

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SERDİVAN/SAKARYA BÖLGESİNİN YERBİLİMLERİ  
VERİLERİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS)  
KULLANILARAK YORUMLANMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Özge Nur TOÇOĞLU BURUCU**

**Enstitü Anabilim Dalı : JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Levent GÜLEN**

**Mayıs 2019**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SERDİVAN/SAKARYA BÖLGESİNİN YERBİLİMLERİ  
VERİLERİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS)  
KULLANILARAK YORUMLANMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Özge Nur TOÇOĞLU BURUCU

Enstitü Anabilim Dalı : JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 16.05.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı

Üye

Üye

## **BEYAN**

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Serdivan/Sakarya Bölgesinin Yer Bilimleri Verilerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Yorumlanması” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Levent GÜLEN’in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Özge Nur TOÇOĞLU BURUCU

16.05.2019

## TEŞEKKÜR

Öncelikle tez çalışmamın başlangıcından itibaren danışmanlığımı yürüten Prof. Dr. Levent GÜLEN hocama çok teşekkür ederim.

Bu sürecin en başından itibaren her zaman yanımda olan, bilgi ve deneyimleri ile büyük katkı sağlayan ve bu süreci bana kolaylaştıran Arş. Gör. Hilal YALÇIN hocama teşekkür ederim.

Tez alışması için gerekli verilerin sağlanmasında büyük yardım aldığım Serdivan Belediyesi ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Bu süreçte her zaman yanımda olan, manevi desteğini ve sabrını esirgemeyen değerli eşim Mustafa BURUCU' ya çok teşekkür ederim.

Çalışmamın ilk gününden itibaren büyük bir sabır ve anlayış içerisinde maddi ve manevi desteklerini esirgemedi her zaman ve her şartta yanımda olan babam Yılmaz TOÇOĞLU, annem Mücella TOÇOĞLU ve kardeşlerime sonsuz teşekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vi
TABLolar LİSTESİ .....	ix
ÖZET.....	x
SUMMARY .....	xi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ .....	1
BÖLÜM 2.	
BÖLGENİN TEKTONİĞİ VE JEOLojİSİ.....	3
2.1. Türkiye'nin Tektoniği.....	3
2.2. Bölgenin Aktif Tektoniği.....	5
2.3. Bölgenin Genel Jeolojisi .....	7
BÖLÜM 3.	
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) .....	10
3.1. Tanım.....	10
3.2. Coğrafi Bilgi Sisteminin Temel Fonksiyonları .....	11
3.3. Coğrafi Bilgi Sisteminin Bileşenleri .....	13
3.3.1. Donanım (Hardware).....	14
3.3.2. Yazılım (Software) .....	14
3.3.3. Veri (Data) .....	15
3.3.4. Yöntemler.....	15

3.3.5. İnsanlar (People) .....	16
3.4. Coğrafi Bilgi Sisteminin Tarihsel Gelişimi .....	16
3.5. Coğrafi Bilgi Sisteminin Kullanım ve Uygulama Alanları .....	17
3.6. Coğrafi Bilgi Sistemi ve Yer Bilimleri .....	20
3.7. Coğrafi Bilgi Sistemi ArcGIS Yazılımına Genel Bir Bakış .....	21
3.7.1. ArcMap.....	22
3.7.2. ArcCatalog.....	23
3.7.3. ArcToolbox ve ModelBuilder.....	25
3.7.4. ArcGlobe ve ArcScene .....	26
3.7.5. Georeferencing nedir? .....	27
BÖLÜM 4.	
SERDİVAN İLÇESİ İÇİN CBS UYGULAMASI.....	29
4.1. Zemin Parametre Haritalarının Hazırlanması.....	29
BÖLÜM 5.	
SONUÇ VE ÖNERİLER .....	51
KAYNAKLAR.....	53
ÖZGEÇMİŞ .....	57

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A, B, C, D	: Zemin Grupları
AİGM	: Afet İşleri Genel Müdürlüğü
BİB	: Bayındırlık ve İskan Bakanlığı
BZBK	: Bitlis Zagros Bindirme Kuşağı
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
DAFZ	: Doğu Anadolu fay zonu
DBYBHY	: Deprem Bölgelerinde Yapılan Binalar Hakkında Yönetmelik
DSİ	: Devlet Su İşleri
EGS	: Ege graben sistemi
G	: Kayma (Shear) Modülü
GIS	: Geographic Information Systems
h	: Tabaka Kalınlığı
HKY	: Helenik-Kıbrıs Yayı
KAFZ	: Kuzey Anadolu fay zonu
MASW	: Multi-Spectral Analysis of Surface Wave
MTA	: Maden Tetkik ve Arama
N	: Kuzey
NEHRP	: National Earthquake Hazard Reduction Programme
qs	: Zemin Emniyet Gerilmesi
qu	: Zemin Taşıma Gücü
RMS	: Karekök hata değeri
s	: Saniye
T	: Zeminin Doğal Periyodu-Yapı Periyodu
TJVT	: Türkiye Jeoloji Veri Tabanı
To	: Zemin Hakim Titreşim Periyodu
TUCBS	: TUCBS (Türkiye Ulusal CBS Projesi)

