarak oluşturulmuştur. Faktör haritaları üretilip her bir faktöre ait ağırlıklar bulunarak yerleşime uygunluk haritası üretilmiştir. Yerleşime uygunluk açısından CBS tabanlı değerlendirmelerin güvenilirliği ve potansiyel hataların önlenmesi için analizlerin hassas yapılması ve faktörlerin dikkatli seçilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Yılmaz (2005), Cehennemdere Vadisi örneğinde, arazi kullanımı uygunluk analizi yaparak orman, tarım ve mera sektörlerinin arazinin hangi bölgelerinde yer alması gerektiği konusunda bir arazi kullanım planlaması modeli geliştirmiştir. Her bir sektör ve alt sektöre ilişkin arazi uygunluk değerlendirmelerine yol gösterecek bir karar verme modeli geliştirmek ve bu modeli çok kriterli arazi uygunluk değerlendirmesi tekniklerinden birisi olan Doğrusal Kombinasyon ve Analitik Hiyerarşi Süreci tekniği kullanarak optimal arazi kullanım haritaları üreterek " Arazi Uygunluklarına Dayalı Arazi Kullanım Tahsisi " çözümlerini gerçekleştirmiştir.

Çabuk (2006), Stratejik çevresel değerlendirme kapsamında, Eskişehir kent merkezini içine alan çalışma alanı sınırları içinde, son zamanlarda gündemde olan toplu konutlar için uygun alanların belirlenmesi ve mevcut toplu konut alanlarının değerlendirilmesi amacıyla CBS ve Uzaktan Algılama (UA) yöntemlerini kullanmıştır. UA verilerinin toplu konut alanlarındaki görselleştirmelerde önemli bir araç olduğunu belirtmiştir ve CBS'nin önemli özelliklerinden biri olan harita çakıştırma tekniğini toplu konutlar için en uygun yerin seçiminde kullanmıştır.

Reis ve diğ. (2008), "Sürdürülebilir Yerleşim Alanlarının Coğrafi Bilgi Sistemi ile Belirlenmesi: Rize İli Örneği" isimli çalışmada Rize ilinin sürdürülebilir yerleşim alanları, planlama sürecinin ana girdilerini oluşturan konumsal verilerin analiz ve sentezini sağlayan CBS desteğiyle belirlenmiştir. Bu konumsal veriler CBS analizleri için raster formata dönüştürülerek sürdürülebilir yerleşim alanlarının analizi için AHS yöntemi kullanılmıştır. Analize yönelik faktörler ise, jeoloji, eğim, bakı, bitki örtüsü,

akarsuya yakınlık ve arazi kullanım kabiliyet sınıflarıdır. Her bir faktör ve bunlara ait alt faktörlerin (ör., faktör; jeoloji, alt faktör ise; alüvyon, granit, dasit gibi) ağırlıkları ikili karşılaştırmalar matrisi sonucu belirlenmiştir. AHS yöntemi kullanılarak yerleşilebilir alanların büyüklükleri ve dağılımları belirlenerek ciddi doğal eşiklerin bulunduğu ilde yerleşme alanlarının tekrar gözden geçirilerek üst ölçek plan kararlarıyla örtüşen yer seçimi yapılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Karakuş (2009a), Sivas ve yakın çevresine ait arazi kullanımı ve çevre yönetimi planlamasına ilişkin yaptığı çalışmada Uzaktan Algılama (UA) ve CBS'yi kullanarak araştırma alanına ait yerleşim, çayır-mera, tarım ve orman alanları belirlenerek geleceğe yönelik arazi kullanım türleri belirlenmiştir. Araştırma alanının arazi kullanım değişimi izlenmiş ve çevre yönetimine ilişkin öneriler geliştirilmiştir.

Kavas (2009), “Analitik Hiyerarşik Süreç Yöntemiyle İzmir İlinin Heyelan Duyarlılığının Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı İncelenmesi” isimli çalışmasında, heyelan duyarlılık haritası için kullanılan litoloji, eğim, yağış, bakı, sıcaklık, topoğrafik nemlilik indeksi, akarsu güç indeksi, drenaj yoğunluğu, orman kapalılığı ve arazi kullanımı gibi haritaları CBS aracılığıyla oluşturmuştur. AHS yöntemi ile de bu faktörlerin ağırlık ve heyelan duyarlılık formüllerini belirlemiştir. Çalışma sonucunda az, orta, yüksek ve çok yüksek duyarlı heyelan bölgeleri belirlenerek, modelin üretilmesinde kullanılan verilerin daha büyük ölçekte ve güncel olmaları durumunda daha hassas sonuçlar elde edileceğini, yerleşim planlamalarında ve sorunların azaltılmasında önemli katkıları olabileceğini vurgulamıştır.

Akbulak (2010), Yukarı Kara Menderes Havzası'nın arazi kullanımı uygunluk analizi için Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Analitik Hiyerarşi Sürecini (AHS) birlikte kullanmıştır. Arazi kullanım türü olarak çayır-mera, orman ve tarım şeklinde değerlendirmeye alınarak, her bir arazi kullanım türü için uygunluğu belirleyen kriterlerin ağırlık puanları ve her bir arazi kullanım türünün öncelikleri AHS yöntemi ile belirlenerek CBS ortamında çakıştırılmıştır. Optimal Arazi Uygunluk Haritası elde edilmiş ve mevcut arazi kullanım haritası ile karşılaştırılarak çeşitli öngörülerde bulunmuştur. Arazi kullanımı uygunluk analizlerinde CBS ve AHS yöntemlerinin birlikte kullanımının iyi sonuçlar ortaya koyabilecek bir yöntem olduğunu vurgulamıştır.

Demiroğlu (2010), Sivas kenti mücavir alan sınırı dikkate alınarak yapılan bu çalışmada, kentin sahip olduğu doğal ve kültürel peyzaj özelliklerine ait verilerin sayısal ortama

aktarılmasıyla CBS temel katmanları oluşturularak peyzaj haritaları üretilmiştir. Daha sonra Ian McHarg'ın "Design with Nature" ve Kiemstedt'in "Planlamada Yardımcı Yöntem Olarak Kullanım Değer Analizi" yöntemlerinden yararlanılarak çalışmaya özgü matematiksel yöntem geliştirilerek ArcGIS 9.2 programına entegre edilmiştir. Sonuçta, çalışma alanı için üretilen en uygun alan kullanım haritası 1982 yılı nazım imar planıyla karşılaştırılarak çeşitli öneriler geliştirilmiştir.

Gazioğlu (2010), İstanbul örneğinde yerleşime uygun alanların belirlenmesi amacıyla sadece jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri göz önünde bulundurarak, CBS desteğiyle bir model oluşturmuştur. Bu çalışma için eğim, yükseklik, çalışma alanının jeolojik yapısı ve heyelan risk durum verilerini kullanarak su havzaları, orman alanları gibi bölgeleri sınıflamanın dışında tutmuştur. Bu modeli, yer bilimsel (Jeomorfoloji, Jeoloji, Jeofizik, Jeodezik vb.) ve geoteknik yöntemler kullanılarak daha önce hazırlanmış olan yerleşime uygunluk haritası verileri ile karşılaştırmış ve modelin geçerliliğini araştırmıştır. Temel jeolojik ve jeomorfolojik bilgilerin olduğu bütün yerleşim alanları için CBS analizlerinin önemini vurgulayarak, şehirleşmede yerleşime uygunluk haritaları açısından önemli öğeler olan orman alanları, su havzaları, tarihi alanlar vb. alanların da göz önünde bulundurulması gerektiğini belirtmiştir.

Tüdeş (2011), İngiltere'nin güney ucunda bulunan Portsmouth Kenti'nin en uygun arazi kullanım kararlarını etkileyen, kente özgü jeolojik eşikleri belirlemiştir. Coğrafi Bilgi Sistemi destekli, çok kriterli karar verme analizlerinden biri olan AHP yöntemini kullanarak çalışma alanının yüzey ve yeraltı jeolojisi, eğim, yükseklik, arazi kullanımı, taşkın alanları ve yer altı suyu taşıyan formasyonlar gibi kriterleri değerlendirerek, kentsel alan kullanımlarını ise yüksek bloklar, orta ve az katlı binalar, sanayi alanları, açık yeşil alanlar ve atık depolama alan kullanımları için analiz etmiştir.

Vasiljevic' ve diğ. (2011), yaptıkları çalışmada bölgesel atık depolama yer seçimi için nitel ve nicel faktörlerin birlikte değerlendirilmesinde güçlü bir araç olan Analitik Hiyerarşi Süreci ve CBS'yi kullanmışlardır. Çevresel, sosyal, tekno-ekonomik ve doğal jeolojik özellikler olmak üzere 4 ana faktör ve alt faktörlerle birlikte toplam 17 kriterin seçtiği çalışmada, Marinoni (2009) tarafından geliştirilen ArcGIS için AHP ext\_ahp.dll modülünün kullanılmasıyla faktör ağırlıkları hesaplanarak sonuç haritasını üretmişlerdir. Uygunluk haritası 5 sınıfa ayrılarak en uygun alanlar ve uygun olmayan alanlar belirlenmiştir.

Aydöner ve Maktav (2013), Kocaeli kentinin deprem açısından yerleşime uygunluk analizi için, afet yönetimi, tehlikelerin belirlenmesi ve zararların azaltılması konusunda önemli bir etken olan CBS ve Uzaktan Algılama (UA) teknolojilerini kullanarak Kocaeli kentinin deprem açısından yerleşime uygunluk analizini yapmışlardır. Arazi kullanım planlarının hazırlanmasında ülkemizde var olan deprem gerçeğinin göz ardı edildiğini ve deprem odaklı yerleşim yeri uygunluk analizlerinin yetersiz kaldığını vurgulamışlardır. Yerleşime uygunluk kapsamında jeoloji, fay ve deprem durumu, deformasyon durumu, arazi örtüsü ve toprak yapısı, sayısal yükseklik modeli, ana ulaşım ağı ve yerleşim durumunu değerlendirmişlerdir. Yerleşim analizi açısından önemli bir diğer faktör haritasının deprem sonucu oluşan yer kabuğu deformasyonları haritası ise SAR verileri ve SAR Interferometre (InSAR) tekniği kullanılarak oluşturmuşlardır. “Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi” ile ağırlıklar belirlenerek yerleşime uygunluk analizi yapmışlardır ve güncel uydu görüntülerinden üretilen bilgiler ışığında yorumlanan bu çalışmada bu yöntemin deprem başta olmak üzere heyelan, sel gibi diğer doğal afetlerde de kullanılarak planlama kapsamında yaygınlaştırılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Kayastha ve diğ. (2013), Batı Nepal Tinau havzası heyelan duyarlılık haritasının üretilmesi amacıyla AHS yöntemini kullanmışlardır. Literatür incelemeleri sonucu Nepal Himalaya’da heyelan duyarlılık ya da tehlike haritası üretilirken; uzman görüşüne dayalı bulgusal yaklaşımlar, analitik ağ süreci modeli, istatistiksel teknikler, bulanık mantık yaklaşımı ve yapay sinir ağı modelleri gibi çeşitli yaklaşımlar kullanılmıştır. Bu çalışmada ise AHS yöntemiyle, etki faktörü olarak; eğim yönü, eğim açısı, eğim şekli, bağıl rölyef, arazi kullanımı, jeoloji, fay hatlarına mesafe, antiklinal ve senklinallere uzaklık, akarsuya uzaklık ve yıllık yağışı içeren 11 faktörü değerlendirmişlerdir. Etki faktörlerine ait karşılaştırma matrisleri oluşturularak, her bir ağırlık değeri bulunmuş ve sonuç olarak heyelan duyarlılık indeks haritasını oluşturmuşlardır.

Kurnaz ve Ramazanoğlu (2014), yaptıkları çalışmada 1999 Marmara depreminde yaşanan büyük kayıpların ardından yerleşim alanlarının planlamalarında zemin açısından güvenli ve tehlikeli olan bölgelerin belirlenmesi ve doğal afetlerin de göz önünde bulundurulmasının önemini vurgulamışlardır. Yerleşime uygunluk analizi için CBS’yi kullanarak zemine ait SPT-N30 darbe sayıları, kayma dalgası hızları (Vs), yerel zemin sınıfları, taşıma gücü, zemin büyütme ve şev stabilitesi gibi durumları kullanarak yerleşime uygunluk değerlendirmesi yapmışlardır.

Liu ve diğ. (2014), arazi kullanım uygunluk analizlerinin çoğunlukla büyük kentlerin planlamasında kullanıldığını vurgulayan araştırmacılar, kentsel gelişim amacıyla uygun durum koşulları ve sınırlayıcı kriterleri göz önünde bulundurarak arazi kullanım uygunluk haritalaması yaklaşımını oluşturmuşlardır. Uygunluk haritasını oluşturmak için çok kriterli değerlendirme metodlarından İdeal Nokta Yöntemi ve Sıralandırılmış Ağırlıklı Ortalamayı kullanmışlardır. Önerilen yaklaşımın sağlamlığını incelemek için duyarlılık analiziyle kentsel gelişim için arazi kullanım uygunluk haritalaması oluşturulmuştur.

Ouma ve Tateishi (2014), büyüyen kentsel alanların taşkın riskinin tahmin edilebilmesi amacıyla CBS ve AHP sürecini kullanarak model üretilmesi için bir çalışma yapmışlardır. Taşkın risk haritası için alanın biyofiziksel veya sosyoekonomik faktörlerini içeren bu süreçte çok kriterli karar verme problemlerinin ortaya çıkması sonucu bu problemleri çözmek için boolean, sinir ağları ve evrimsel algoritma yaklaşımları da geliştirilmiştir ancak bu yaklaşımların uzman görüşüne dayalı tercihleri içeren iyi tanımlanmış bir yöntem anlamında eksik olduğu anlaşılmıştır. Bu dezavantajı gidermek için CBS ve etkin bir araç olan çok kriterli karar verme yöntemleriyle çözülebileceğini düşünmüşlerdir. Bu çalışmada taşkın etki faktörleri olarak ise yağış, yükseklik, eğim, drenaj ağı ve yoğunluğu, arazi kullanımı ve toprak türünü değerlendirmişlerdir.

Özşahin (2014), Tekirdağ ili deprem hasar risk analizi yapılmasının amaçlandığı bu çalışmada, CBS destekli Analitik Hiyerarşi Sürecini kullanmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan deprem hasar risk analizini etkileyen faktörleri, literatürün incelenmesiyle birlikte, litoloji, hidrojeoloji, yer şekilleri, eğim, akarsulara olan mesafe, fay hatlarına mesafe, deprem bölgeleri derecelendirmesi ve en büyük yer ivmesi katsayısı olarak belirlemiştir. Çalışmanın amacı doğrultusunda Analitik Hiyerarşi Sürecini, AHS Template yazılımını kullanarak uygulamıştır. Kriter ağırlıklarının elde edilmesi ve analizi sonucu deprem hasar risk haritasını elde etmiştir. Sonuç olarak Tekirdağ ilinin güçlü bir deprem hasar riski altında olduğunu ve il alanının yerleşim açısından kısmen uygun olduğunu belirtmiştir.

## **2. VERİ TABANI**

Bu bölümde, Sivas ili merkez orta ölçekli yerleşime uygunluk planlarının CBS tabanlı değerlendirildiği bu tez çalışmasında kullanılan veri ve ilgili veri tabanına ilişkin bilgiler verilmiştir.

Bu çalışmada Sivas kenti mücavir alan sınırları içerisinde yer alan çalışma alanını kapsayan topoğrafik yapı, litolojik birimler, toprak yapısı, hidro/jeolojik yapı ve arazi kullanımı verileri bu çalışmanın temel verilerini oluşturmuştur. Materyalin incelenmesinde ise literatür araştırması, inceleme alanına ilişkin yapılmış çalışmalar, uzman görüşleri ve mevcut haritalar gibi çeşitli veri kaynakları kullanılmıştır.

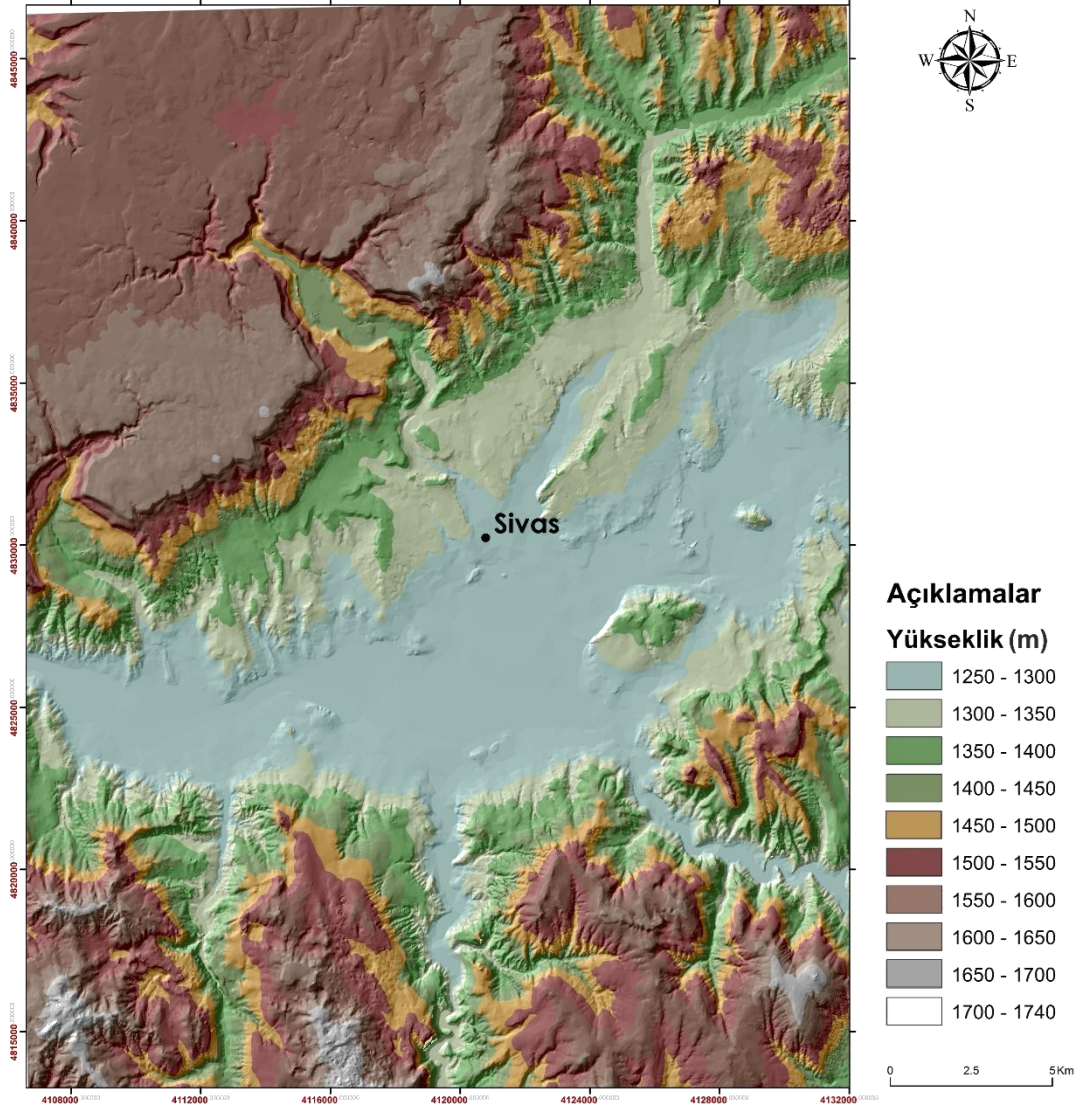
Araştırma alanına ait tematik haritaların elde edilebilmesi ve analizler için önemli bir CBS yazılımı olan ArcGIS 9.3.1 kullanılmıştır. AHS yöntemiyle yerleşime uygunluk analizi için ise Marinoni (2009) tarafından ArcGIS için geliştirilen ArcGIS ext\_ahp.dll modülü kullanılmıştır.

### **2.1 Topoğrafya**

Topoğrafik yapı, çalışma alanın eğim durumu ve yükseklik gibi özelliklerinin belirlenmesi açısından özellikle kent planlama sürecinde kullanılan önemli parametrelerden biridir. Çalışma alanına ilişkin 1/25.000 ölçekli topoğrafik veriler Harita Genel Komutanlığı tarafından üretilen sayısal yükseklik paftası kullanılarak elde edilmiştir. ArcGIS 9.3.1 (2009) programının 3D Analyst modülü ile çalışma alanının Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) oluşturulmuş ve çalışmanın ileriki aşamalarında yapılacak olan analizler için kullanılacak olan eğim, bakı ve yükseklik verileri üretilmiştir.

#### **2.1.1 Yükseklik**

Çalışma alanına ait sayısal yükseklik paftası kullanılarak, ArcGIS 9.3.1 programının 3D Analyst modülü ile çalışma alanının yükseklik haritası elde edilmiştir. Yükseklik grupları incelendiğinde özellikle Sivas kent merkezi ve yakın çevresinde 1250-1300 m yükseklik grubunun yoğunlaştığı görülmektedir. Çalışma alanının güney ve kuzeybatı bölgelerinde ise 1550 m'nin üzerine çıkan yükseklik değerleri gözlenmektedir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Çalışma alanına ait sayısal yükseklik modeli.

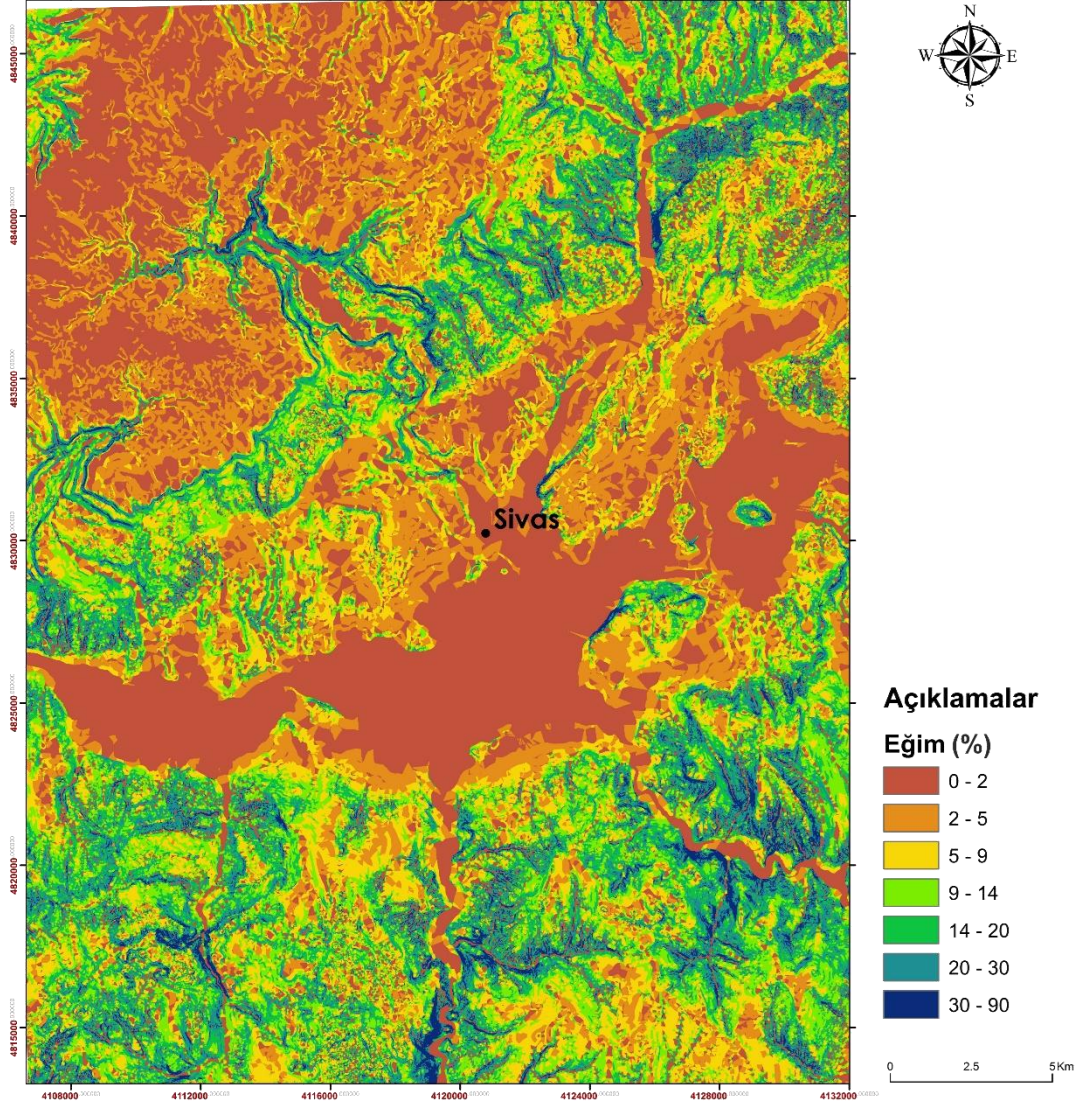
### 2.1.2 Eğim

Kent planlama sürecinde eğim analizleri şehir ve bölge plancıları tarafından yapılmasına karşın, eğim değerlendirmeleri jeolojik ve jeoteknik etüt raporlarında jeolojik ve hidrolojik durumlarla birlikte değerlendirildiğinde özellikle heyelan, kaya düşmesi gibi olası riskleri belirlemekle birlikte yerleşime uygunluk, ulaşım, sanayi gibi yer seçimleri durumunda da son derece önemli bir etkiye sahiptir. Eğim değerlerinin anlamını oraya koyabilmek için Cooke ve Doornkamp (1990) tarafından önerilen ve plan çalışmalarında da kullanılabilecek kritik şev eğimleri Çizelge 2.1’de gösterilmiştir (Karakuş, 2009b).

**Çizelge 2.1** Kritik şev değerleri (Cooke ve Doornkamp, 1990)

Eğim	Faaliyet şekli
% 1	Uluslararası havaalanı
% 2	Yerel havaalanları, ana ulaşım yolları ve demiryolları, hız sınırlamalı ağır araçlar
% 4	Şehirlerarası yollar, şehir içi ana yollar
% 5	Tarımsal ekme, biçme ve yerleşim alanları
% 8	Kentleşme; kent içi yollar, kamp ve piknik alanları
% 9	Demiryolu için azami eğim
% 10	Büyük ölçekte endüstriyel faaliyetler, ağır tarım makineleri
% 15	Standart tekerlekli traktörler
% 20	Toplu konut alanları
% 25	Rekreasyon alanları, Yürüyüş parkurları, Yükleme rampaları

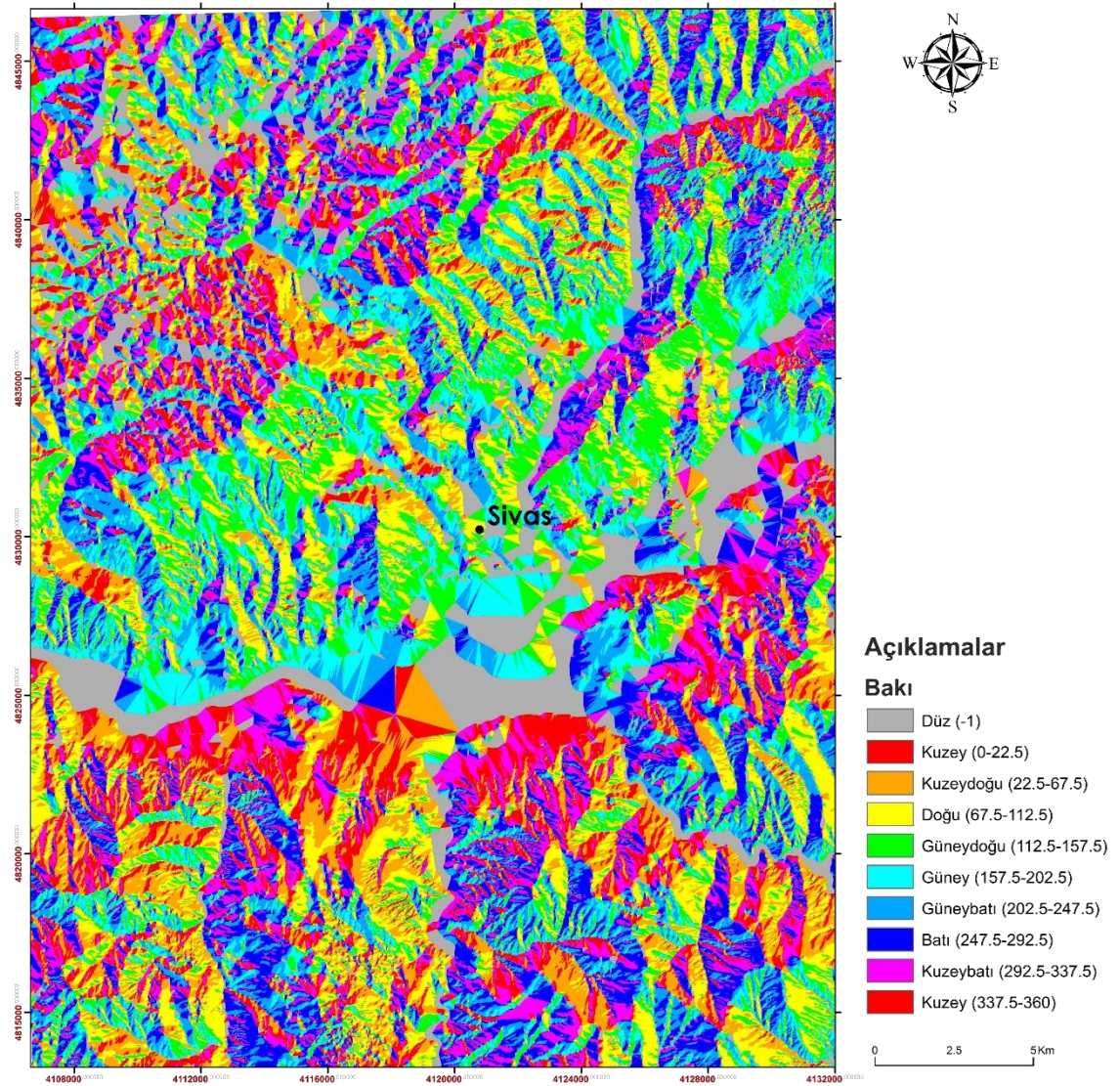
Çalışma alanına ilişkin eğim durumunun belirlenmesi için Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) yardımıyla eğim analizi yapılmıştır. Şekil 2.2’de çalışma alanına ait eğim haritası gösterilmektedir. Çalışma alanı incelendiğinde ise Sivas kent merkezinin çoğunlukla % 0-2 eğim grubunda yer aldığı gözlenirken, güney bölgesinde ise eğim grubunun %20 üzerine çıktığı gözlenmektedir.



Şekil 2.2 Çalışma alanına ait eğim haritası.

### 2.1.3 Bakı

Sayısal Yükseklik Modeli kullanılarak üretilen bakı haritaları, her bir raster hücresi için hesaplanarak o hücredeki yüzey normalinin kuzey ile yaptığı açı olarak hesaplanır. Bakı analizi için 0 dereceden başlanarak saat yönünde 360 derecelik açıyı tamamlayacak şekilde dilimlere bölünür. Her bir raster hücresi için hesaplanan bakı değeri o hücrenin eğim yüzeyinin hangi yöne baktığını gösterir (Susam ve Oğuz, 2006). Çalışma alanının bakı yönleri kuzey, kuzeydoğu, doğu, güneydoğu, güney, güneybatı, batı, kuzeybatı ve şeklinde gruplandırılmıştır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Çalışma alanına ait bakı haritası.

## **2.2 Toprak Yapısı**

Çalışma alanına ait toprak verileri, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM) tarafından hazırlanmış olan 1/25000 ölçekli sayısal toprak verilerinden oluşmaktadır. Aşağıda çalışma alanına ait toprak faktörüne ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

### **2.2.1 Arazi kullanım kabiliyet sınıfları (AKK):**

Topraklar tarım için önemli olduğu kadar sanayi ve kentleşme içinde bir o kadar önemlidir. Tarım arazilerinin tarım dışı kullanılması ya da tam tersi durumunda problemler yaratacağından dolayı arazi kullanımında amaç dışı kullanımı önlemek gerekmektedir. Araziler kullanım kabiliyetlerine göre 8 sınıfa ayrılmıştır.

Bu sınıflar, Yaşlıca (1986)'da verildiği gibi aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

#### **I. Sınıf Arazi**

Toprakları iyi drenaj ve su tutma kapasitesine sahip olan verimli tarım arazisidir. Bölgede yetişen bitkileri üretmeye uygun, ya da eğimi çok ya da düzdür. Çok az su ve rüzgar erozyonu gözlenebilen, tarımsal alan olarak korunmalı ve çok zorunlu olmadıkça tarım dışı kullanıma açılmamalıdır.

#### **II. Sınıf Arazi**

Her türlü bitkiyi üretmeye I. sınıf topraktan daha az elverişli ve hafif derecede eğimlidir. Tarımı kısıtlayan orta derecede toprak, topografya ve drenaj yetersizlikleri bulunur. Orta derecede nemli ve orta derecede erozyon görülebilir. Önleyici bazı tedbirler alınarak, kolayca işlenebilir olan iyi bir tarım arazisidir. Gerektiğinde kısıtlı mesire- piknik yeri olarak kullanılabilir.

#### **III. Sınıf Arazi**

Toprak ve topografya bakımından şiddetli sınırlayıcı faktörlere sahiptir. Orta derecede eğimli ve erozyona oldukça duyarlıdır. Düşük su tutma kapasitesi ve geçirimsizliğe sahiptir. Yüzeysel toprak, taban taşı, kil dokulu ve yüksek nem içeriğine sahip ve fazla miktarda kum çakıl içeriği gibi durumlardan en az iki veya üçüne sahiptir.

#### **IV. Sınıf Arazi**

Toprak derinliği, taşlılık, yüksek eğim ve yüksek nemden dolayı tehlike arz eder. Düşük drenaj özelliği, su erozyonuna duyarlı ve düşük doğal verimlilik gösteren arazilerdir. Özel

birkaç uygun sürümle tarım yapılabilir. Kullanılmasında dikkat ister. Rekreatyonel hizmetlere açılabilir.

#### **V. Sınıf Arazi**

Sürüm tarımı yapılamayan, düze yakın eğimli, karışık dokulu, taşlı arazilerdir. Nemli, hafif veya orta derecede su ve rüzgar erozyonu vardır. Genellikle çayır veya mera olarak faydalanılır. Bu alanlar tarım, sanayi ve rekreasyon alanlarına uygunluğu araştırılarak kullanma türü seçilir. Gerekli drenajın yapılmasıyla spor, fuar alanları, turistik yerleşme alanları olarak düzenlenebilir.

#### **VI. Sınıf Arazi**

Dike yakın yüksek eğim ve erozyona çok duyarlıdır. Tarıma uygun olmayan arazilerdir. Çoğunlukla mera veya ağaçlık saha olarak kullanılabilir. Mesire- piknik alanları, manzara yolları, golf sahaları, kır kahveleri, spor alanları ve turizm yerleşmeleri düzenlenebilir.

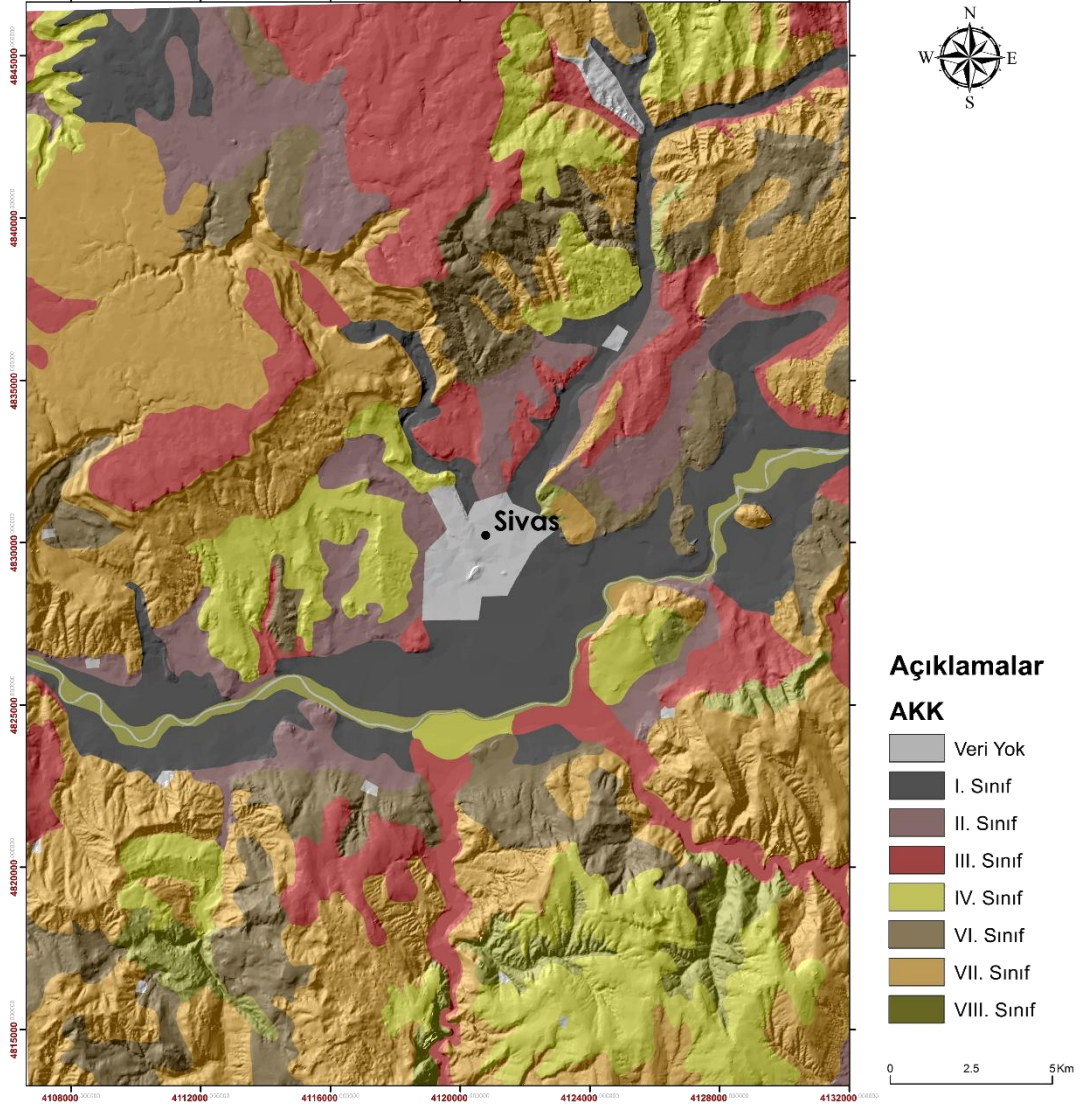
#### **VII. Sınıf Arazi**

Hemen hemen dik eğimli, kayalık, ileri derecede su erozyonu gibi şiddetli sınırlama faktörlerine sahiptir. Dağ turizmi ve av alanları olarak kullanılabilir.