$V_s$  : Kayma Dalgası Hızı

$V_{s30}$  : 30 m derinliğin ortalama  $V_s$  (kayma dalgası) hızı

Z1, Z2, Z3, Z4 : Yerel Zemin Sınıfları





## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Uygulama alanı ve çevresine ait coğrafi harita [1]. .....	1
Şekil 1.2.	Serdivan/Sakarya ilçesi ve çevresine ait uydu görüntüsü. ....	2
Şekil 2.1.	Türkiye aktif deprem kuşağı haritası [39]. .....	3
Şekil 2.2.	Türkiye ve çevresi genelleştirilmiş tektonik haritası [41]. .....	4
Şekil 2.3.	Sakarya İli deprem bölgeleri haritası [39]. .....	6
Şekil 2.4.	Sakarya merkezi ve civarının neo-tektonik haritası [40]. ....	6
Şekil 2.5.	Sakarya havzası jeoloji haritası (TOM Raporu, 1999). .....	8
Şekil 3.1.	Coğrafi Bilgi Sistemleri temel fonksiyonları ve verilerin integrasyonu [8]. .....	11
Şekil 3.2.	Veri toplama teknikleri [9]. .....	12
Şekil 3.3.	Coğrafi verilerin raster ve vektör veriler üstünde görünüşleri [10]. ..	13
Şekil 3.4.	Coğrafi bilgi sisteminin temel bileşenleri [9]. .....	14
Şekil 3.5.	ArcGIS yazılım ürünleri [23]. .....	22
Şekil 3.6.	ArcMap'te oluşturulmuş boru hatları haritası ve semboller [24]. .....	23
Şekil 3.7.	ArcMap'te oluşturulmuş rapor ve grafik [24]. .....	23
Şekil 3.8.	ArcCatalog arayüzü ve önizleme özelliği [24]. .....	24
Şekil 3.9.	ArcToolBox arayüzüne Search penceresinden erişim ve ModelBuilder arayüzünde oluşturulmuş yer seçim analiz modeli [24]. .....	26
Şekil 3.10.	ArcGlobe arayüzü ve ArcScene arayüzünde modellenen arazi ve kent [24]. .....	27
Şekil 3.11.	Georeferencing yönteminde koordinatlandırma [24]. .....	28
Şekil 3.12.	Georeferencing yönteminde koordinatlandırılmış (sayısallaştırılmış) imar planı [24]. .....	28
Şekil 4.1.	(MTA Diri Fay Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi zemin sınıfı-grubu. ....	30

Şekil 4.2. (MTA Diri Fay Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan merkezi ve çevresinin zemin sınıfı-grubu.....	30
Şekil 4.3. (MTA Diri Fay Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi jeolojik formasyonları. ....	32
Şekil 4.4. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi sınıvlaşma değerleri.....	33
Şekil 4.5. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi yeraltı suyu seviyeleri.....	34
Şekil 4.6. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan Merkez ve civarı yeraltı suyu seviyeleri.....	35
Şekil 4.7. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi zemin hakim titreşim periyodu değerleri. ....	36
Şekil 4.8. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan merkezi ve çevresi zemin hakim titreşim periyodu değerleri. ....	37
Şekil 4.9. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi Vs30 hız değerleri. ....	39
Şekil 4.10. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi Jeofizik ölçülerden alınan ilk tabaka kalınlık değerleri. ....	40
Şekil 4.11. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi Jeofizik ölçülerden alınan ilk tabaka kayma (S1) dalgası hız değerleri.....	41
Şekil 4.12. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan merkezi ve çevresi jeofizik ölçülerden alınan ilk tabaka kayma (S1) dalgası hız değerleri. ....	42
Şekil 4.13. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi jeofizik ölçülerden alınan ikinci tabaka kayma (S2) dalgası hız değerleri.....	42
Şekil 4.14. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan merkezi ve çevresi jeofizik ölçülerden alınan ilk tabaka kayma (S2) dalgası hız değerleri. ....	43
Şekil 4.15. (MTA Diri Fay Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi ilk tabaka kayma (shear) modülü (G1) değerleri. ....	45

Şekil 4.16. (MTA Diri Fay Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan merkezi ve çevresi ilk tabaka kayma (Shear) modülü (G1) değerleri. ....	45
Şekil 4.17. (MTA Diri Fay Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi ikinci tabaka kayma (Shear) modülü (G2) değerleri. ....	46
Şekil 4.18. (MTA Diri Fay Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan merkezi ve civarı ikinci tabaka kayma (Shear) modülü (G2) değerleri. ....	46
Şekil 4.19. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi jeofizik ölçülerden alınan ilk tabaka zemin emniyet gerilmesi (qs1) değerleri.....	48
Şekil 4.20. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan Merkezi ve çevresi jeofizik ölçülerden alınan ilk tabaka zemin emniyet gerilmesi (qs1) değerleri.....	48
Şekil 4.21. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi jeofizik ölçülerden alınan ikinci tabaka zemin emniyet gerilmesi (qs2) değerleri. ....	49
Şekil 4.22. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan Merkezi ve çevresi jeofizik ölçülerden alınan ikinci tabaka zemin emniyet gerilmesi (qs2) değerleri.....	49

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Adapazarı yakın çevresinde yüzeylenen kayaçların jeolojik özellikleri [4].	9
Tablo 3.1. Coğrafi bilgi sisteminin tarihsel gelişimi [13].	17
Tablo 4.1. S (Kayma ya da Kesme) dalga hızlarınca zemin ve kayala grupları [26].	31
Tablo 4.2. Tablo 4.1.'e göre kaya ve zeminlerin sınıflandırılması [26].	31
Tablo 4.3. DBYBHY (2007)'e göre zemin sınıflaması ve zemin hâkim titreşim periyodu [32].	38
Tablo 4.4. Vs30 hızlarına göre NEHRP zemin sınıflama kriterleri [33].	40
Tablo 4.5. S (Kesme veya Kayma) Dalga Hızlarına göre zeminlerin ve kayaçların gruplandırılması [32].	44
Tablo 4.6. Kayma Modülü değerlerine göre zemin ya da kayaç dayanım sınıfları [36].	47