#### **VIII. Sınıf Arazi**

Yüksek derecede eğim, çıplak kaya ve molozlara sahip olan bitkisel ürün getirmeyen arazilerdir. Sanayi, depolama gibi hizmetlerde kullanılabilir.

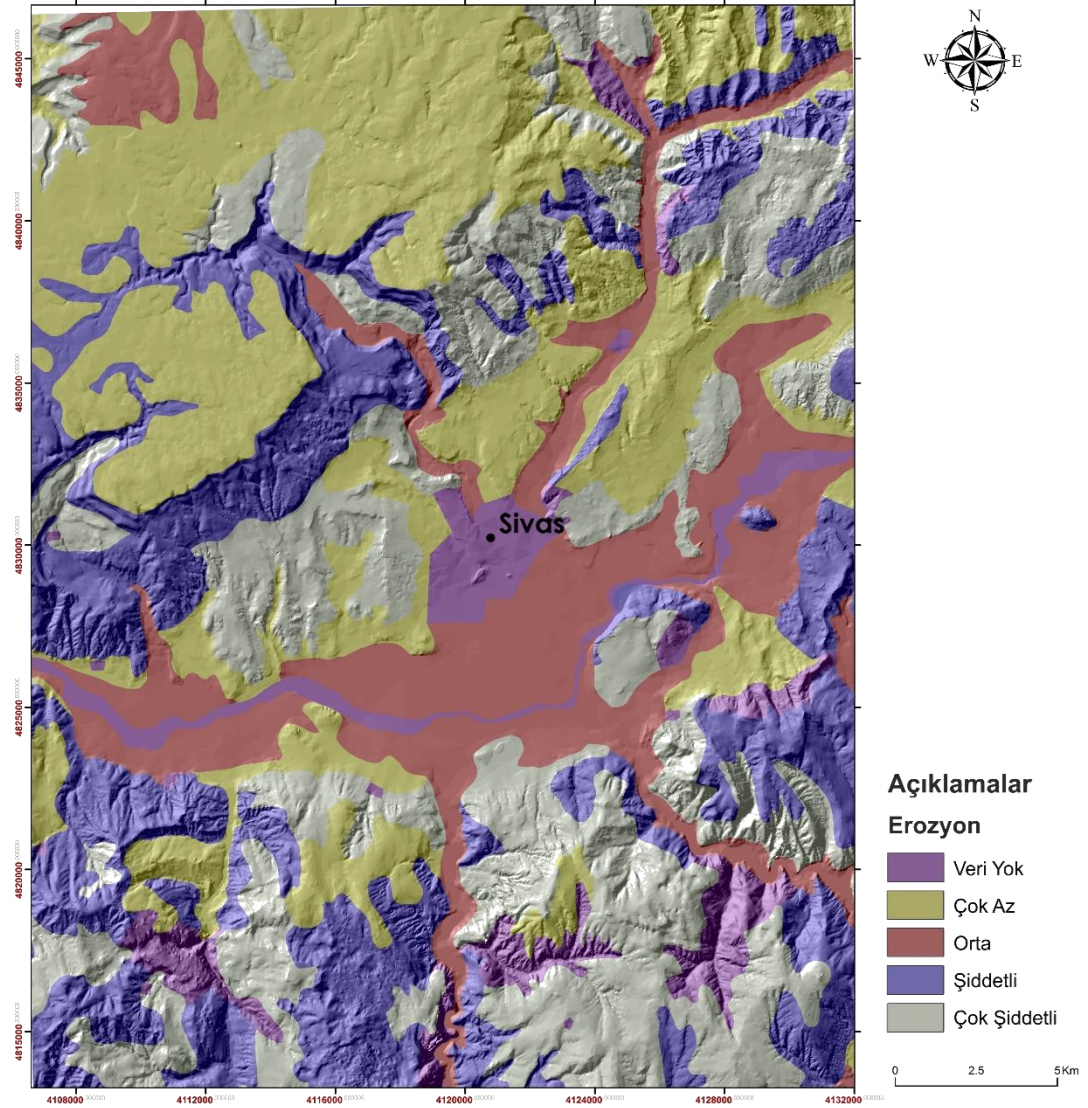
Çalışma alanı incelendiğinde VII. sınıf arazilerin en fazla alansal dağılıma sahip olduğu gözlenmektedir. Tarıma elverişli olmayan VIII. sınıf araziler daha çok çalışma alanının güney kısmında yer alırken V. sınıf araziye ait veri çalışma alanında bulunmamaktadır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 Çalışma alanına ait arazi kullanım kabiliyet sınıfları haritası.

### 2.2.2 Erozyon durumu

Erozyon; yoğun yağışlar, rüzgar, taşkın, heyelan gibi kütle hareketlerinin etkisi sonucu toprağın aşınarak bir yerden taşınması olarak tanımlanabilir. 1/25000 ölçekli sayısal toprak haritası kullanılarak ArcGIS 9.3.1 programının Spatial Analyst modülü ile erozyon haritası oluşturulmuştur. Erozyon haritası incelendiğinde orta derecede şiddetli erozyona sahip alanların en fazla alansal dağılıma sahip olduğu görülmektedir. Sivas kent ve çevresi çok az ya da orta derecede erozyon durumuna sahiptir (Şekil 2.5).



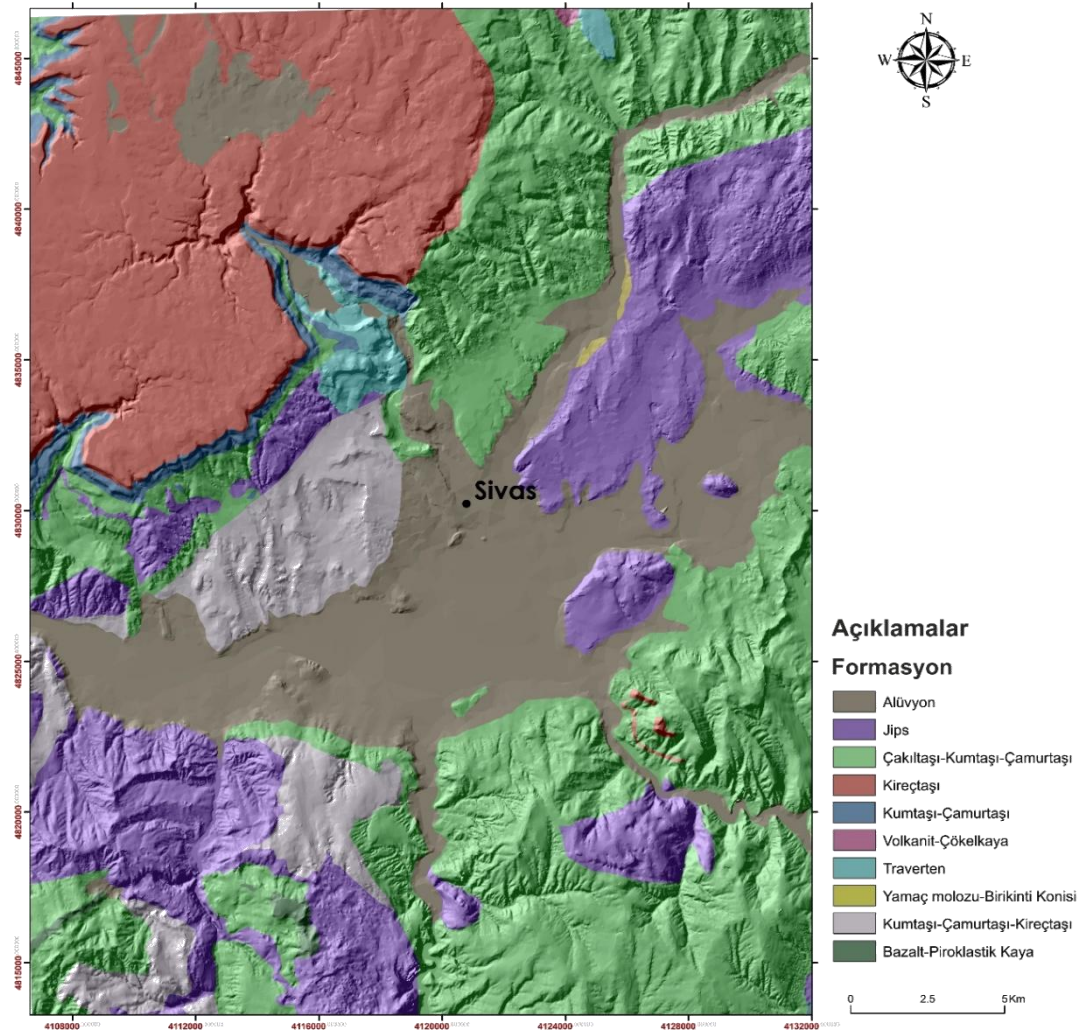
Şekil 2.5 Çalışma alanına ait erozyon haritası.

## 2.3 Jeolojik ve Hidrojeolojik Özellikler

Planlamayı etkileyen en önemli faktörlerden biri de çalışma yapılan alana ait jeolojik verilerdir. Çalışma alanına ilişkin olarak litolojik özellikler ve hidrojeolojik özellikler değerlendirilmiştir.

### 2.3.1 Litoloji

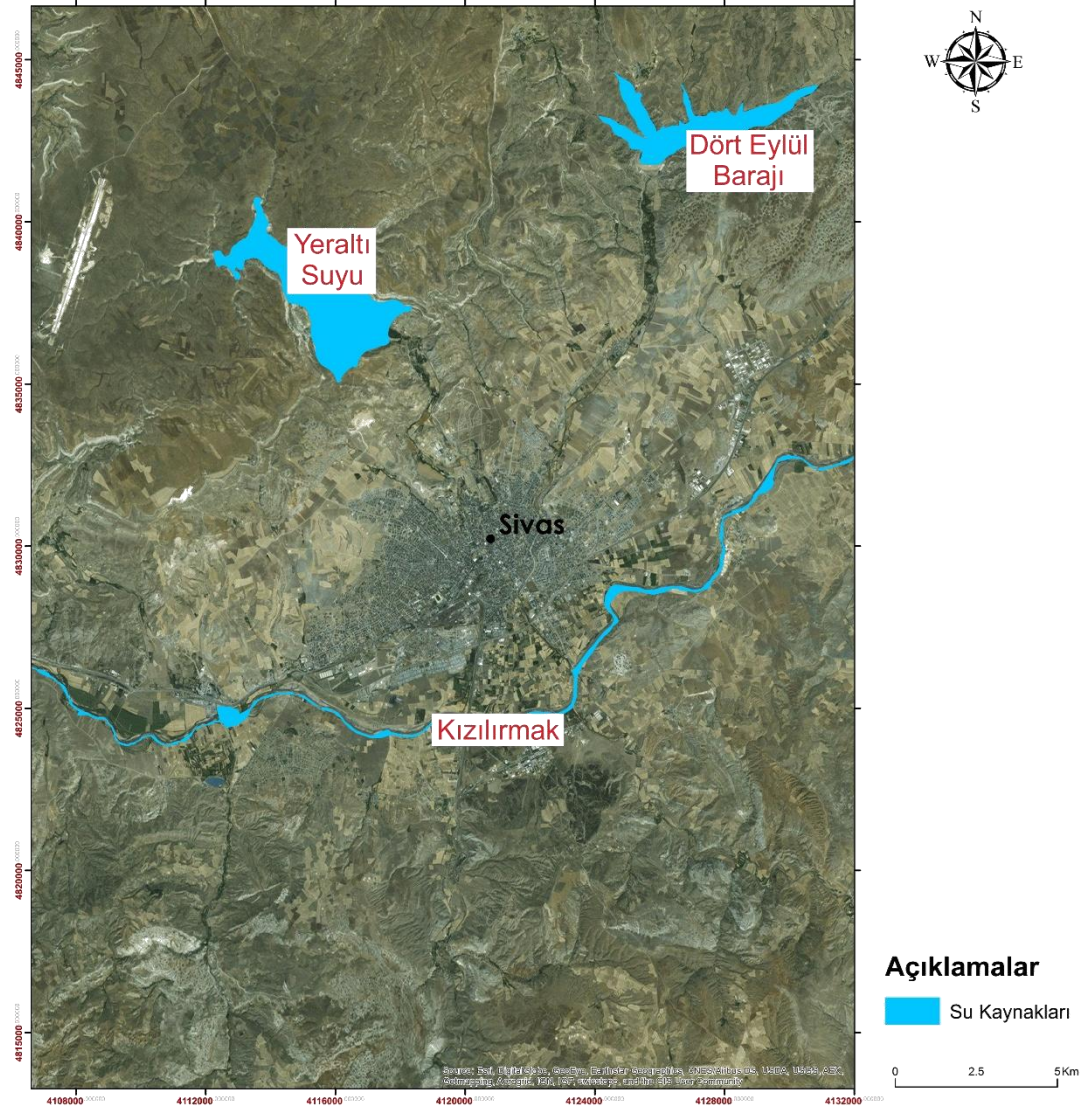
Karakuş (2009a)'dan alınan çalışma alanına ait 1/25000 ölçekli MTA'nın sayısal verileri ile litoloji birimleri haritası değerlendirildiğinde çalışma alanının 10 farklı jeolojik formasyon içerdiği görülmektedir. Çalışma alanı incelendiğinde; Kızılırmak nehri ve Sivas kent merkezini de kaplayan alanların alüvyon içeren bölgede yer aldığı gözlenmektedir. Çakıltası-kumtaşı-çamurtaşı, jips ve alüvyonlar ise çalışma alanında en fazla alansal dağılıma sahiptirler (Şekil 2.6).



Şekil 2.6 Çalışma alanına ait litoloji birimleri haritası.

### 2.3.2 Hidrojeoloji ve su kaynakları

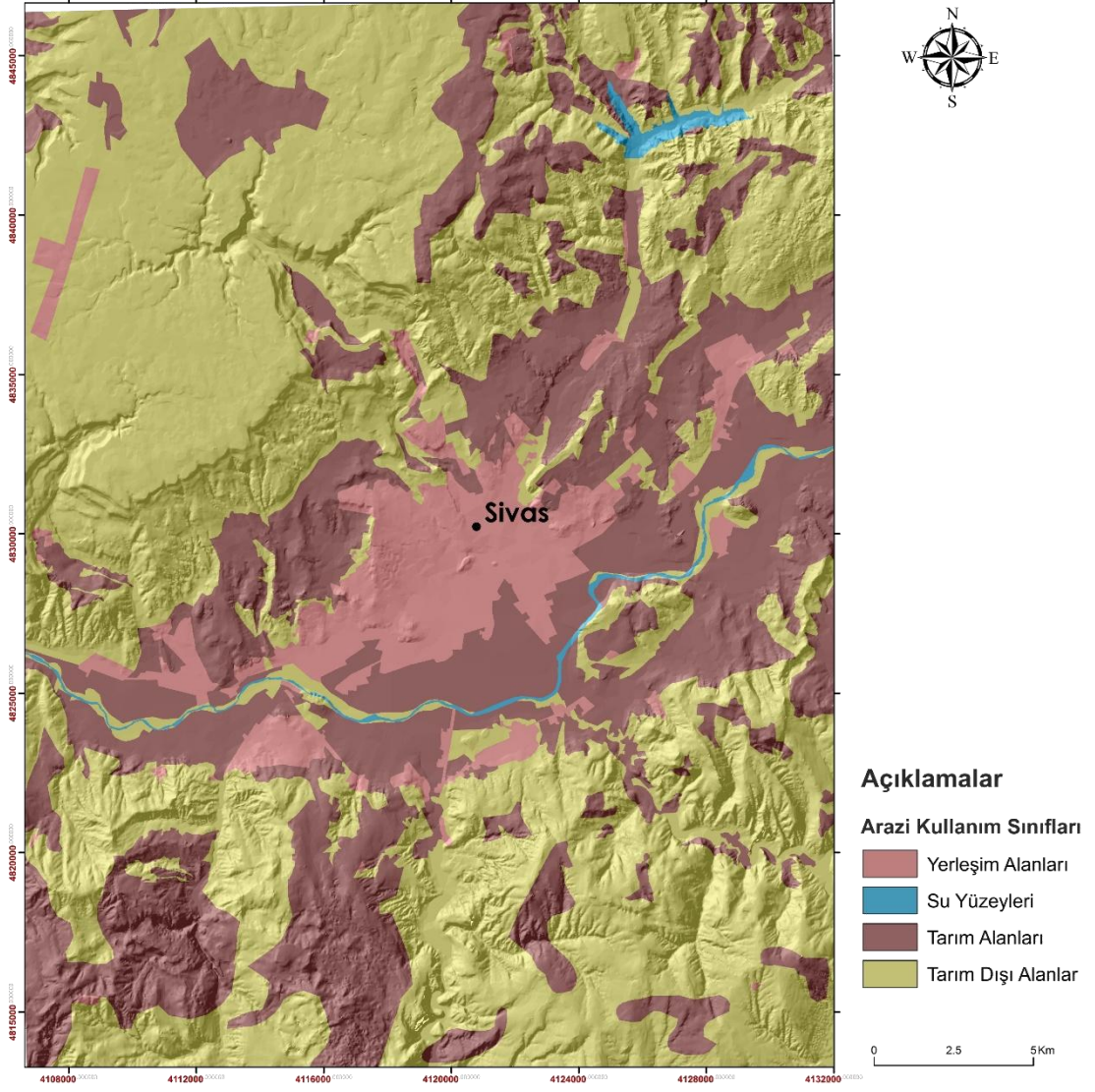
Çalışma alanına ilişkin hidrojeoloji verileri, kentin kuzeydoğusunda bulunan ve kentin içme ve kullanma suyunun da karşılandığı 4 Eylül barajıdır. Çalışma alanının ortasından geçen Kızılırmak nehri ve kuzey bölgede ise Tavra Bölgesi'ne ait yeraltı suyu kaynakları bulunmaktadır(Şekil 2.7).



Şekil 2.7 Çalışma alanına ait hidrojeoloji ve su kaynakları haritası.

## 2.4 Arazi Kullanımı

Arazi kullanım haritası Karakuş (2009a) tarafından hazırlanan doktora tezine ait çalışmadan sayısal olarak alınıp, kullanılmıştır. Tarım alanları, tarım dışı alanlar, su yüzeyleri ve yerleşim alanlarını içeren veriler Şekil 2.8’de yer almaktadır.



Şekil 2.8 Çalışma alanına ait arazi kullanım haritası.

### 3. YÖNTEM

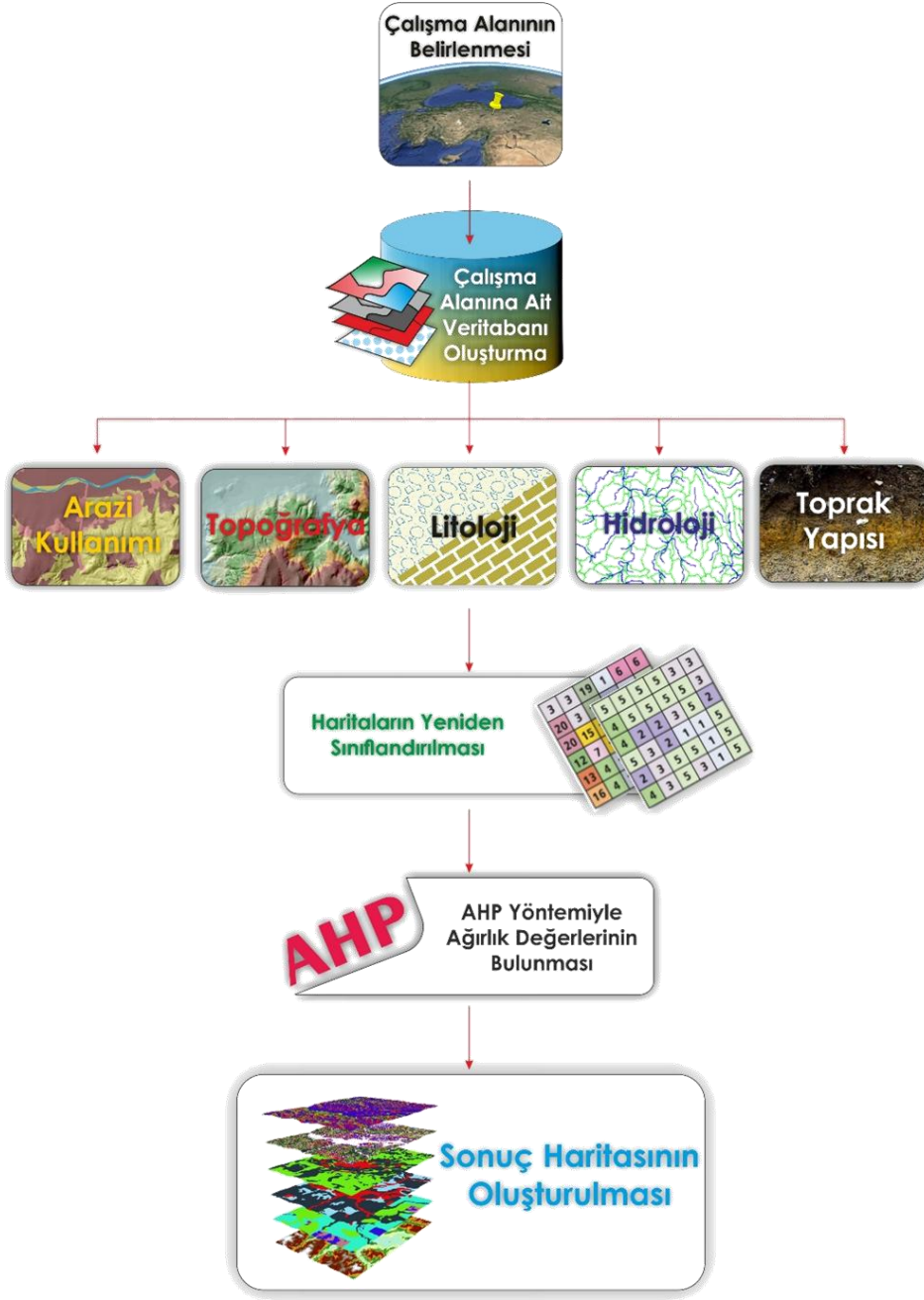
Sivas ilinin yerleşime uygunluk açısından değerlendirildiği bu çalışmaya ilişkin ilk olarak literatür incelenmiş ve mevcut çalışmalar değerlendirilmiştir. Daha sonra CBS tabanlı analizler yapılarak model ve haritalar üretilmiştir. Orta ölçekli (1:25000) yerleşime uygunluk planlama çalışmalarının gerçekleştirilmesine yönelik modellerin üretilmesinde ilk olarak ihtiyaç duyulan topoğrafik yapı, litolojik birimler, toprak yapısı, hidrolojik yapı, arazi kullanımı gibi haritalar elde edilmiştir. Son aşamada, Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi kullanılarak Sivas iline ait öngörülen yerleşime uygunluk modelleri ve bu modele ilişkin son çıktı olan harita üretilmiştir. Şekil 3.1’de tezde kullanılan yönteme ilişkin iş akışı verilmiştir.

#### 3.1 Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Yöntemi

Fazla sayıda nicelik ve niteliksel faktörleri içeren ve bir amacında var olduğu karar verme durumları “Çok Kriterli Karar Verme” (ÇKKV) problemleri başlığı altında incelenmektedir (Timor, 2011). “Çok kriterli karar verme yöntemleri, ölçülebilen ve ölçülemeyen stratejik ve operasyonel faktörleri aynı anda değerlendirme imkanı sağlayan, karar verme sürecine çok sayıda kişiyi dahil edebilen analitik yöntemlerdir” (Görener, 2009). Analitik hiyerarşi yöntemi ise çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde kullanılan ve kararı etkileyen faktörlerin karşılaştırma matrislerinin oluşturulup birbirine göre önem dağılımını veren uzman görüşüne dayalı bir karar verme yöntemi olarak tanımlanabilir.

Geniş bir uygulama alanına sahip olan AHS enerji, planlama, çevre, mimarlık, bulanık küme sınıflandırmasında üyelik dereceleri, eğitim, sosyoloji, proje seçimi, subjektif olasılık tahmini ve çapraz etki analizi, sağlık, ekonomi gibi pek çok alanda karar verme problemleri için uygulanmıştır (Zahedi, 1986).

Analitik Hiyerarşi Süreci, Myers ve Alpert tarafından ilk olarak 1968 yılında ortaya atılmıştır. Daha sonra Saaty tarafından ise 1977 yılında model olarak geliştirilmiş ve karar verme problemlerinin çözümünde kullanılmaya başlanmıştır. AHS ile önceden tanımlanmış bir karşılaştırma ölçeği kullanılarak, kararı etkileyen faktörlerin ikili karşılaştırmalarına dayanan ve yüzde önem dağılımlarını veren bir yöntemdir (Yaralıoğlu, 2001).



Şekil 3.1 Tezde kullanılan yönteme ilişkin iş akışı.

Analitik Hiyerarşi Süreci ile gerçekleştirilmesi gereken aşamalar aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır (Saaty, 1990; Yaralıoğlu, 2001);

- a. AHS'deki ilk süreç; amacın belirlenmesi ve bu amaç doğrultusunda kriterlerin oluşturulmasıdır.
- b. Kriterler arası karşılaştırma matrisi oluşturulur.
- c. Kriterler arası oluşturulan karşılaştırma matrisi,  $n \times n$  boyutlu bir kare matristir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} = [a_{ij}]_{n \times n} \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad [3.1]$$

Burada; n: faktör sayısı, i, j: Faktörler  $a_{ij}$ : i faktörünün j faktörüne göre önem derecesini göstermektedir. Karşılaştırma matrisinde her bir faktörün önem değerini belirleyebilmek için Çizelge 3.1'de verilen Saaty (1977) tarafından geliştirilmiş olan önem dereceleri ölçeğinden yararlanılmaktadır.

**Çizelge 3.1** Analitik hiyerarşi süreci değerlendirme ölçeği (Saaty, 1977)

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Her iki faktörün eşit öneme sahip olması durumu
3	1. Faktörün 2. faktörden daha önemli olması durumu
5	1. Faktörün 2. faktörden çok önemli olması durumu
7	1. Faktörün 2. faktöre nazaran çok güçlü bir öneme sahip olması durumu
9	1. Faktörün 2. faktöre nazaran mutlak üstün bir öneme sahip olması durumu
2,4,6,8	Ara değerler

Her kriterin kendi ile karşılaştırılması durumunda eşit öneme sahip olacağından dolayı değerlendirme ölçeği tablosunda verilen, her iki faktörün eşit öneme sahip olması, durumunda yer alan “1” sayısal değeri kullanılır.

Karşılaştırma matrisinde kriterlerin kendi ile karşılaştırılması durumunda bütün değerleri 1 olan köşegen değerlerinin üstünde kalan bölümler için puanlama yapılırken köşegenin altında kalan bölümler için ise Eşitlik 3.2’deki formülü kullanmak yeterli olacaktır (Yaralıoğlu, 2001).

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \quad [3.2]$$

Yani köşegenin üstündeki faktörler ( $a_{ji}$ ) ise, tüm değerleri 1 olan köşegen altında ki faktörler  $\frac{1}{a_{ij}}$  şeklinde hesaplanır. Örnek verilecek olursa, birinci faktör dördüncü faktöre göre uzman tarafından **çok önemli** olarak görülüyorsa, karşılaştırma matrisinde birinci satır ve dördüncü sütun bileşeni yani  $i = 1, j = 4$  olduğunda değerlendirme ölçeğine göre 5 değerini alacaktır. Bunun tersi durumda yani  $i = 4, j = 1$  olduğunda ise 1/5 değerini alacaktır.

Faktörlerin bütün değerlendirilen faktörler arasındaki ağırlıklarını yani yüzde önem değerlerini bulmak için ilk olarak n adet ve n bileşenli sütun vektörü oluşturulması gerekmektedir. Örneğin K sütun vektörünü oluşturmak için;

$$K_i = \begin{bmatrix} k_{11} \\ k_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ k_{n1} \end{bmatrix} \quad [3.3]$$

K sütun vektörlerinin hesaplanmasında [3.4]'deki formülden yararlanılır (Yaralıoğlu, 2001).

$$k_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad [3.4]$$

Örneğin; A karşılaştırma matrisi aşağıdaki gibi tanımlanmışsa ve  $K_1$  vektörü hesaplanmak isteniyorsa,

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/7 \\ 2 & 1 & 1/3 \\ 7 & 3 & 1 \end{bmatrix} \quad [3.5]$$

Bu durumda  $K_1$  vektörünün  $k_{11}$  elemanı,  $k_{11} = \frac{1}{1+2+7}$  olarak hesaplanır.

Benzer şekilde  $K_1$  vektörünün diğer elemanlarının hesaplanmasında da aynı yöntem kullanılır ve [3.6]'da verilen  $K_1$  sütun vektörünün bileşenleri toplandığında toplamın 1 olduğu görülebilir. Burada amaç normalize edilmiş matris değerleri elde etmektir.

$$K_1 = \begin{bmatrix} 0,10 \\ 0,20 \\ 0,70 \end{bmatrix} \quad [3.6]$$

Matrisin bütün faktörleri için [3.4] formülü tekrarlanır ve normalize edilmiş matris değerleri elde edilir. Yani faktör sayısı kadar K sütun vektörü elde edilecektir.  $n$  adet K sütun vektörü, bir matris şeklinde bir araya getirildiğinde ise [3.7]'de verilen M matrisi oluşturulacaktır.

$$M = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & \dots & m_{1n} \\ m_{21} & m_{22} & \dots & m_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ m_{n1} & m_{n2} & \dots & m_{nn} \end{bmatrix} \quad [3.7]$$

[3.5]'de verilen A karşılaştırma matrisine ait değerler için normalize edilmiş matris değerleri hesaplanacak olursa [3.8]'de verilen değerler elde edilir.

$$M = \begin{bmatrix} 0,10 & 0,11 & 0,10 \\ 0,20 & 0,22 & 0,23 \\ 0,70 & 0,67 & 0,68 \end{bmatrix} \quad [3.8]$$

Faktörlerin yüzde önem dağılımını bulabilmek için ilk olarak M matrisi, eşitlik 3.9'da gösterildiği gibi matrise ait satır değerlerinin aritmetik ortalaması alınır ve Öncelik Vektörü olarak adlandırılan W sütun vektörü elde edilir (Yaralıoğlu, 2001).

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad [3.9]$$

W vektörü aşağıda gösterilmiştir.

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad [3.10]$$

$$W = \begin{bmatrix} \frac{0,10 + 0,110 + 0,10}{3} \\ \frac{0,20 + 0,22 + 0,23}{3} \\ \frac{0,70 + 0,67 + 0,68}{3} \end{bmatrix} \cong \begin{bmatrix} 0,10 \\ 0,22 \\ 0,68 \end{bmatrix} \quad [3.11]$$

Eşitlik 3.11’de elde edilen W vektörü, faktörlerin birbirine göre önem değerlerini veren yüzde önem dağılımlarıdır. Burada birinci faktör yaklaşık olarak % 10, ikinci faktör % 22 ve üçüncü faktör ise % 68 önem değerine sahip olacaktır.

Yukarıda verilen işlemlerden sonra faktörler arası karşılaştırmanın tutarlı olup olmadığını gösteren Tutarlılık Oranının kontrol edilmesi gerekir. Tutarlılık oranının hesaplanmasında izlenecek yol ise şu şekildedir (Timor, 2011):

İkili karşılaştırmalar matrisi [A] ile öncelik vektörü yani [W] vektörü çarpılarak [3.12]’de verilen *Tüm Öncelikler Matrisi* [L] bulunur.

$$L = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad [3.12]$$

[A] karşılaştırma matrisinin en büyük özdeğeri olarak adlandırılan  $\lambda_{maks}$  değerini hesaplamak için ise Tüm Öncelikler Matrisinin [L] her bir elemanı Öncelik Vektörüne [W] bölünür ve yeni matris değerlerinin ortalaması alınır.

$\lambda_{maks}$  değeri Tutarlılık Oranı hesaplanmasında temel katsayı görevi olan, AHS içindeki önemli bir parametredir (Saaty, 1991).

Bu adımların ardından  $\lambda_{maks}$  değeri hesaplandıktan sonra, Tutarlılık İndeksi ve Tutarlılık Oranı hesaplanmalıdır. Eşitlik 3.13’de;  $Tİ$ : Tutarlılık İndeksi,  $n$ : faktör sayısıdır.

$$Tİ = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \quad [3.13]$$

Tutarlılık Oranı ise 3.14’deki formül kullanılarak hesaplanabilir. Eşitlik 3.14’de verilen; TO: Tutarlılık Oranı ve RI: Rastgele Değer İndeksi anlamına gelen ve faktör sayısına göre değişen standart düzeltme değerleridir.

$$TO = Tİ / RI \quad [3.14]$$

Son olarak ise Çizelge 3.2’de Rastgele Değer İndeksi Tablosundan faktör sayısına göre değer bulunarak son hesaplamalar yapılır ve tutarlılık oranı hesaplanır.

**Çizelge 3.2** Rastgele Değer İndeksi Tablosu (Macharis ve diğ., 2004)

<u>Faktör sayısı</u>	<u>Rastgele Değer İndeksi</u>
1	0,00
2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49
11	1,51
12	1,48
13	1,56
14	1,57
15	1,59

Hesaplanan tutarlılık oranının 0.1 değerinden küçük olması uzman görüşüne dayalı karşılaştırmaların tutarlı olduğunu gösterir. Tutarlılık oranının 0.1 değerinden büyük olduğu durumlarda ise karar vericinin karşılaştırmalarda ki tutarsızlığını gösterir (Hafeez ve diğ., 2002). Bu durumda karşılaştırma matrisinin yeniden oluşturulması gerekir.

#### 4. YERLEŞİME UYGUNLUK MODELİNİN OLUŞTURULMASI

Sivas kent merkezi ve yakın çevresinin potansiyel ve uygun bölgesel gelişme yönlerinin belirlenmesi ve kentsel planlama amaçlı çalışmalara altlık oluşturması amacıyla yerleşilebilirlik analizi yapılmıştır. Planlama sürecinde yer seçimini etkileyen doğal yapı, litoloji, hidrolojik yapı, toprak yapısı gibi sınırlayıcı koşullar iyi araştırılarak yerleşime uygunluk analizi yapılmasını gerektirir. Bu analizin yapılmasında etki eden birçok faktör ve bu faktörlerin çalışma alanı için öncelik sırasını ve ağırlığı belirlemek ise zorluklar içerir ve karar verme analizi gerektirir. Çalışma alanında yerleşilebilirlik analizine altlık oluşturacak jeoloji, su kaynakları, arazi kullanımı, erozyon, arazi kullanım kabiliyet sınıfları, eğim, yükseklik, bakı gibi verilerin yüzde önem ağırlığının belirlenmesi için çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan AHS kullanılmış ve CBS aracılığıyla analizler yapılmıştır. CBS ortamında oluşturulan bütün katmanlar yeniden sınıflandırılarak AHS ile ağırlık değerleri belirlenmiş yerleşime uygunluk analizi sonuç haritası için ise Marinoni (2009) tarafından ArcGIS için geliştirilen ArcGIS ext\_ahp.dll modülü kullanılmıştır.

##### 4.1 Model Üretimi Verilerinin Yeniden Sınıflandırılması

Jeoloji, su kaynakları, arazi kullanımı, erozyon, arazi kullanım kabiliyet sınıfları, eğim, yükseklik, bakı gibi faktörler ve alt faktörler belirlendikten sonra bu faktörlere, güncel çalışmalarda göz önünde bulundurularak, 1 ile 7 arasında değişen değerler verilmiştir (Çizelge 4.1). Burada en düşük değer olarak alınan 1 değeri uygun olmayan alanları kapsarken en yüksek değer olan 7 ise uygun olan alanları kapsamaktadır. Bu değerlere göre faktörler yeniden sınıflandırılarak tematik haritalar oluşturulmuştur.