## ÖZET

Anahtar Kelimeler: Serdivan, CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri), ArcGIS, Harita

CBS'nin alışılmış diğer veri bankalarınınca avantajı, verilerin coğrafi analizlerini yapabilmesi ve verileri çok yönlü olarak görselleştirebilme unsurlarının olmasıdır. Genel veri tabanı prosedürleriyle sağlanmış olan "sorgulama ve istatistiksel analiz" ve klasik haritalarla sağlanmış olan "görselleştirme ve mekânsal analiz" gibi imkânlar, CBS' de toplanmıştır. Bu neticede CBS sistemleri olayları inceleyip araştırma, yorumlama, sonuçlandırma ve planlama faaliyetlerince, alışılmış diğer veri yönetim sistemlerine nazaran büyük üstünlük kurmaktadır. Oldukça geniş kullanım alanını kapsayan CBS, yeryüzüyle ilgili her çeşit coğrafi kaynaklı verileri işleyebilmesi sebebiyle de vazgeçilmez bir araç haline almıştır.

Bu bilgiler ışığında Serdivan Belediyesince onaylanan parsel bazlı zemin raporlardan elde edilen jeolojik ve jeofiziksel veriler ayıklanarak bir veri bankası elde edilmiş ve veriler ArcGIS CBS başlığı altında Serdivan bölgesinin zemin durumunu incelemek ve yorumlamak için kullanılmıştır. İncelemeler sonucunda kullanılan verilerden zemin parametre haritaları oluşturulmuş ve bölgesel anlamda genel bir bilgi verilmiştir.

# **EVALUATION OF EARTH SCIENCES DATA IN SERDIVAN/SAKARYA REGION USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS)**

## **SUMMARY**

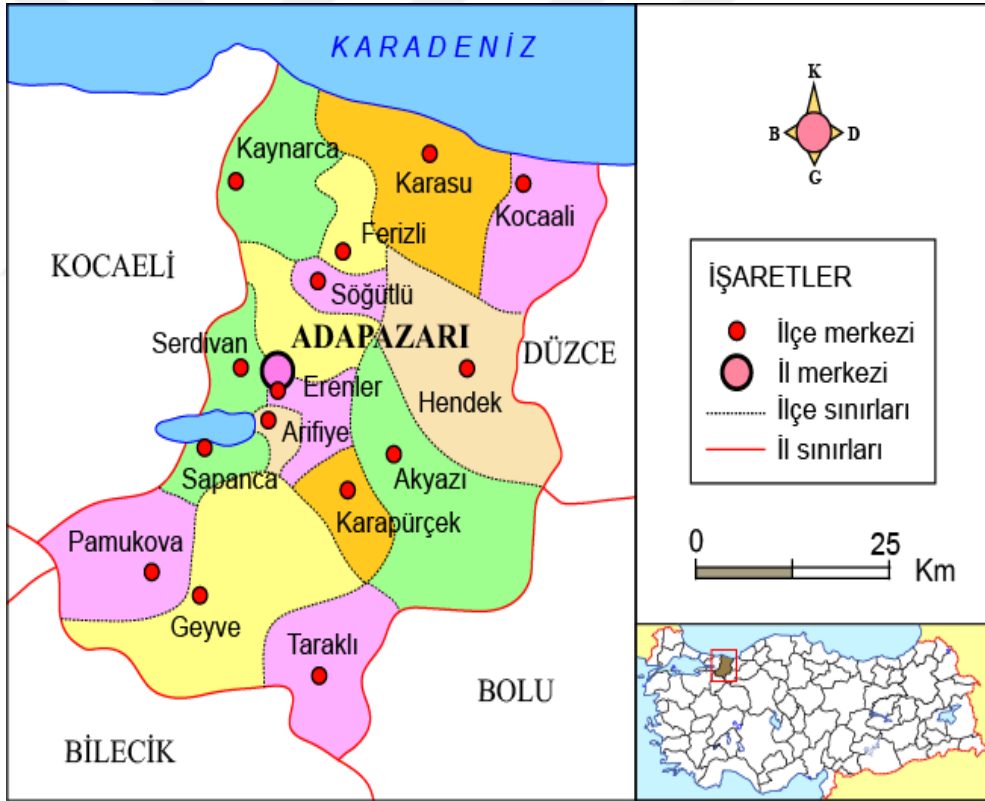
Keywords: Serdivan, IGS (Geographic Information Systems), ArcGIS, Map

The advantage of GIS over the other conventional data banks is that, it can perform geographical analyses of data and can be used to visualize data in a versatile way. Resources such as "inquiry and statistical analysis" of general database procedures and "visualization and spatial analysis" of classical maps have been combined together in GIS. As a result, GIS systems have a great advantage over other common data management systems in examination, interpretation, finalization and planning of events. Covering a wide range of usage, GIS has become an indispensable tool for processing all kinds of geographical data related to the earth.

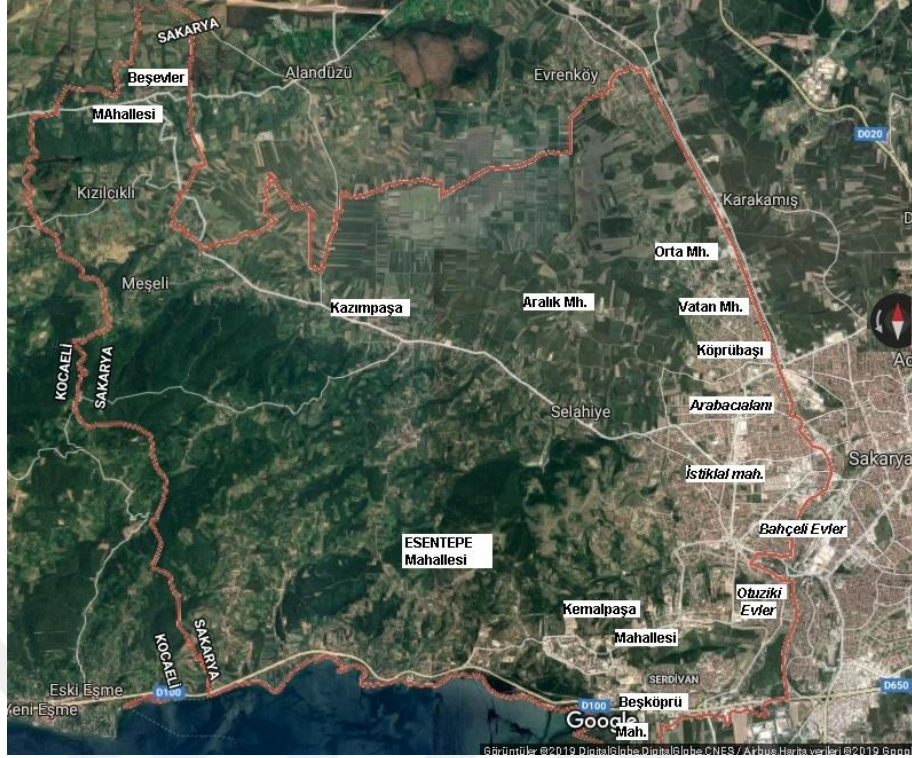
In light of this information, the geological and geophysical data obtained from the parcel based ground reports approved by the Serdivan Municipality were sorted out and a databank obtained. ArcGIS was used to investigate and interpret the ground conditions of the Serdivan Municipality. As a result of the investigations, ground parameter maps were created from the databank and in regional sense general information were provided.

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

Bu uygulamanın amacı, coğrafi yani koordinatlı verilerin girilip depolandığı, yönetilip analiz edildiği ve incelenip değerlendirildiği bir bilgisayar sistemi olan CBS' yi jeofizik, jeolojik ve geoteknik verilere uyarlayarak; uygulanabilirlik, getireceği avantajlar ve çalışma alanını yerel zemin şartlarıyla birlikte ortaya koymaktır. Bu kapsamda, Sakarya/Serdivan ilçesi uygulama alanı olarak belirlenmiştir (Şekil 1.1., 1.2.).



Şekil 1.1. Uygulama alanı ve çevresine ait coğrafi harita [1].



Şekil 1.2. Serdivan/Sakarya ilçesi ve çevresine ait uydu görüntüsü.

Bu tez kapsamında, Serdivan Belediyesi'nden alınan 1163 adet zemin etüd raporunun incelenmesi sonucunda; koordinatları belirlenen her bir zemin raporundan alınan pafta, ada, parsel, formasyon, sondaj, araştırma çukuru, yeraltı suyu, sınılaşma, yerel zemin sınıfı ve grubu bilgileri, jeofizik yöntemler sonucu; Kayma dalga hızı ( $V_s$ ), kayma modülü ( $G$ ), zemin emniyet gerilmesi ( $q_s$ ), zemin hakim titreşim periyodu ( $T_0$ ) parametreleri ve bilgileri incelenmiştir. Bunun sonucunda CBS ortamında değerlendirmek üzere Microsoft Excel yazılımına tablo şekline girilerek bir veritabanı oluşturulmuş, gerekli parametreler kullanılarak haritalama yapılmıştır.

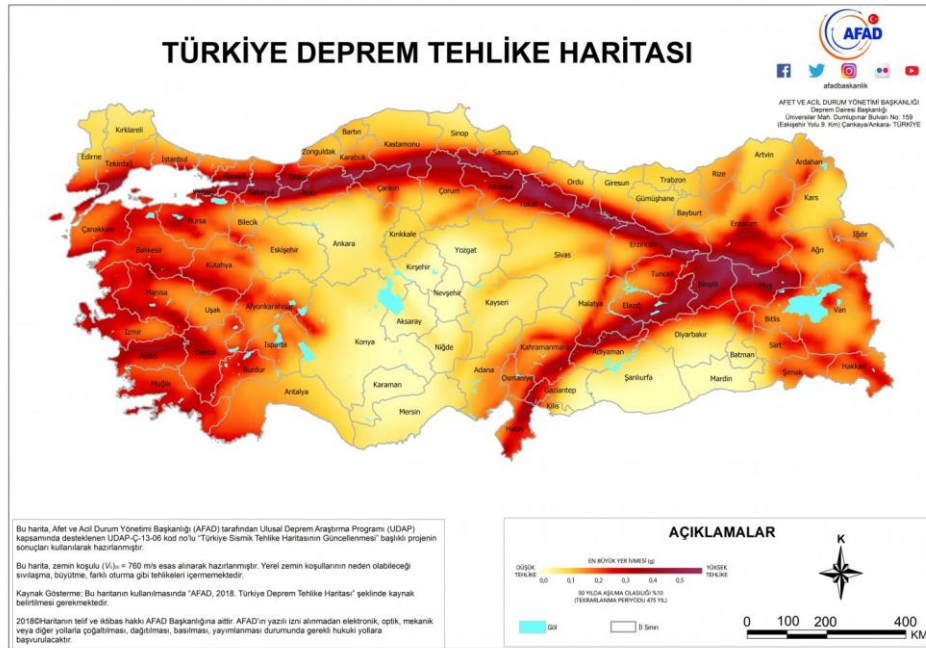
Sakarya ili Serdivan ilçe belediyesinden alınan bu veriler daha sonra çoğaltılarak zemin arşivi adı altında sanal ortamda güncelliğini koruyabilir ve yenilenebilir.