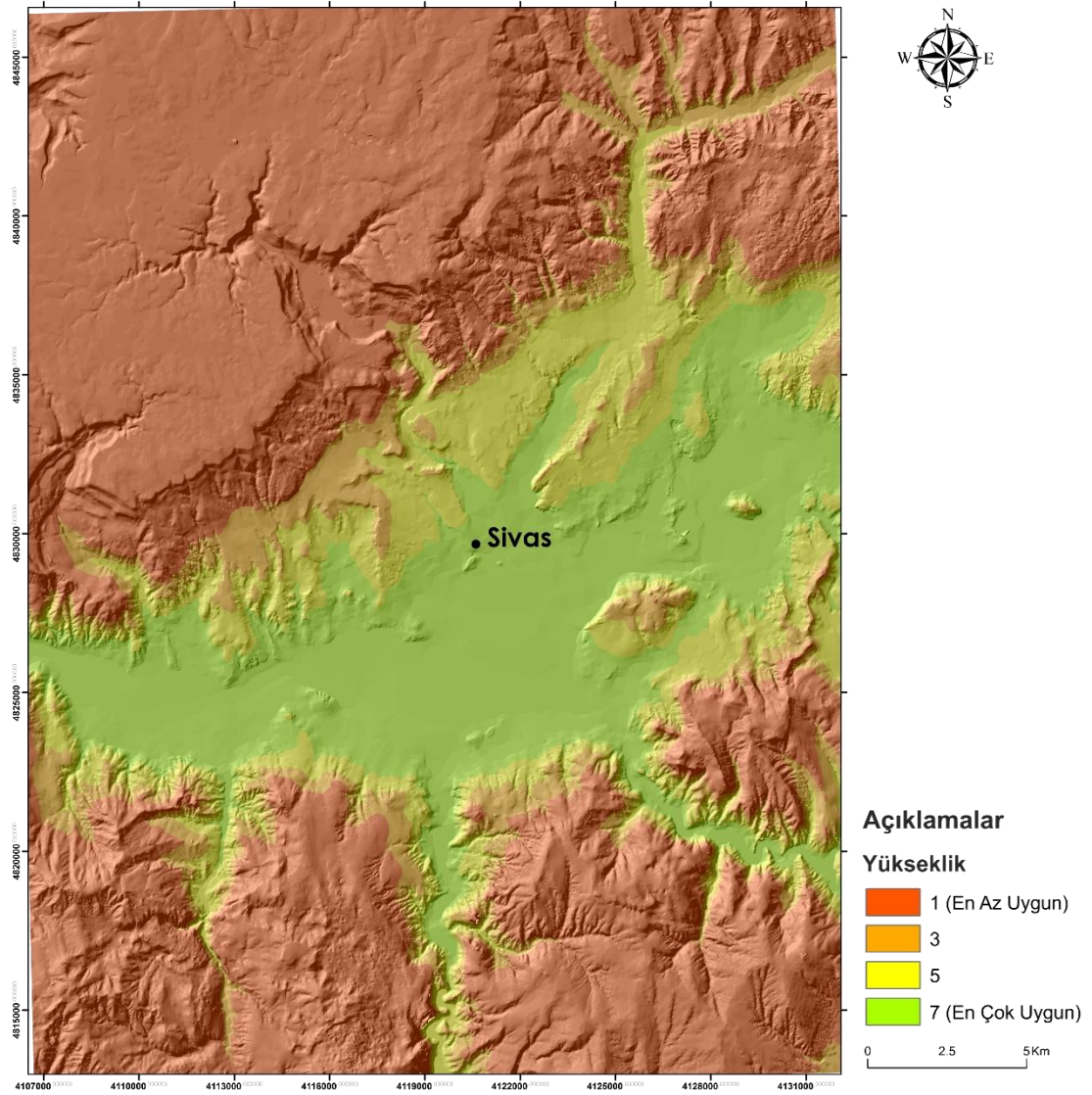
##### ***Yükseklik***

Çalışma alanına ait yükseklik grupları incelendiğinde Kızılırmak ve kent merkezinin ortalama 1250-1300 m yükseklik grubunda yer aldığı gözlenirken, kent merkezinin kuzeybatı ve güneybatısına doğru ise yükselen bir yapı göstererek yüksekliğin 1500 m üzerine çıktığı gözlenmektedir (Şekil 4.1). Yükseklik kuşakları alanın özelliklerine göre belirlenebilir ancak 100'er metrelik kuşaklar şeklinde düzenlenmesindeki amaç iklimsel nedenlere bağlı olarak atmosfer ısısının her 100 metrede 1 Fahrenheit azalmasından dolayıdır (Yaşlıca, 1986).

**Çizelge 4.1** Faktörler ve alt faktörlere ait değerler

FAKTÖRLER	FAKTÖR ALT SINIFLARI	UYGUNLUK SINIFI
ARAZİ KULLANIM KABİLİYET SINIFLARI (AKK)	I. Sınıf	1
	II. Sınıf	1
	III. Sınıf	1
	IV. Sınıf	1
	V. Sınıf	VERİ YOK
	VI. Sınıf	3
	VII. Sınıf	5
	VIII. Sınıf	7
LİTOLOJİK BİRİMLER	Kireçtaşı	5
	Çakıltası-Kumtaşı-Çamurtaşı	6
	Kumtaşı-Çamurtaşı	5
	Volkanit-Çökelkaya	6
	Kumtaşı-Çamurtaşı-Kireçtaşı	6
	Bazalt-Piroklastik kaya	7
	Traverten	4
	Yamaç Molozu-Birikinti konisi	1
	Alüvyon	1
Jips	3	
EĞİM	%0-2	7
	%2-5	6
	%5-9	4
	%9-14	2
	%>15	1
EROZYON	Yok ya da Az	7
	Orta	3
	Şiddetli	1
	Çok Şiddetli	1
BAKİ	GB-G-GD-DÜZ	7
	B-D	5
	KB-KD	3
	K	1
YÜKSEKLİK	1250 m-1300 m	7
	1300 m-1350 m	5
	1350 m-1400 m	3
	> 1400 m	1
ARAZİ KULLANIMI	Su Yüzeyleri	1
	Tarım Alanları	1
	Tarım Dışı Alanlar	5
	Yerleşim Alanları	7
SU KAYNAKLARINA UZAKLIK	0-300 m	1
	300-1000 m	3
	1000-2000 m	5
	> 2000 m	7

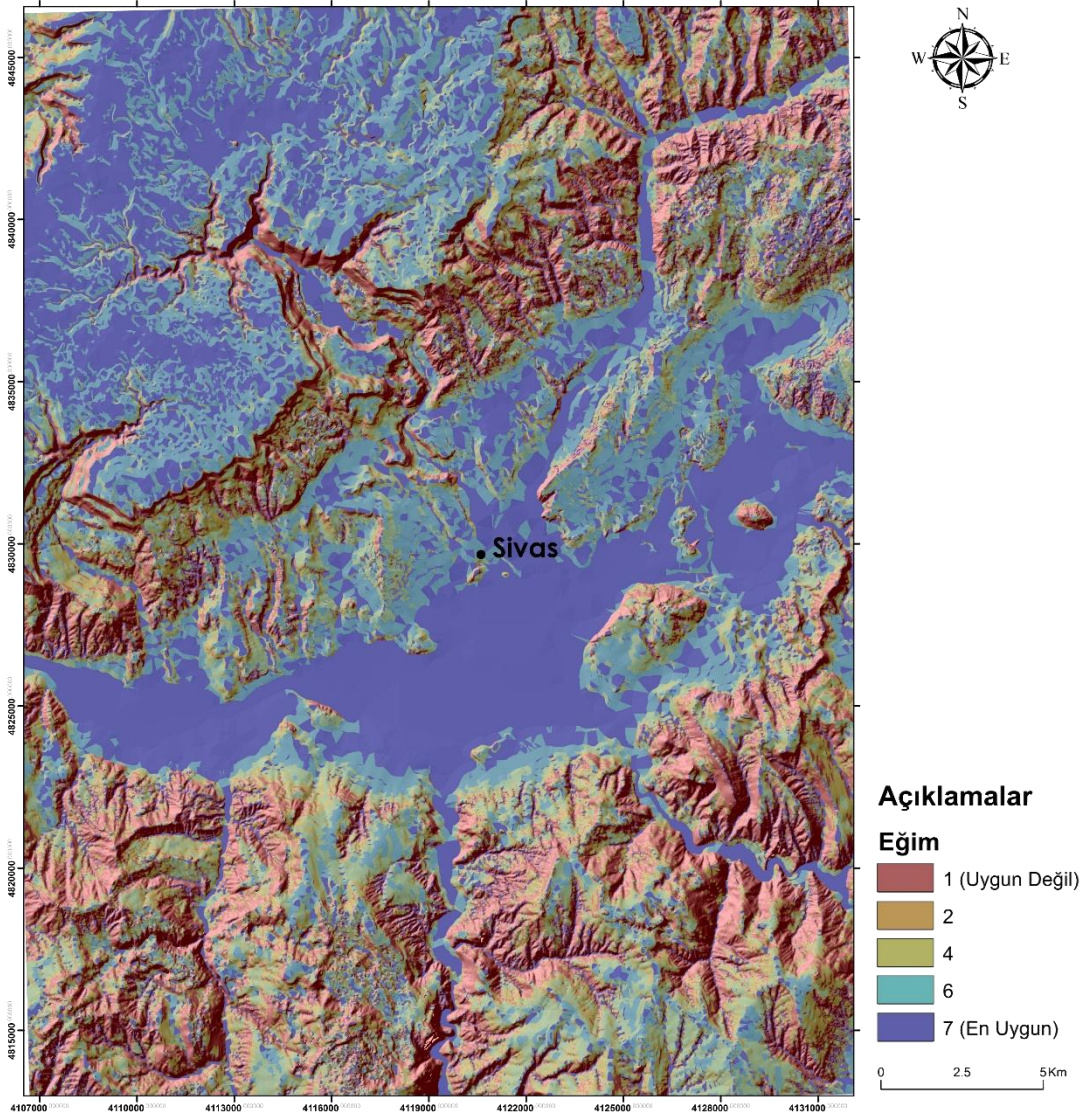
Yükseklik faktörü sıcaklık, rüzgar, yağış, nem gibi iklim koşullarıyla ilişkilendirildiğinde, özellikle Sivas gibi karasal iklim özelliklerini gösteren, gündüz ve gece sıcaklık farkının fazla olduğu bu kentte yüksek alanlarda sıcaklığın azalması ve bunun yanı sıra ulaşım faaliyetinin de zorlaşması göz önünde bulundurularak değerlendirme yapılmıştır. 50 m aralıklarla sınıflandırma yapılmış ve 1250-1300 m aralığına 7 verilirken, > 1400 m'den büyük değerlere 1 verilmiştir.



Şekil 4.1 Modelleme için yeniden sınıflandırılmış yükseklik verisi.

## Eğim

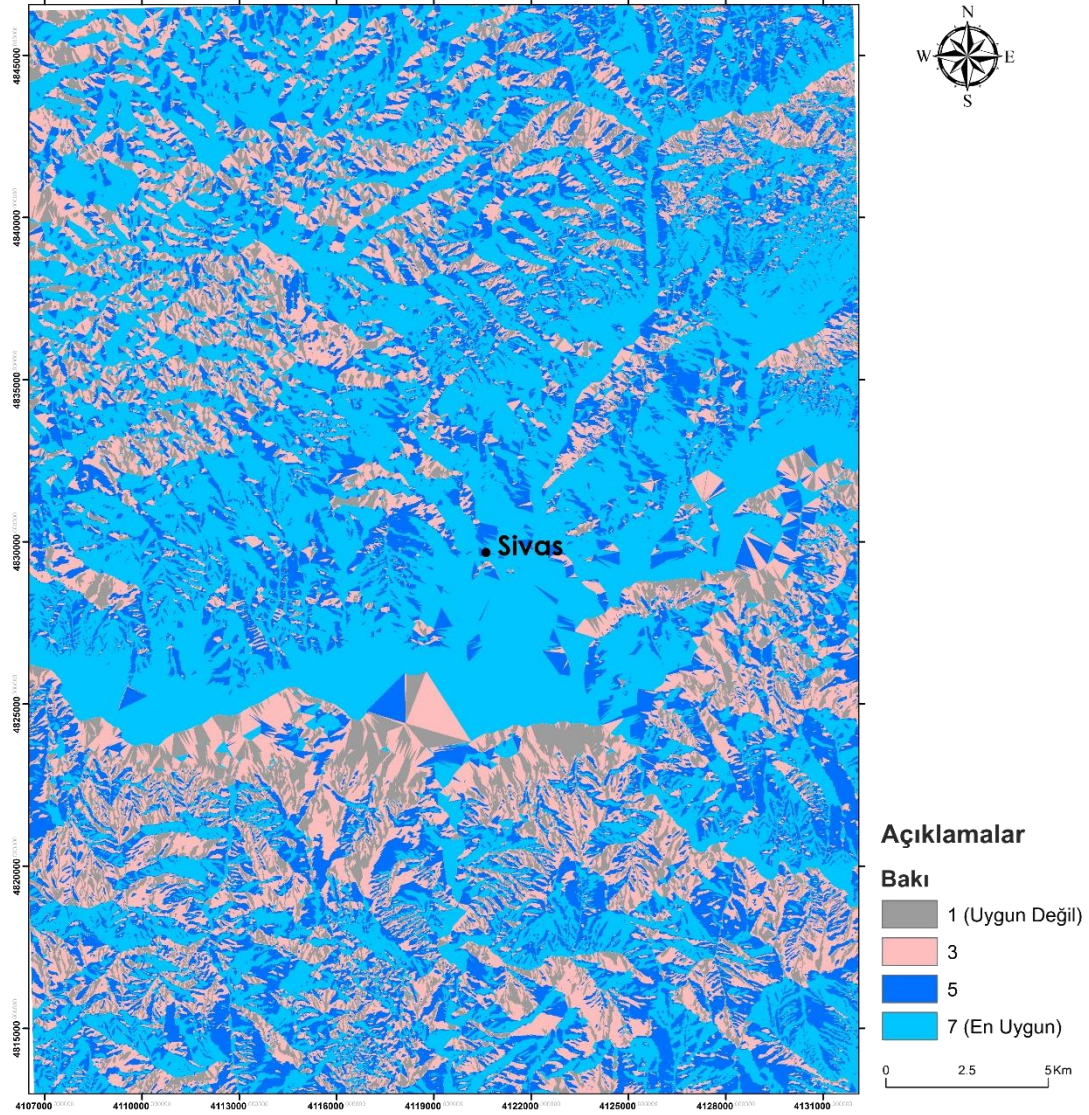
Simpson (1984), inşaat maliyetini göz önünde bulundurarak yaptığı eğim sınıflamasında % 9 ile % 17 arası eğimli arazilerde inşa edilecek yapılarda % 10 oranında bir maliyet artışı olacağını, % 17 ile % 33 arası eğimli arazilerde ise ek maliyetin % 11-15 arasında değişeceğini belirtmiştir. Eğim haritaları hazırlanırken standart bir sınıflama sistemi bulunmadığından dolayı, literatür çalışmalarının değerlendirilmesiyle, planlama ve yapı maliyet yükü göz önünde bulundurularak eğim haritası üretilmiş ve sınıflandırılması yapılmıştır (Şekil 4.2). % 0-2 eğim grubuna en yüksek değer verilirken, % > 15 eğim değerlerine en düşük değer verilmiştir.



Şekil 4.2 Modelleme için yeniden sınıflandırılmış eğim verisi.

### **Bakı**

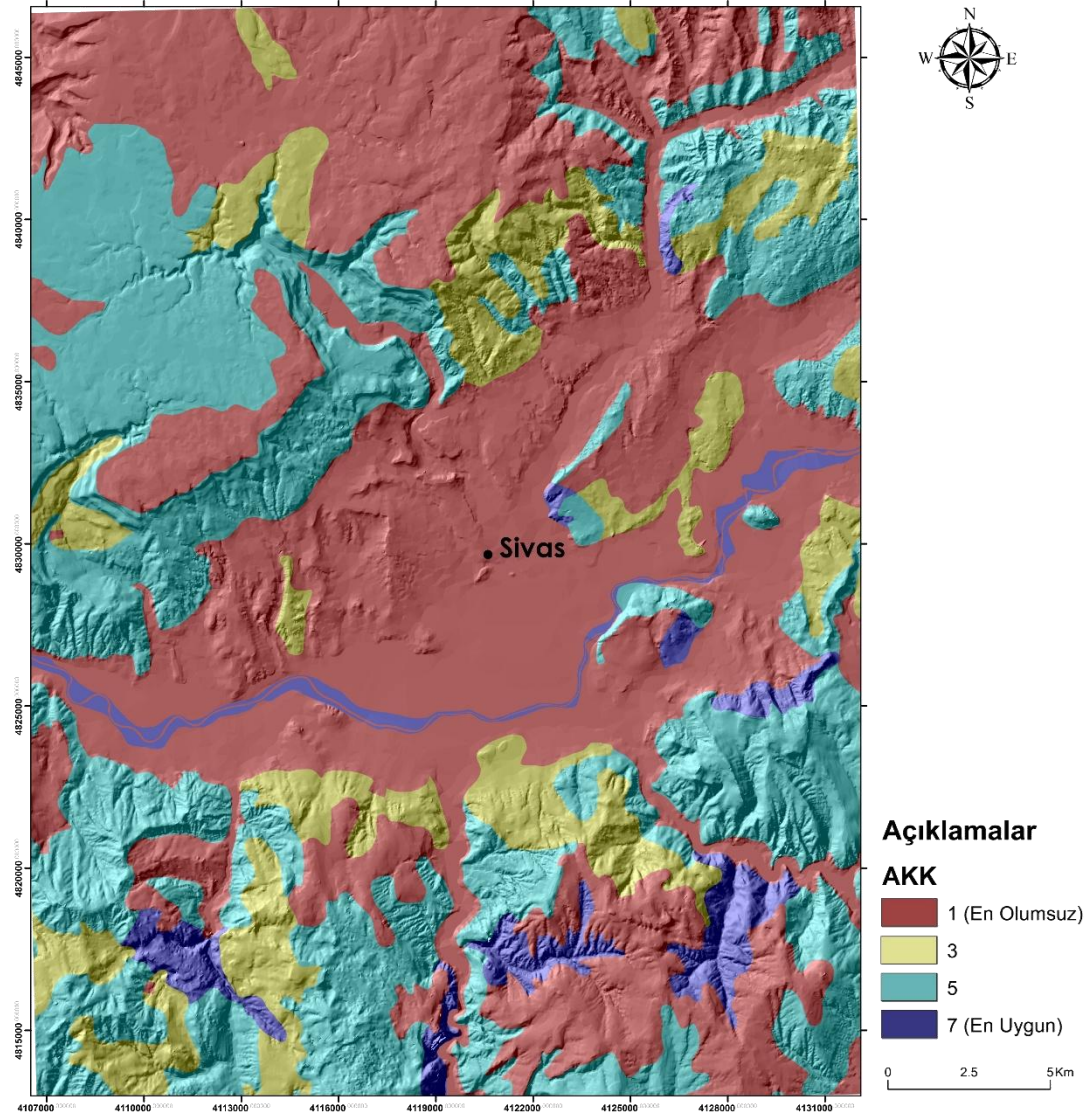
Kuzey yarım kürede güneye bakan yamaçlar daha sıcak olmaktadır. Ülkemizin kuzey yarım kürede bulunması sebebiyle, güneşli bakılar sınıfında yer alan güney bakılara en yüksek değer verilmiştir. Güney, güney-batı, güney-doğu ve düz bakılara en yüksek değer olan 7 verilirken, batı ve doğu bakılarına 5, kuzey-batı ve kuzey-doğu bakılarına 3, kuzey bakısına ise 1 değeri verilmiştir (Şekil 4.3).