## BÖLÜM 2. BÖLGENİN TEKTONİĞİ VE JEOLojİSİ

### 2.1. Türkiye'nin Tektoniği

Ülkemiz, dünyada aktif deprem kuşakları içerisinde yer alan Alp-Himalaya deprem kuşağı üstünde yer almaktadır. Türkiye'nin yüz ölçümünün yaklaşık % 40 'ı birinci derece (aktif) deprem kuşağı üzerindedir (Şekil 2.1.).

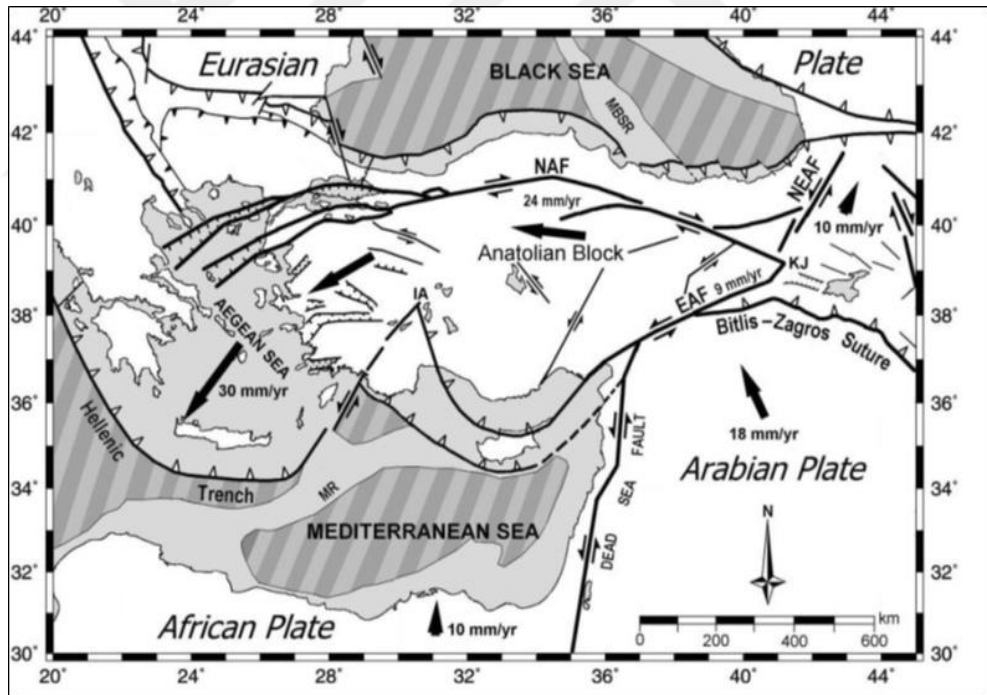


Şekil 2.1. Türkiye aktif deprem kuşağı haritası [42].

Türkiye'yi levha tektoniği açısından değerlendirdiğimizde; Anadolu levhası genel olarak kuzeyden Avrasya levhası, güneyden Afrika ve Arabistan levhalarının birbirlerine göre olan sıkıştırma hareketlerinin bir sonucudur (Şekil 2.2.). Bu sıkıştırma hareketi sonucunda Anadolu levhasının kuzeyinde doğrultu atımlı sağ yönlü Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve onun eşleniği doğrultu atımlı sol yönlü Doğu Anadolu

Fay Zonu (DAFZ) oluşmuştur. Bu sol ve sağ yönlü doğrultu atımlı faylar boyunca Anadolu levhası saat yönü tersinde dönme hareketiyle batıya doğru hareket etmeye başlamıştır. Arap levhasının kuzeye olan hareketi sadece Anadolu levhasını değil, Doğu Anadolu Bölgesinde iç deformasyona uğratmış ve birçok ters atım bileşenli sağ ve sol yönlü doğrultu atımlı fayların meydana gelmesinde etkili olmuştur (Doğu Anadolu Sıkışma Bölgesi). Doğu Anadolu'daki sıkışmanın KAFZ ile batıya taşınması sonucu büyük ve küçük çaplı grabenlerden (çöküntü) oluşan Ege Graben Sistemi (EGS) meydana gelmiştir [2].

Diğer taraftan, Arap levhası ve Avrasya levhasının çarpışması sonucunda Güneydoğu Anadolu Bölgesinin kuzey sınırı boyunca Bitlis-Zagros Bindirme Kuşağı (BZBK) meydana gelmiştir. Aynı şekilde Afrika levhasının Avrasya levhasının altına dalması sonucunda Helenik-Kıbrıs Yayı (HKY) oluşmuştur [2].



Şekil 2.2. Türkiye ve çevresi genelleştirilmiş tektonik haritası [41].

## 2.2. Bölgenin Aktif Tektoniği

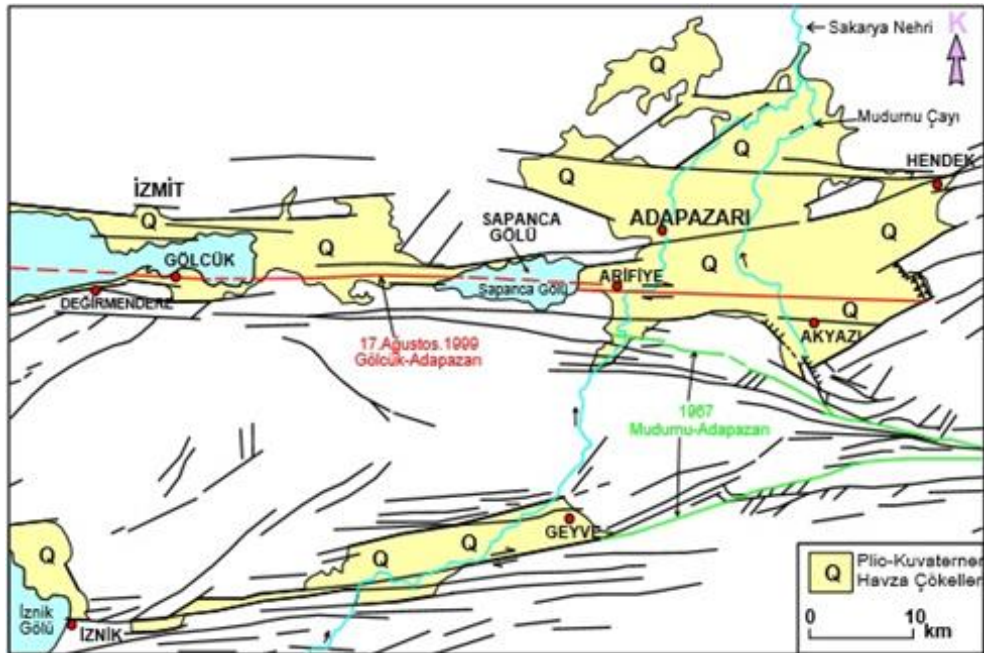
Sakarya, ülkemizin Marmara bölgesi Çatalca-Kocaeli bölümünde bulunmaktadır. Sakarya'nın kuzeyinde Karadeniz, batısında Koaceli ve Bursa, doğu kısmında Düzce ve güney kısmında da Bolu ve Bilecik illeri yer almaktadır (Şekil 1.1.).

Sakarya, tektonik açıdan Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde bulunur ve bölgenin depremselliğini bu fay oluşturur. Sakarya ilinin yaklaşık % 95 lik kısmı I. derece deprem bölgesinde yer almaktadır. (Şekil 2.3.).

Türkiye ve dünyanın en aktif fay kuşaklarından biri olan KAFZ yaklaşık 1500 km uzunluğundadır [3]. KAFZ doğuda Bingöl – Karlıova'dan başlayarak kuzeydoğu yönünde batıya doğru ilerler ve Mudurnu vadisi civarında kuzey kol ve güney kol olmak üzere ikiye ayrılır. Kuzey kol İzmit' den geçerek Marmara Denizi ve Saros Körfezince Yunanistan'a kadar uzanırken, güney kolu ise Geyve, İzmit, Bursa, Balıkesir üstünden Edremit körfezine kadar uzanır [4]. Kuzey Kol KAFZ'nin en aktif segmentidir ve 17 Ağustos 1999 depremi bu kol üzerinde meydana gelmiştir (Şekil 2.4.).



Şekil 2.3. Sakarya İli deprem bölgeleri haritası [39].



Şekil 2.4. Sakarya merkezi ve civarının neo-tektonik haritası [40].