**Şekil 4.3** Modelleme için yeniden sınıflandırılmış bakı verisi.

### **Arazi kullanım kabiliyeti (AKK)**

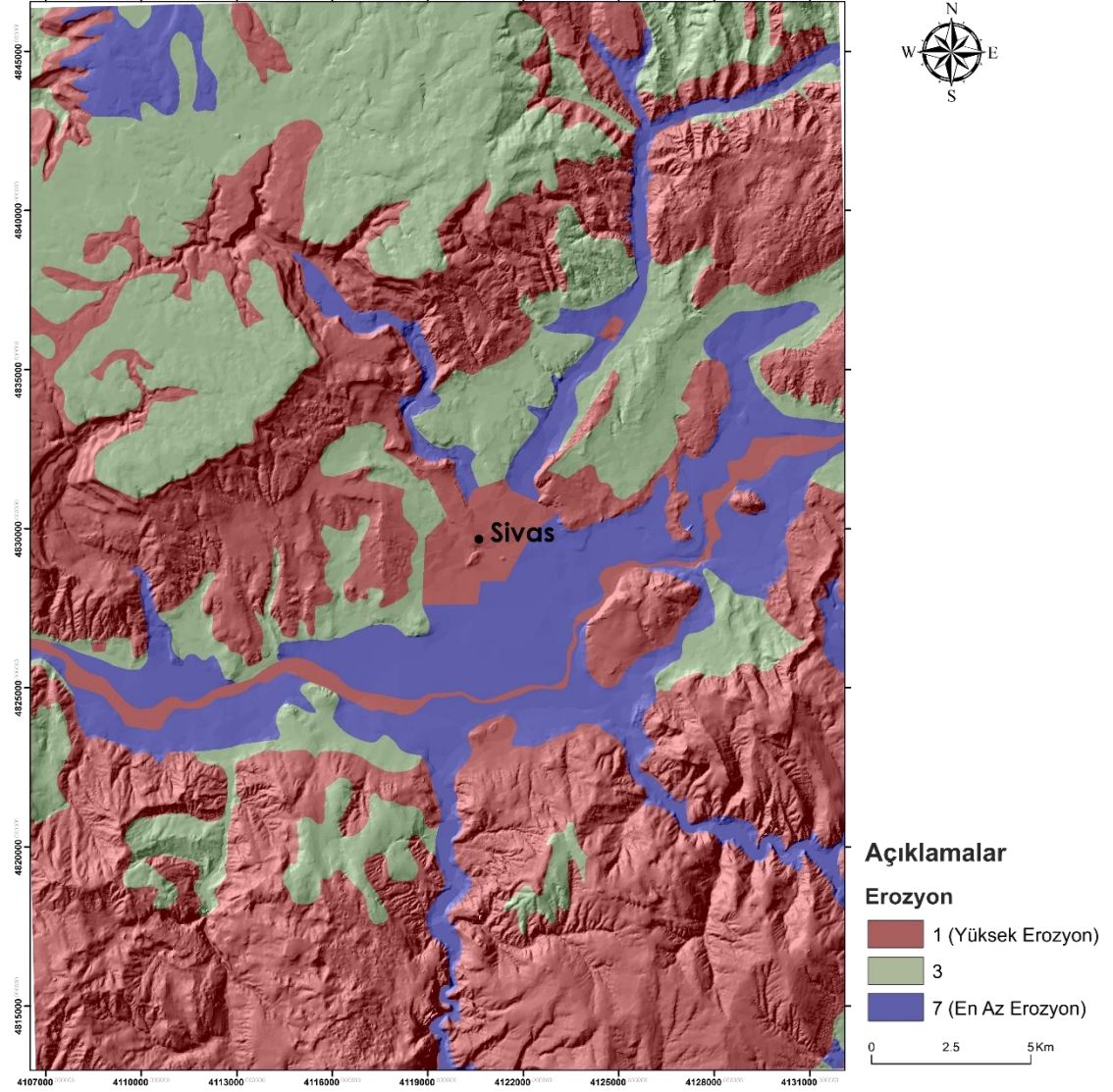
Arazi kullanım kabiliyet sınıfları değerlendirmesinde tarıma uygun olan 1.sınıf, 2.sınıf, 3. sınıf ve 4. sınıfa en düşük sayısal değer olan 1 verilmiştir. 5. sınıfa ait veri bulunmamaktadır. 6.sınıfa 3, 7. sınıfa 5 ve 8. sınıfa en yüksek sayısal değer olan 7 puan verilmiştir (Şekil 4.4).



**Şekil 4.4** Modelleme için yeniden sınıflandırılmış AKK verisi.

## Erozyon

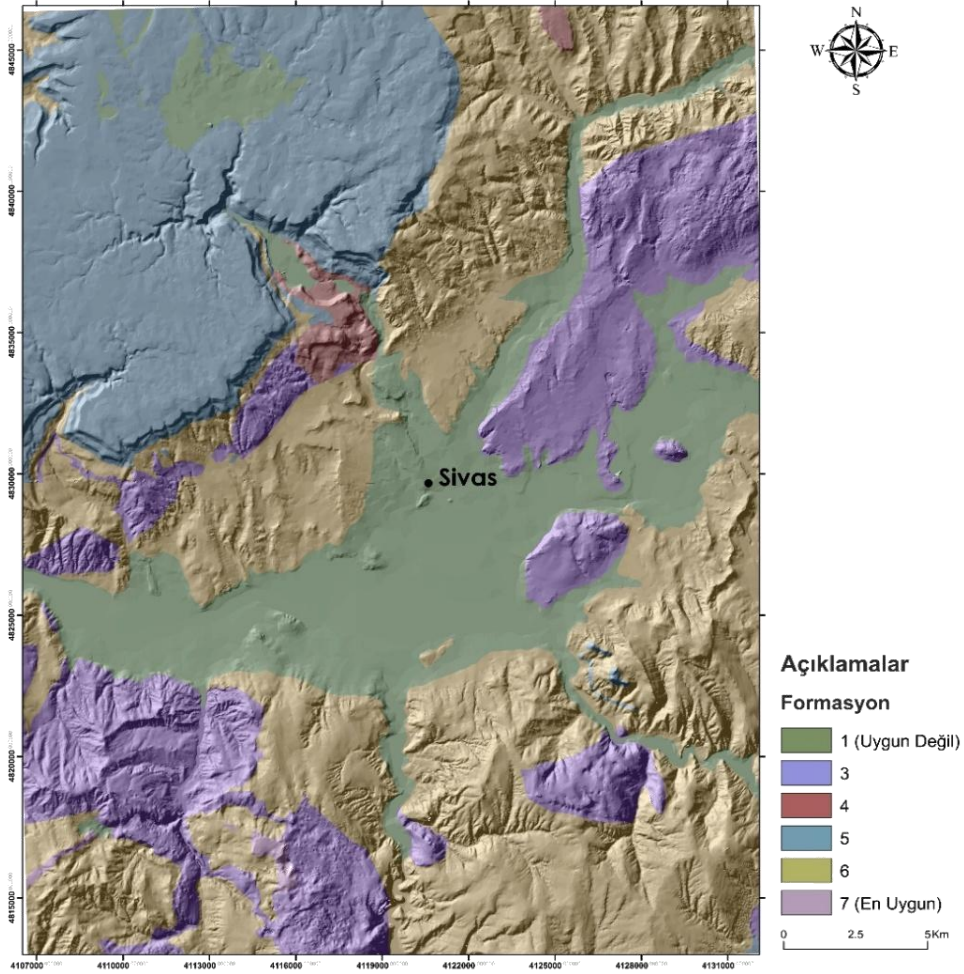
Erozyon değerlendirmesinde Şiddetli ve çok Şiddetli erozyon durumuna 1 değeri, orta Şiddetli erozyon durumuna 3 değeri verilmiştir. Yok yada az erozyon durumuna ise 7 değeri verilmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Modelleme için yeniden sınıflandırılmış erozyon verisi.

## Jeoloji

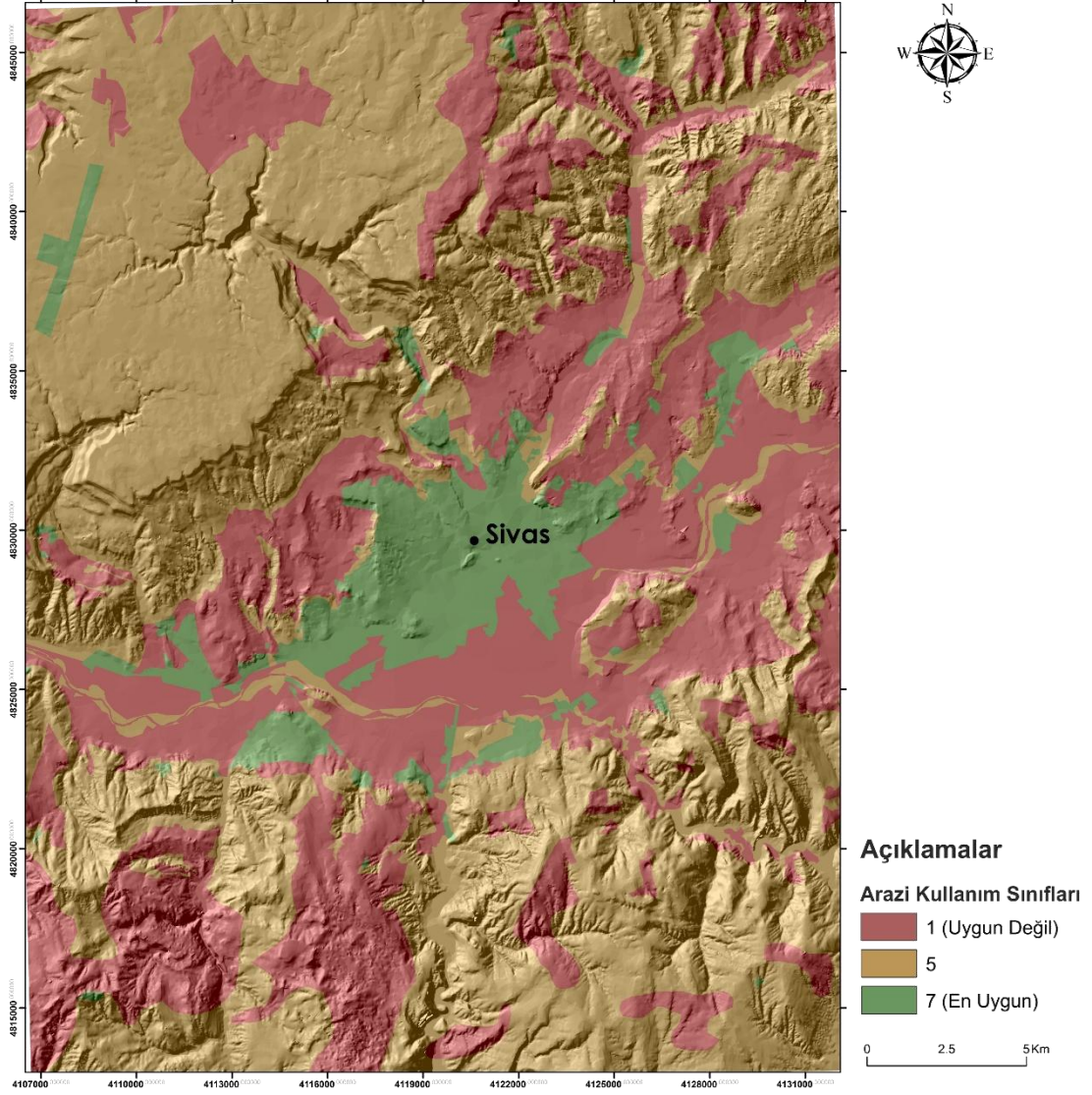
Çalışma alanı incelendiğinde 10 farklı formasyon yer almaktadır. Aşınmanın daha yavaş olduğu sağlam volkanik kayalar ve yerleşim alanları açısından daha az sorun yaratacak çok sıkı kum çakıl içeren formasyon gruplarına yüksek değerler verilmiştir. Jeolojik açıdan genç ve gevşek çökeller olan ve yerleşim açısından sorunlu olan alüvyon ve jips birimlerine düşük değerler verilmiştir. Her ne kadar jips içerikli birimler taşıma gücü ile ilgili sorun oluşturmaya da Yılmaz (2012) “Jips karstının jeolojik miras olarak değerlendirilmesi” ne göre, jips gibi çözünebilir kayaların bulunması ve yeraltı sularının etkisiyle erimesi sonucu boşluklar meydana gelerek çökmelere neden olabilir. Sivas’ta ise bu birimde özellikle şevlerin dik olduğu kesimlerde kaya düşmelerine neden olmaktadır. Ayrıca bu birimler boyunca dolin, düden gibi karstik yapılar gözlenebilmektedir. Puanlamalar da bu durum dikkate alınarak yapılmış ve Şekil 4.6’daki harita elde edilmiştir.



Şekil 4.6 Modelleme için yeniden sınıflandırılmış litoloji verisi.

### ***Arazi kullanımı***

Arazi kullanım kapsamında yerleşim alanlarına 7 sayısal değeri, tarım alanlarına 1 sayısal değeri, tarım dışı alanlara 5 sayısal değeri ve su yüzeylerine ise 1 sayısal değeri verilmiştir (Şekil 4.7).



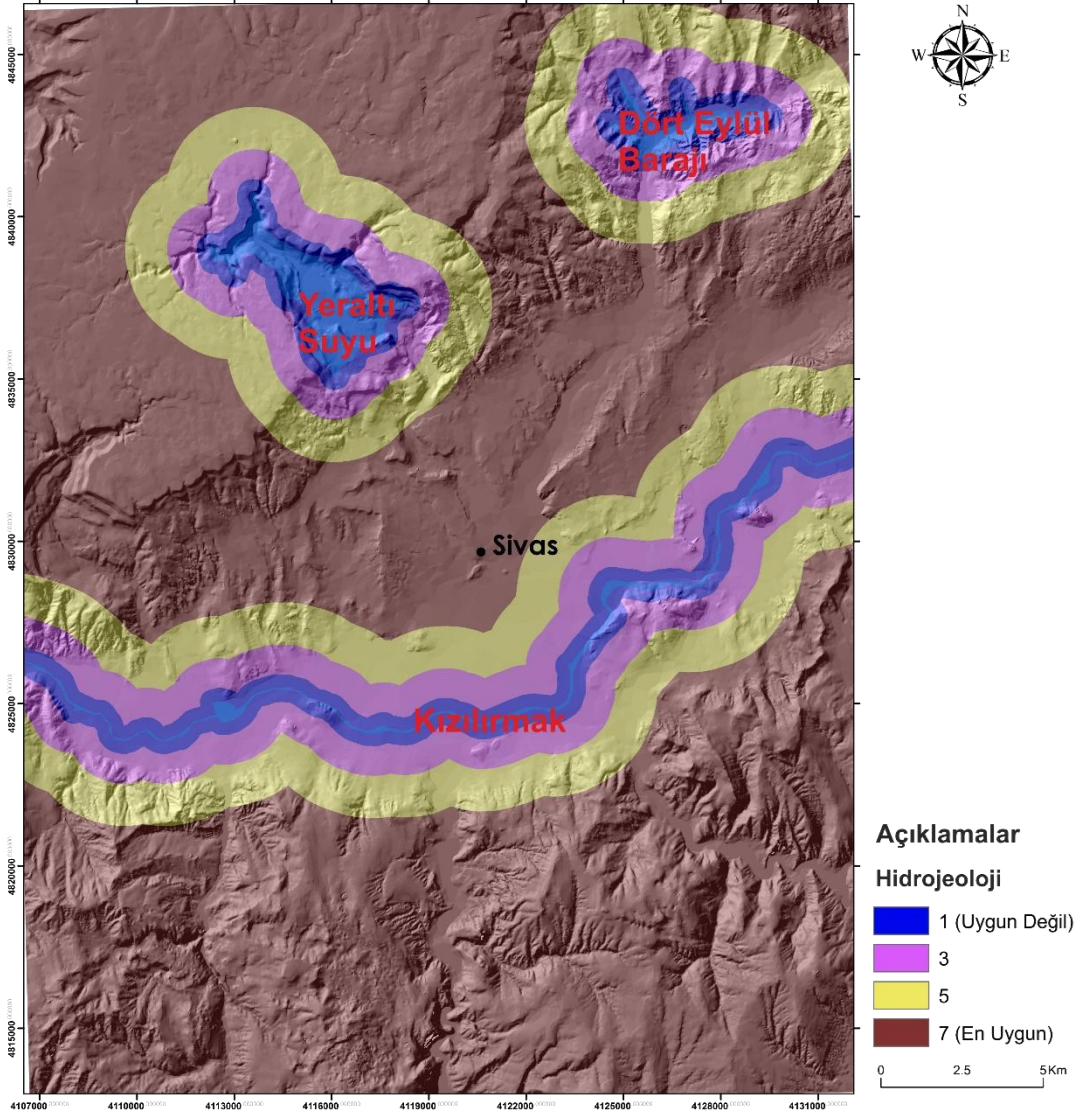
**Şekil 4.7** Modelleme için yeniden sınıflandırılmış arazi kullanım verisi.