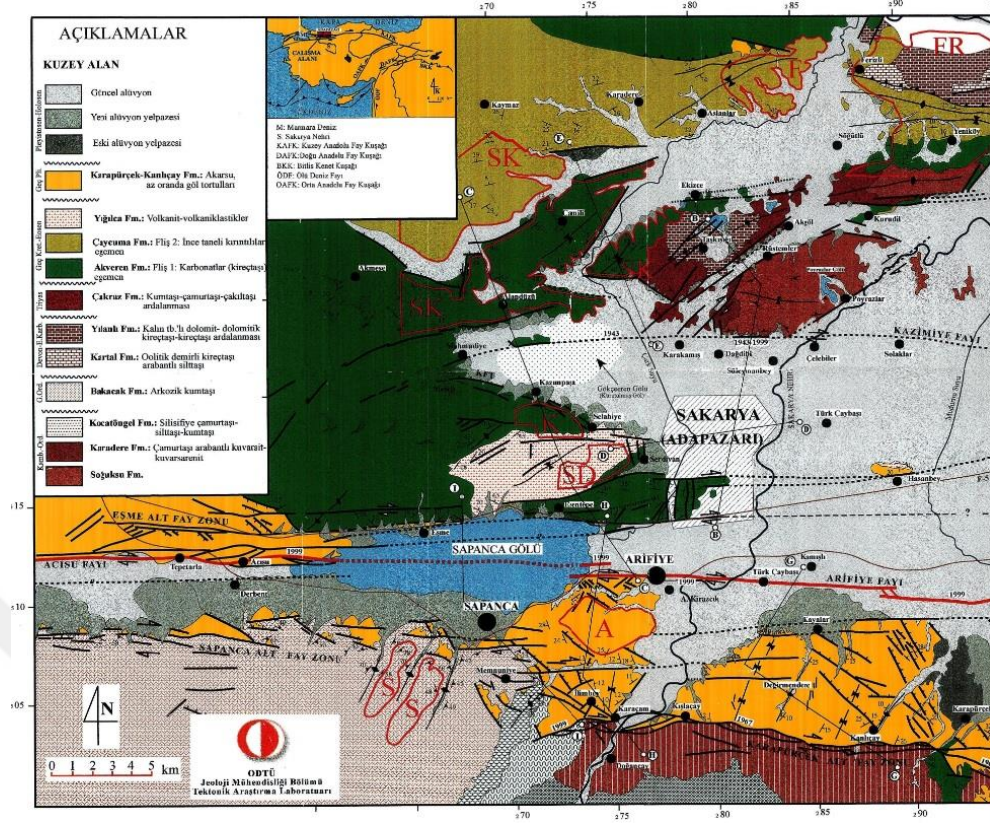
### 2.3. Bölgenin Genel Jeolojisi

Sakarya ovası, Sakarya nehrinin aşağısında ve ilin merkezinde bulunan ovadır. Kuzey Anadolu Fay hattı üzerinde meydana gelen çöküntü alanına Sakarya nehrinin taşıdığı alüvyonların doldurmasıyla da tektonik kökenli olan bir ova oluşmuştur.

Sakarya'nın merkezi ve civarının büyük çoğunluğu bu bölgede yaygın bir alan kapsayan yaşlı Kuvaterner olan alüvyonla özdeşleşmiştir. (Şekil 2.5.). Adapazarı, Hendek, Akyazı ovaları bu sıkışmamış, sertleşmemiş birim olan kil, silt, kum ve çakıl malzemeden oluşmaktadır. Bu alüvyon malzemeler, güneydeki tepelerden Sakarya ve Mudurnu nehirleri sayesinde Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) boyunca taşınarak birikmiştir. Birim olarak çoğunlukla silt- kum- çakıl serileri gözlenmektedir. Bölgede genel olarak baskın olan zemin, değişik yoğunluk ve seviyelerle siltli ve çakıllı kumdan oluşmakla beraber bu birimlerde bantlı veya merceksi şekilde düşük plastisiteli silt ve kil serileri de gözlenmektedir [4,5].

Alüvyon kalınlığı havzanın kenarlarında daha az iken havzanın ortalarına gidildikçe artış göstermektedir. Devlet Su İşlerince (DSİ) şehir merkezinin kuzeydoğusunda yapılmış olan 303 m'lik sondaj sonucunda ana kaya sınırına varılamamıştır. Komazawa ve ark.'nın (2001) yapmış oldukları jeofizik çalışma sonucunda alüvyon kalınlığı  $\approx 1000$  m civarında bulunmuştur. Havzanın güney kısmında Sakarya nehri ve Mudurnu nehrinin ovaya ulaştığı yerlerde oldukça gevşek yeteri kadar sıkılaşmamış, sertleşmemiş çakıllı malzeme daha baskındır. Özellikle alüvyon yelpazeleri havzayı kenardan besleyerek havzanın doğu kısmındaki çakıllı malzemeleri oluşturmuştur. Sakarya nehri ve Mudurnu nehri boyunca havzanın orta kesimlerine doğru gidildikçe gözlemlenen fasiyes değişimleri, havzanın oluşum zamanınca ortaya çıkan yatak değişimlerinin olağan neticesidir. Bölgede çoğunlukla yer edinen birimler yaşlarına göre sırasınca Tablo 2.1.' de gösterilmektedir [4,5].

Genel olarak Serdivan ilçesi inceleme alanının kuzey kısmına çakıl-kum-silt-kil (alüvyon) birimleri gözlenirken, güney kısmının bir bölümü alüvyon diğer bölümünde ise kıltaşı (Akveren formasyonu) birimi gözlenmektedir.



Şekil 2.5. Sakarya havzası jeoloji haritası (TOM Raporu, 1999).

Tablo 2.1. Adapazarı yakın çevresinde yüzeylenen kayaların jeolojik özellikleri [4].