### ***Hidrojeoloji ve Su Kaynakları***

Planlama sürecinde yüzey suları ve yeraltı suyu araştırmaları yapılarak hidrojeolojik özelliklerinin ortaya konulması ve içme suyu havzalarının belirlenerek içme suyunun kirletilmemesi açısından koruma planlarının yapılması gerekmektedir (Karakuş, 2009b). Çalışma alanındaki su kaynaklarının koruma alanları “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” nin 17, 18, 19 ve 20. maddelerine göre aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

- a. Mutlak Koruma Alanı:** *İçme ve kullanma suyu rezervuarlarının maksimum su seviyesinden itibaren 300 m genişlikteki şerit, mutlak koruma alanıdır.*
- b. Kısa Mesafeli Koruma Alanı:** *İçme ve kullanma suyu rezervuarlarının mutlak koruma alanı sınırından itibaren 700 m genişliğindeki şerittir.*
- c. Orta Mesafeli Koruma Alanı:** *İçme ve kullanma suyu rezervuarlarının kısa mesafeli koruma alanı sınırından itibaren 1 km genişliğindeki şerittir.*
- d. Uzun Mesafeli Koruma Alanı:** *İçme ve kullanma suyu rezervuarının yukarıda tanımlanan koruma alanlarının dışında kalan su toplama havzasının tümü uzun mesafeli koruma alanıdır. Bu alanın, orta mesafeli koruma alanı sınırından itibaren yatay olarak 3 km genişliğindeki kısmında tamamen kuru tipte çalışan ve endüstriyel atık su oluşturmayan sanayi kuruluşlarına izin verilebilir (Anonim, 2004).*

Bu nedenle su kaynaklarının korunması açısından 300 m, 1000 m ve 2000 m’den fazla olan alanlara tampon (buffer) analizi uygulanmıştır. 300 m’de bulunan alanlar için 1 değeri, 2000 m’den daha fazla alanlar için ise 7 değeri verilmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8 Modelleme için yeniden sınıflandırılmış hidrojeoloji ve su kaynakları verisi.

## **4.2 Analitik Hiyerarşi Süreci ile Modelin Oluşturulması**

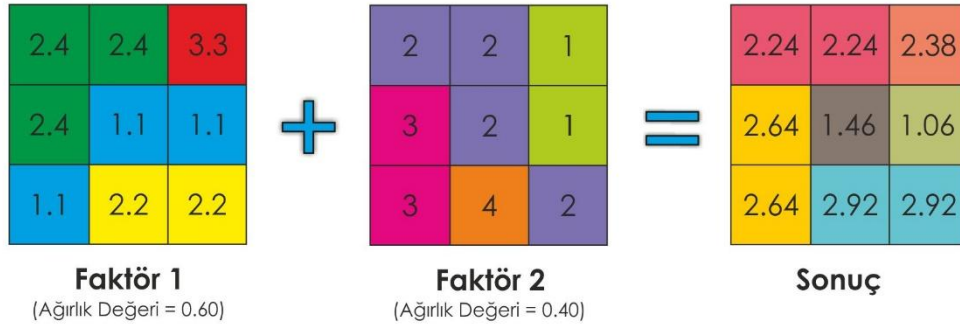
Sivas kent merkezi ve yakın çevresinin yerleşime uygunluk değerlendirmesinde veri tabanını oluşturan faktörlerden jeoloji, su kaynakları, arazi kullanımı, erozyon, arazi kullanım kabiliyet sınıfları, eğim, yükseklik, bakı tematik haritaları kullanılarak çok kriterli karar verme ve analiz yöntemlerinden olan Analitik Hiyerarşi Süreci kullanılmıştır. Marinoni (2009) tarafından geliştirilen ArcGIS için AHP ext\_ahp.dll modülü kullanılarak puanlamalar yapılmıştır ve sonuç haritası üretilmiştir. AHS yöntemi bu süreçte yalnızca ağırlık değerlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

### ***AHS yöntemi kullanılarak ağırlık değerlerinin bulunması***

Bu değerlendirme sürecinde sonuç haritasının elde edilebilmesi için en önemli süreç ağırlık değerlerinin belirlenmesidir. Bu amaçla kullanılan AHS ile ilk önce ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. Bu matrisin oluşturulmasında ki amaç bir faktörün diğer faktöre göre önem sıralamasını ya da baskınlığını belirlemektir ve bunun için ise Çizelge 3.1’de verilen ve 1 ile 9 arasında değişen ölçek kullanılmaktadır. Örneğin, bir faktör diğerine göre biraz tercih ediliyorsa 3 değeri, kesinlikle tercih ediliyorsa 9 değeri verilir. 2, 4, 6 ve 8 ara değerler olarak kullanılırken 1 değeri ise iki faktörün eşit olarak değerlendirilmesi durumunda kullanılır. Faktörlerin kendi ile kıyaslanmaları durumunda yani matriste köşegenlere denk gelen kısımlara 1 değeri verilir. Matris simetrik olduğundan dolayı bir faktör diğerine göre 3 değerini almışsa tersi durumda karşılaştırmada 1/3 değerini alacaktır.

Bu çalışmada ilk olarak karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur (Çizelge 4.2). Daha sonra karşılaştırma matrisinde her bir sütuna ait değerler sütunun toplam değerine bölünmüştür (Çizelge 4.3). Bu aşamaların ardından normalize edilmiş matris değerleri elde edilir ve her bir satırın ortalaması alınarak Öncelik Vektörü olarak adlandırılan değerler, yani her bir faktöre ait ağırlık değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4.4). İkili karşılaştırma matrisinin oluşturulmasında kıyaslama puanları verilirken doğal kaynakların korunabilmesi, afet ve yerleşim risklerinin azaltılması gibi durumlar göz önünde bulundurularak litolojik birimler, su kaynakları ve toprak sınıflarına öncelik verilmiştir.

Bu tezde elde edilen ilgili haritanın oluşturulmasındaki temel mantık Şekil 4.9'da verildiği gibi hesaplanmıştır.



$$\text{Sonuç Hücresindeki İlk Değer} = 2.4 \times 0.60 + 2 \times 0.40$$

Şekil 4.9 Tezde elde edilen haritanın oluşturulmasındaki temel mantık.

Çizelge 4.2 Çalışma alanına ait modellerde kullanılan faktörlere ait Karşılaştırma Matrisi

Faktörler	Jeoloji	Arazi k.	Yükseklik	AKK	Erozyon	Eğim	Su k.	Bakı
<b>Jeoloji</b>	1	2	4	1	3	3	2	5
<b>Arazi kullanımı</b>	1/2	1	3	1/2	3	1	1	7
<b>Yükseklik</b>	1/4	1/3	1	1/3	1	1/3	1/3	6
<b>AKK</b>	1	2	3	1	3	3	2	5
<b>Erozyon</b>	1/3	1/3	1	1/3	1	1/3	1/3	7
<b>Eğim</b>	1/3	1	3	1/3	3	1	1/2	5
<b>Su kaynakları</b>	1/2	1	3	1/2	3	2	1	5
<b>Bakı</b>	1/5	1/7	1/6	1/5	1/7	1/5	1/5	1
<b>Toplam</b>	<b>4.12</b>	<b>7.81</b>	<b>18.17</b>	<b>4.2</b>	<b>17.14</b>	<b>10.87</b>	<b>7.37</b>	<b>41</b>

**Çizelge 4.3** Karşılaştırma matrisine ait normalize edilmiş matris hesabı

<b>Faktörler</b>	Jeoloji	Arazi k.	Yükseklik	AKK	Erozyon	Eğim	Su k.	Bakı
Jeoloji	1/4.12	2/7.81	4/18.17	1/4.2	3/17.14	3/10.87	2/7.37	5/41
Arazi kullanımı	0.5/4.12	1/7.81	3/18.17	0.50/4.2	3/17.14	1/10.87	1/7.37	7/41
Yükseklik	0.25/4.12	0.33/7.81	1/18.17	0.33/4.2	1/17.14	0.33/10.87	0.33/7.37	6/41
AKK	1/4.12	2/7.81	3/18.17	1/4.2	3/17.14	3/10.87	2/7.37	5/41
Erozyon	0.33/4.12	0.33/7.81	1/18.17	0.33/4.2	1/17.14	0.33/10.87	0.33/7.37	7/41
Eğim	0.33/4.12	1/7.81	3/18.17	0.33/4.2	3/17.14	1/10.87	0.5/7.37	5/41
Su k.	0.50/4.12	1/7.81	3/18.17	0.50/4.2	3/17.14	2/10.87	1/7.37	5/41
Bakı	0.20/4.12	0.14/7.81	0.17/18.17	0.20/4.2	0.14/17.14	0.20/10.87	0.2/7.37	1/41

**Çizelge 4.4** Karşılaştırma matrisine ait normalize edilmiş matris değerleri

<b>Faktörler</b>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	Öncelik vektörü (%)
(1) Jeoloji	0.242	0.256	0.220	0.238	0.175	0.275	0.271	0.121	0.2263
(2) Arazi kullanımı	0.121	0.128	0.165	0.119	0.175	0.091	0.135	0.170	0.1383
(3)Yükseklik	0.060	0.042	0.055	0.078	0.058	0.030	0.044	0.146	0.0629
(4) AKK	0.242	0.256	0.165	0.238	0.175	0.275	0.271	0.121	0.219
(5) Erozyon	0.080	0.042	0.055	0.078	0.058	0.030	0.044	0.170	0.0679
(6) Eğim	0.080	0.128	0.165	0.078	0.175	0.091	0.067	0.121	0.1155
(7) Su k.	0.121	0.128	0.165	0.119	0.175	0.183	0.135	0.121	0.1462
(8) Bakı	0.04	0.017	0.009	0.04	0.008	0.018	0.027	0.024	0.024

Tutarlılık oranının hesaplanabilmesi için, aşağıda verildiği gibi ilk olarak Karşılaştırma Matrisi ile Öncelik Vektörü çarpılarak Tüm Öncelikler Matrisi elde edilir.

Karşılaştırma Matrisi	Öncelik Vektörü	Tüm Öncelikler Matrisi
$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 4 & 1 & 3 & 3 & 2 & 5 \\ 1/2 & 1 & 3 & 1/2 & 3 & 1 & 1 & 7 \\ 1/4 & 1/3 & 1 & 1/3 & 1 & 1/3 & 1/3 & 6 \\ 1 & 2 & 3 & 1 & 3 & 3 & 2 & 5 \\ 1/3 & 1/3 & 1 & 1/3 & 1 & 1/3 & 1/3 & 7 \\ 1/3 & 1 & 3 & 1/3 & 3 & 1 & 1/2 & 5 \\ 1/2 & 1 & 3 & 1/2 & 3 & 2 & 1 & 5 \\ 1/5 & 1/7 & 1/6 & 1/5 & 1/7 & 1/5 & 1/5 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0.2263 \\ 0.1383 \\ 0.0629 \\ 0.219 \\ 0.0679 \\ 0.1155 \\ 0.1462 \\ 0.024 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1.942 \\ 1.197 \\ 0.546 \\ 1.878 \\ 0.590 \\ 1.001 \\ 1.260 \\ 0.205 \end{bmatrix}$
	*	=

Daha sonra elde edilen matris değerleri öncelik vektörü değerlerine bölünür:

$$1.942 / 0.2263 = \mathbf{8.581}$$

$$1.197 / 0.1383 = \mathbf{8.654}$$

$$0.546 / 0.0629 = \mathbf{8.680}$$

$$1.878 / 0.219 = \mathbf{8.575}$$

$$0.590 / 0.0679 = \mathbf{8.689}$$

$$1.001 / 0.1155 = \mathbf{8.666}$$

$$1.260 / 0.1462 = \mathbf{8.618}$$

$$0.205 / 0.024 = \mathbf{8.541}$$

Özdeğer olarak adlandırılan  $\lambda_{maks}$ ' ı hesaplayabilmek için bulunan sekiz değer in ortalaması alınır. Matris hesaplamaları excel kullanılarak hesaplanmıştır. Ancak burada verilen değerlerde yuvarlamalar yapılmıştır.

$$\lambda_{maks} = (8.581 + 8.654 + 8.680 + 8.575 + 8.689 + 8.666 + 8.618 + 8.541) = \mathbf{8.626}$$

### Tutarlılık İndeksi:

$$T.İ = (\lambda_{maks} - n) / (n-1) \quad n: \text{Faktör sayısı}$$

$$T.İ = (8.626 - 8) / (8-1) = 0.089 \text{ bulunacaktır.}$$

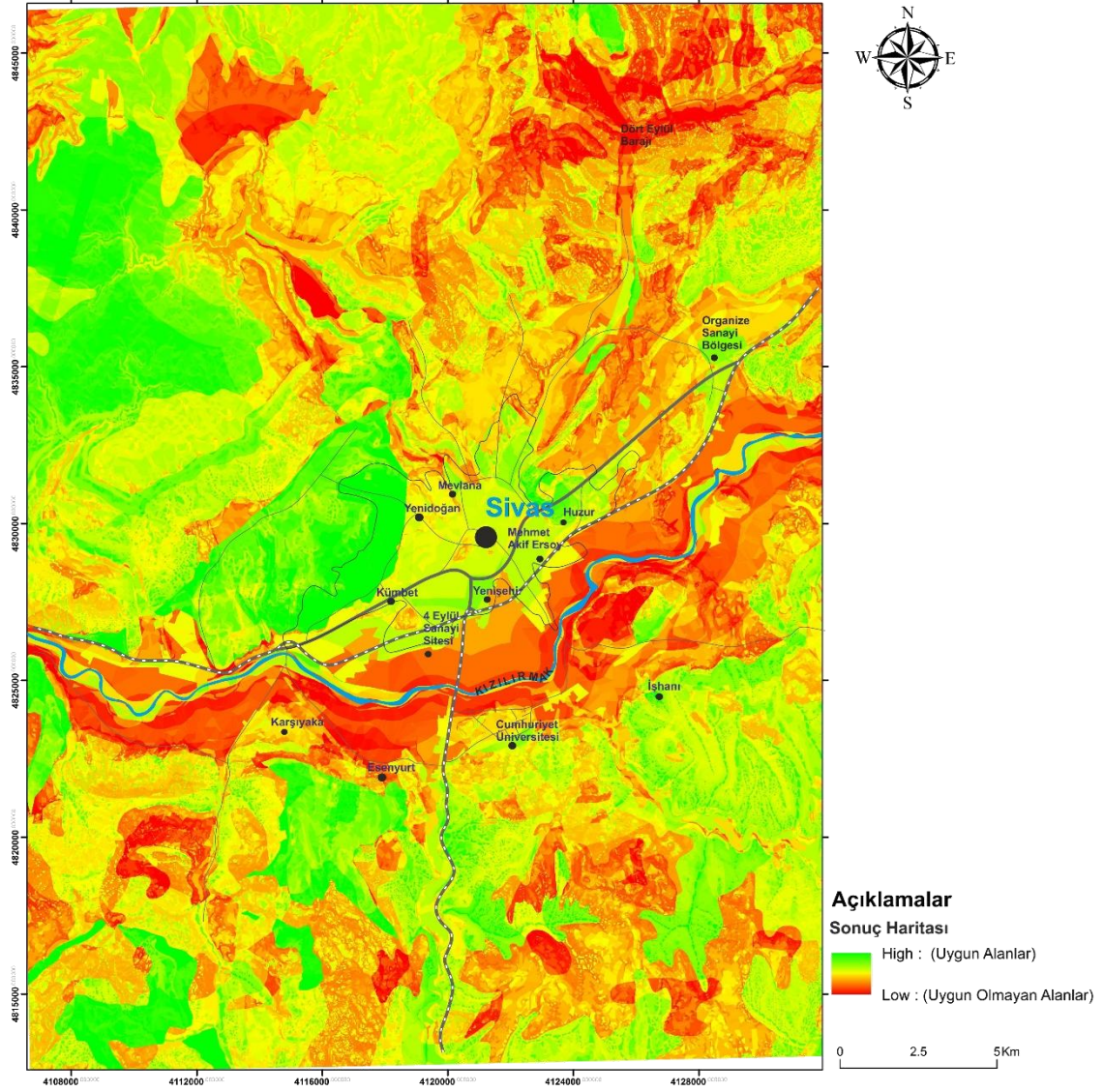
Tutarlılık indeksinin hesaplanmasıyla sonucu [4.5] formülünde verilen Tutarlılık Oranının hesaplanması amacıyla; bu çalışma için belirlenen sekiz faktör sayısına karşılık gelen Rastgele Değer İndeksi 1.41'dir (Bkz. Çizelge 3.2).

$$T.O = T.İ / RI \quad [4.5]$$

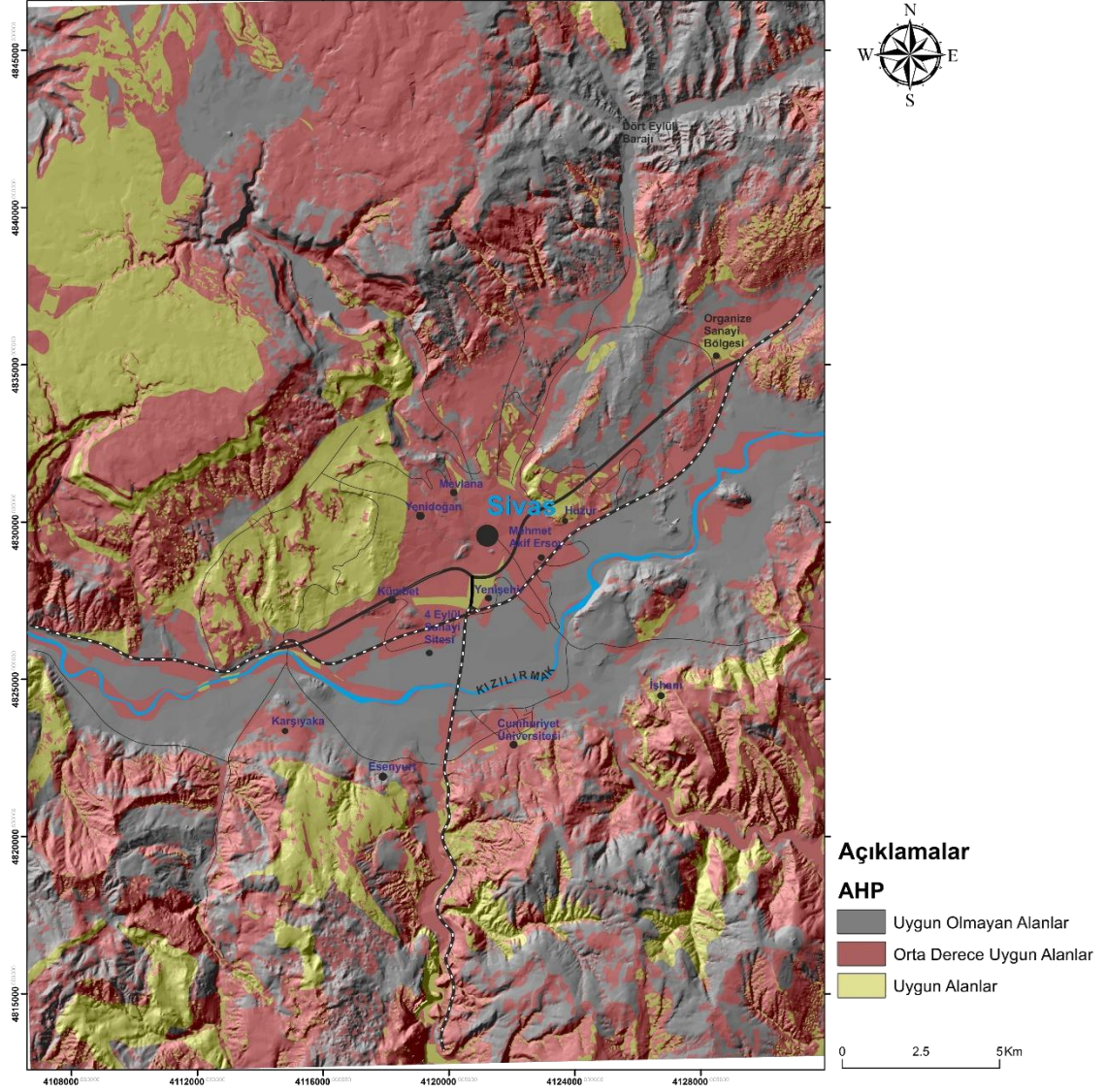
$$T.O = 0.089 / 1.41 = 0.056$$

Bu karşılaştırma matrisi sonucu Tutarlılık Oranı (T.O) "0.056" bulunmuştur. Tutarlılık oranı 0,1 değerinden küçük çıktığı için matrisin tutarlılığı olduğu kabul edilir. Ağırlık değerleri yaklaşık olarak jeoloji % 22 arazi kullanımı % 13, yükseklik % 6, akk % 21, erozyon % 6, eğim % 11, su kaynakları % 14 ve bakı ise % 2 ağırlık değeri şeklinde bulunmuştur. Bulunan ağırlık değerleri sonucu ile ArcGIS programında AHP modülü ile yerleşime uygunluk modeli ile ilgili sonuç haritası oluşturulmuştur.

Bu tez çalışmasında gerçekleştirilen analizler sonucunda Sivas ili için önerilen yerleşime uygunluk modeli ilgili harita aşağıda Şekil 4.10 ve 4.11’ de verilmiştir.



**Şekil 4.10** Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılarak üretilmiş CBS tabanlı Sivas ili merkez orta ölçekli yerleşime uygunluk planı (sınıflanmamış).



Şekil 4.11 Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılarak üretilmiş CBS tabanlı Sivas ili merkez orta ölçekli yerleşime uygunluk planı (sınıflanmış).

## 5. SONUÇLAR

Sivas kentine ait oluşturulan yerleşime uygunluk sonuç haritası incelendiğinde, özellikle çalışma alanının ortasından geçen Kızılırmak, kuzeyde Tavra bölgesine ait yeraltı suyu kaynakları ve 4 Eylül Barajı'nın bulunduğu alanlar ve yakın çevrelerinin uygun olmayan alanlar olduğu görülmektedir. Kızılırmak dolayında alüvyon birimi yoğun olarak bulunmaktadır ve jipsli alanların da yer aldığı bölgede yeraltı suyu sığ seviyede bulunmaktadır. Zemin sıvılaşması açısından en uygun ortamların genç çökel ve yeraltı suyunun sığ ve birkaç metre derinde olduğu ortamlarda sıvılaşma etkileri gözlemlendiğinden dolayı, Kızılırmak yakın çevresinde bulunan yerleşim alanlarının risk taşıdığı düşünüldükçe bu bölgede yoğun yapılaşmadan kaçınılmalıdır. Su kaynaklarının bulunduğu bölgelerde taşkın, heyelan, zemin oturması gibi tehlikelerle de karşı karşıya kalınabileceği için önlemler alınması gerekmektedir. Ayrıca şehirleşmenin artması ile su talebinin de buna oranla artması su kaynaklarının önemini arttırmaktadır ancak kentsel büyüme ile birlikte su kaynaklarının kirletilmesi ve tüketilmesi ciddi problemleri ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle özellikle su kaynaklarının bulunduğu yakın çevreye yerleşim alanları ya da sanayi alanlarının yapılmaması gerekmektedir.

Sivas kent merkezi incelendiğinde ise kent merkezinin topoğrafik açıdan uygun değerlerde yer aldığı gözlenirken, jeolojik açıdan ise büyük çoğunluğu uygun olmayan alüvyon birimlerinin üzerinde yer almaktadır. Arazi kullanım kabiliyet sınıfları bakımından ise I, II, III ve IV. sınıfa sahip tarım açısından uygun araziler üzerinde yer almaktadır. Yapılaşmaların yoğun olduğu Mevlana, Yeni Doğan, Kümbet, Mehmet Akif Ersoy mahalleleri orta derecede yerleşime uygun alanlar içerisinde yer almaktadırlar.

Çalışma alanının güneybatı bölgesinde yerleşim açısından uygun olmayan alanların yoğunlukta olduğu görülmektedir. Jips ve alüvyon birimlerinin ağırlıklı olduğu bölgede, IV, VI, VII ve VIII. arazi sınıfları aynı alanlarda gözlenmektedir. Güney ve güneybatı bölgelerinde yerleşim açısından orta derecede ve uygun olmayan alanların yoğunlaştığı belirlenmiştir.

Kentin güney bölgesinde bulunan yerleşim alanlarından Esenyurt, Karşiyaka ve Cumhuriyet Üniversitesi gelişim göstermiştir ancak bu alanlar da I. ve II. sınıf tarım alanları üzerine kurulmuştur. Ayrıca, yerleşim açısından uygun olmayan ve orta derecede uygun alanlar üzerinde bulunmaktadırlar. Güneydoğuya doğru gidildikçe ise özellikle İşhan bölgesine doğru uygun alanların biraz daha arttığı gözlenmektedir. Çakıltaş-kumtaşı-çamurtaşı birimlerinin yoğun olduğu bölgede arazi sınıfları bakımından tarıma uygun olmayan VII. ve VIII. arazi sınıfları bulunmaktadır.

Kent planlama sürecinde yapılması planlanan yapıların yer seçiminde örneğin, az katlı binalar ya da yol gibi hafif yapılar daha yumuşak ve kolay deforme olabilen zemin üzerine inşa edilebilirken, sanayi tesisleri gibi ağır yapıların daha sağlam zeminlere inşa edilmesi gerekir. Bu tür bir yaklaşım ile yapılması planlanan projelerde maliyet açısından avantaj sağlanabilir. Çalışma alanında Sivas kent merkezi güneyinde bulunan 4 Eylül Sanayi Sitesi alüvyon birim ve I. sınıf tarım toprakları üzerine kurulmuştur.

Çalışma alanının kuzey bölümünde ise yerleşime uygun olmayan alanlar ve orta derecede yerleşilebilir alanların yoğunlukta olduğu dikkat çekmektedir. Kuzeybatı bölümünde Tavra bölgesinde bulunan su kaynaklarının tehlike görmemesi açısından yakın çevresinde gerekli önlemler alınmalıdır. Ayrıca yüksekliğin bu alanlarda fazla olması da çeşitli sınırlamalar oluşturacaktır. Kent merkezinden batı bölgesine doğru gidildikçe ise yerleşime uygun alanlar ve orta derecede uygun alanların yoğunluğu göze çarpmaktadır. VII. sınıf arazi sınıfı ve kireçtaşı, kumtaşı-çamurtaşı-kireçtaşı formasyonları yoğun olarak gözlenmektedir. Çalışma alanının batı, kuzeybatı ve güneydoğu bölgelerinde kentsel gelişimin bu alanlara doğru genişleyebileceğinin öngörülmesi ile birlikte bu alanlarda bulunan erozyon riski de göz önünde bulundurularak önlemler alınmalıdır.

## 6. TARTIŞMALAR

Afet yönetimi kapsamında ilgili parametrelerin dikkate alınmasıyla oluşturulan yerleşilebilirlik analizleri, olası afetler sırasında ve sonrasında potansiyel zararların en aza indirilmesi bakımından çok büyük önem taşımaktadır. Bu konuda gerekli önlemlerin alınması için şehir ve bölge planlamasında yerbilimci, inşaat mühendis, mimar ve şehir plancıların birlikte çalışmaları ve sorumluluk almaları temel bileşendir. Özellikle son 10-15 yılda Coğrafi Bilgi Sistemleri, Uzaktan Algılama, bilgisayar ve yazılım teknolojilerindeki büyük gelişme söz konusu modellerin üretimini daha da kolaylaştırmakta ve hızlandırmaktadır. Ancak bu modellerin sadece teknoloji kullanımı ile doğrulukla elde edilmesi uzman görüşü olmadan hemen hemen olanaksızdır.

Bu tez çalışması kapsamında; Sivas ili için CBS tabanlı olmak üzere orta ölçekte gelecek için gerekli altlığı oluşturacak yerleşime uygunluk modeli harita olarak elde edilmiştir. Tez çalışması sonunda elde edilen model Afet Bilgi Sistemi düzeyinde temel bileşen olarak, şehir bölge plancılarına, afet öncesinde yapılan planlama kapsamında, konut alanlarının yer seçiminde de çok önemli bir yol gösterici olacaktır. Bundan başka bu model afet sonrasında da sorgulama ve analiz yeteneği sayesinde Acil Eylem Planlarının oluşturulmasına ve oluşturulan planların gerektiğinde hızlı ve etkin bir şekilde uygulanmasına yardımcı olacaktır.

Bu tez çalışmaları kapsamında karar destek sistemleri içerisinde yer alan uzman görüşüne dayalı Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılarak Afet Bilgi Sistemi oluşturma sürecinin afet öncesi evresi ve bölge planlarına altlık oluşturacak şekilde yerleşime uygunluk analiz ve sentezleri yapılmış ve potansiyel bölgesel gelişme yönleri belirlenmesine ışık tutulmuştur.

## KAYNAKLAR

- Akbulak, C.** (2010). Analitik hiyerarşi süreci ve CBS ile Yukarı Menderes Havzasının arazi kullanımı uygunluk analizi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 7(2): 557-576.
- Aly, M., Giardino, J., Klein, A.** (2005). Suitability assessment for New Minia City, Egypt. *Environmental & Engineering Geoscience*, Vol. XI, No. 3, 259–269.
- Anonim** (2004). Su kirliliği kontrol yönetmeliği, 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete
- ArcGIS (Version 9.3.1)** (2009). GIS Software. ESRI, N.Y., USA.
- Aydöner, C., Maktav, D.** (2013). Deprem açısından yerleşim yeri uygunluk analizleri. *Havacılık ve uzay teknolojileri dergisi*, Cilt: 6, Sayı: 1 (53-62).
- Banai-Kashani, R.** (1989). A new method for site suitability analysis: an analytic hierarchy process. *Environmental Management*, Vol. 13, No. 6, 693–785.
- Cooke, R.U. and Doornkamp, J.C.** (1990). Geomorphology in Environmental Management: 2nd Edition. *Oxford University Press*, Oxford.
- Çabuk, S.** (2006). Coğrafi bilgi sistemi destekli stratejik çevresel değerlendirme çalışması: Eskişehir kenti için toplu konut alanı yer seçimi. *Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* (Yüksek Lisans Tezi), 182s, Ankara.
- Demiroğlu, D.** (2010). Sivas kent planlarının kentin peyzaj özelliklerine uygunluğunun araştırılması. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* (Doktora Tezi), 241s, Ankara.
- Ersoy, M.** (2012). Kentsel Planlama Kuramları. *İmge Kitabevi Yayınları*, 440s, Ankara.
- Dai, F.C., Lee, C.F., Zhang, X.H.** (2001). GIS-Based geo-environmental evaluation for urban land-use planning: A case study. *Engineering Geology*, 61, 257-271.
- Gazioğlu, Y.** (2010). CBS ile yerbilimsel açıdan yerleşime uygun alanların belirlenmesi: İstanbul örneği. *FBE Jeodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı* (Yüksek Lisans Tezi), 77s, İstanbul.
- Görener, A.** (2009). Kesici takım tedarikçisi seçiminde analitik ağ sürecinin kullanımı. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri dergisi*, Cilt 4, Sayı:1.
- Hafeez, K., Zhang, Y.B., Malak, N.** (2002). Determining key capabilities of a firm Using analytic hierarchy process. *Int. J. Production Economics*, 76, 39-51.
- Karakuş, B.** (2009a). Sivas ve yakın yöresi arazi kullanımı ve çevre yönetimi planlaması. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı* (Doktora Tezi), 116s, Sivas.
- Karakuş, K.** (2009b). Kent Planlaması ve Jeoloji. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları No: 104.
- Kavas, E.** (2009). Analitik hiyerarşik Süreç Yöntemiyle İzmir ilinin heyelan duyarlılığının coğrafi bilgi sistemleri tabanlı incelenmesi. *TMMOB Coğrafi bilgi sistemleri kongresi*, s8, Isparta.
- Kayastha, P., Dhital, P.R., De Smedt, F.** (2013). Application of the analytical hierarchy process (AHP) for landslide susceptibility mapping: A case study from the Tinau watershed, west Nepal. *Computers & Geosciences*, 52, 398–408.
- Kurnaz, T., Ramazanoğlu, Ş.** (2014). Yerleşime uygunluğun Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile sorgulanması, Esenler (İstanbul) örneği. *SAÜ Fen Bil Der* 18. Cilt, 3. Sayı, 171-182.
- Liu, R., Zhang, K., Zhang Z., Borthwick, A.** (2014). Land-use suitability analysis for urban development in Beijing. *Journal of Environmental Management*, 145, 170-179.

- Macharis, C., Springael, J., Brucker, K.D., Verbeke, A.** (2004). "PROMETHEE and AHP: the design of operational synergies in multicriteria analysis. Strengthening PROMETHEE with ideas of AHP", *European Journal of Operational Research*, 153, 307-317.
- Marinoni, O.** (2009). Macro\_ext\_ahp.dll: <http://arcscripsts.edetails.asp?dbid=13764>. Erişim Tarihi: 16.10.2013.
- Marinoni, O.** (2004). Implementation of the analytical hierarchy process with VBA in ArcGIS. *Computers and Geosciences*, 30: 637-646.
- Özşahin, E.** (2014). Coğrafi bilgi Sistemleri (CBS) ve analitik hiyerarşi süreci (AHS) kullanılarak Tekirdağ ilinde deprem hasar riski analizi. *International Journal of Human Sciences*, 11(1), 861-879
- Ouma, Y., Tateishi, R.** (2014). Urban flood vulnerability and risk mapping using integrated multi-parametric AHP and GIS: methodological overview and case study assessment. 6, 1515-1545; doi:10.3390/w6061515.
- Reis, S., Sancar, C., Yalçın, Y., Nişancı, R., Atasoy, M., T, Bayrak ve Ekercin, S.** (2008). Sürdürülebilir yerleşim alanlarının coğrafi bilgi sistemi ile belirlenmesi: Rize ili örneği, 2. *Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*, 13-15 Ekim, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- Saaty, T.L.** (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15: 234-281.
- Saaty, Thomas L.** (1990). "How to make a decision: The analytic hierarchy process". *European Journal of Operational Research*, 48(1), 9- 26.
- Saaty, T.L.** (1991). Some mathematical concepts of the analytic hierarchy process. *Behaviormetrika*, No. 29, pp: 19.
- Simpson, B.J., Purdy, M.T.** (1984). Housing on Sloping sites – A Design Guide, *Longman*, London.
- Susam, T.- Oğuz, İ.** (2006). CBS ile Tokat ili arazi varlığının eğitim ve bakım özelliklerinin tespiti ve tarımsal açıdan irdelenmesi. *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(1), 67-74.
- T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı** (2010). TR72 (Kayseri, Sivas, Yozgat) bölgesi, 2010-2013 Bölge Planı, *Orta Anadolu Kalkınma Ajansı*, 215s.
- T.C. Sivas Valiliği** (2011). Çevre durum raporu, Sivas, 537s.
- Timor, M.** (2011). Analitik Hiyerarşi Prosesi. *Türkmen Kitabevi Yayınları No: 380*, 303s, İstanbul.
- Tüdeş, Ş.** (2011). Planlamada jeolojik eşiklerin değerlendirilmesine ilişkin analitik bir model önerisi-Portsmouth (İngiltere) örneği, *Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 26, No 2, 273-288.
- Türkiye İstatistik Kurumu** (2013). Seçilmiş Göstergelerle Sivas, 177s, Ankara.
- Turoğlu, H.** (2005). Fiziksel planlama ve coğrafi bilgi sistemleri. *Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Ege Üniversitesi, 355-368, İzmir.
- Url-1** < <http://www.mgm.gov.tr/>>, alındığı tarih: 08.12.2014.
- Url-2** < <http://www.oran.org.tr/>>, alındığı tarih: 12.11.2014.
- Url-3**< <http://www.sivastso.org.tr/raporlar.html> > alındığı tarih: 05.10.2014.
- Url-4**< <http://www.sivastso.org.tr/> > alındığı tarih: 03.8.2014.
- Vasiljević, T., Srdjević, Z., Bajcetić, R., Miloradov, V.** (2011). GIS and the analytic hierarchy process for regional landfill site selection in transitional countries: a case study from serbia, *Environmental Management*, DOI 10.1007/s00267-011-9792-3.

- Yaralıoğlu, K.** (2001). Performans değerlendirmede analitik hiyerarđi proses. *D.E.Ü.İ.İ.B.F Dergisi*, Cilt:16, Sayı:1,129-142.
- Yağlıca, E.** (1986). Kentsel yakın evre alanlarının rekreasyonel amaçlı düzenleme kararlarını belirleyen etmenler ve Antakya (Hatay) kentsel yakın çevresinde uygulanması. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* (Doktora Tezi),165s Ankara.
- Yılmaz, E. (2005).** Bir arazi kullanım planlaması modeli: Cehennemdere vadisi rneği. T.C. evre ve Orman Bakanlığı, Doğu Akdeniz Ormancılık Arağtırma Müdürlüğü, evre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 253, DOA Yayın No: 37, Tarsus.
- Yılmaz, I.** (2012). On the value of dolines in gypsum terrains as a ‘‘Geological Heritage’’: an example from Sivas basin, Turkey. *Environ Earth*, 65:805–812.
- Zahedi , F.** (1986). The analytical hierarchy process – a survey of the method and its applications. *Interfaces*, 16(4), s.96-108.

## ÖZGEÇMİŞ



### **Kişisel bilgiler**

Adı Soyadı	Şeyma Ceylan
Doğum Yeri ve Tarihi	Sivas, 08.12.1988
Medeni Hali	Bekar
Yabancı Dil	İngilizce
İletişim Adresi	Cumhuriyet Üniversitesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü 58140 Sivas
E-posta Adresi	seymaceylan88@gmail.com

### **Eğitim ve Akademik Durumu**

Lise	Kongre Lisesi, 2007
Lisans	Cumhuriyet Üniversitesi, 2012
Yüksek Lisans	Cumhuriyet Üniversitesi, 2015

### **İş Tecrübesi**

Cumhuriyet Üniversitesi	Araştırma Görevlisi, 2014
-------------------------	---------------------------