Formasyon	Singce	Yaş	Kalınlık	Litoloji Ve Renk	Oluşum Ortamı	Tabakalanma	Yüzeylenme
Hendek Formasyonu	Oh	Alt Ordovisiyen	1500-2000	Grimsi Sarı-Yeşil Renkli Şeyl Ve Kumtaşı Ardalanmalı, Grimsi Yeşil-Mor Renkli Kumtaşı Arakatkılı Şeyl	Sığ Deniz	Orta,Kalın	Adapazarı Kuzeydoğusu,Çamdağ
Yılanlı Formasyonu	Dey	Orta Ve Üst Ordovisiyen-Alt Karbonifer	10-600	Açık-Koyu Gri,Siyah Yer Yer Beyaz Renkli Rekrystalize Kireçtaşı,Dolomitik Kireçtaşı,Dolomit	Sığ Deniz-Şelf	İnce,Orta Kalın	Adapazarı Kuzeyi , Kuzeydoğusu
Çakraz Formasyonu	Ptç	Permian Triyas	1500	Gri Dolomit,Şeyl,Kırmızı Kumtaşı,Rekrystalize Kireçtaşı,Gereçli Çakıtaşı Çamurtaşı	Karasal	İnce,Kalın	Adapazarı Kuzeyi , Taşkısıği Mevkii Adapazarı Kenti
Akveren Formasyonu	Kta	Meastrihtyen (Üst Kretase)-Alt Eosen	....	Sarı ,Beyaz,Grimsi Yeşil Yer Yer Kırmızı Renkli Killi Kireçtaşı,Marm,Kiltaşı,Çakıtaşı,Resifal Kireçtaşı, Ve Volkanitler (Andezit,Bazalt)	...	İnce,Orta Kalın	Ve Üneybatı Kenarı
Çaycuma Formasyonu	Tç	Alt-Orta Eosen	...	Sarı ,Gri,Grimsi Yeşil Renkli Mika Pullu Kumtaşı Çamurtaşı,Marm,Çakıtaşı,Nummulitli Kuruntılı Kireçtaşı	Yamaç Ve Sığ Deniz Ortamı	İnce Orta Yer Yer Kalın Katmanlı	Adapazarı Batısı
Yığılca Üyesi	Tçy	Alt-Orta Eosen		Koyu Gri ,Kalıvergimsi Gri,Kırmızmsı Gri Renkli Piroklastik Kayalar,Andezit, Ve Bazalt	...	Orta, Kalın	Adapazarı Batı-Güney Batısı
Örencik Formasyonu	Tör	Pliyosen-Miyosen	..	Kırmızı,Sarımsı Kırmızı,Kalıverengi Renkli Çakıtaşı Kumtaşı,Çamurtaşı Ve Kiltası	Akarsu,Sellenme Ve Alüvyon Yel pazesi	Orta-Kalın	Adapazarı Güneyindeki Yüksek Dağların Kuzey Etekleri

## BÖLÜM 3. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS)

### 3.1. Tanım

CBS'nin tek bir tanımını yapmak olanaksızdır. Çünkü her disiplin (Örn: Mühendislik, planlama, çevre bilimi vs.) CBS'yi kendi bünyesindeki uygulama alanları göz önünde bulundurularak tanımlamaktadır. Genel olarak CBS 'yi yeryüzünde mevcut olan konumsal ve konumsal olmayan verileri belli bir hedefe bağlı olarak toplama, kontrol etme, bilgisayar bünyesinde depolama, analiz etme ve görüntüleme ihtiyacını karşılayan teknik araçlar bütünü olarak tarif etmek mümkündür. Yeni bir bilgisayar teknolojisi olarak bilinen CBS, geçmişi çok fazla olmasada dünyada gelişerek hızlı bir biçimde ilerleyen ve kendi bünyelerinde karar vericilere birçok alanda yardımcı dayanak olan bir sistemdir [6].

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS):

- Coğrafi verileri karar aşamasında kullanmak ve yorumlamak amacıyla anlamlı bilgiye çevirebilen,
- Coğrafi veriler ile alfanümerik (veri tabanları) veya diğer nümerik (grafik) bilgileri birlikte kullanmayı olanaklı kılan (kombinasyonlayabilen),
- Tüm bilgileri toplama, saklama, işleme, analiz etme ve görselleştirmek için yararlanılan bilgisayar dayanaklı veritabanı sistemidir [7].

Genellikle CBS uygulama biçimlerine göre farklı isimlerle de ifade edilebilmektedir.

Bazı ifadeler:

- Arazi Bilgi Sistemi (Land Information System)

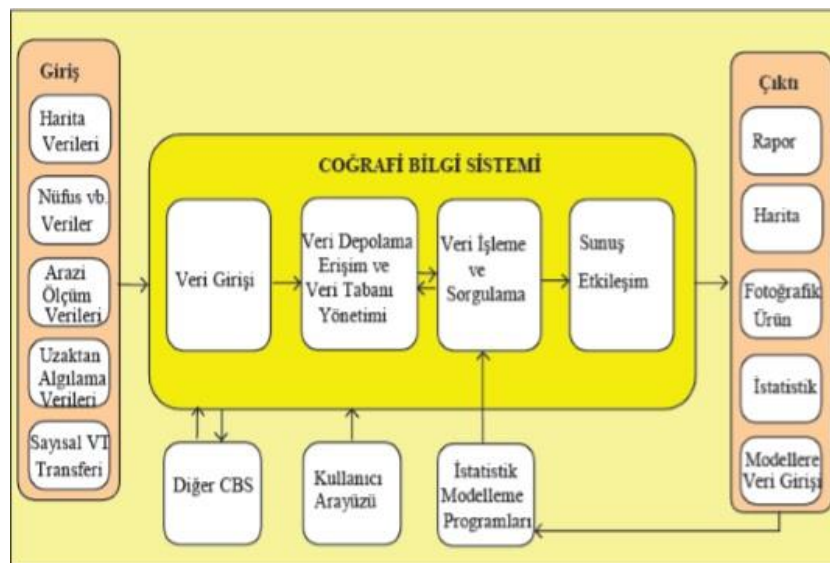


- Çok Amaçlı Kadastro (Multipurpose Cadastre)
- Kadastral Bilgi Sistemi (Cadastral Information System)
- Kent Bilgi Sistemi (Urban Information System)
- Planlama Bilgi Sistemi (Planning Information System)
- Toprak Bilgi Sistemi (Soil Information system)
- Uzaysal Bilgi Sistemi (Spatial Information System)

### 3.2. Coğrafi Bilgi Sisteminin Temel Fonksiyonları

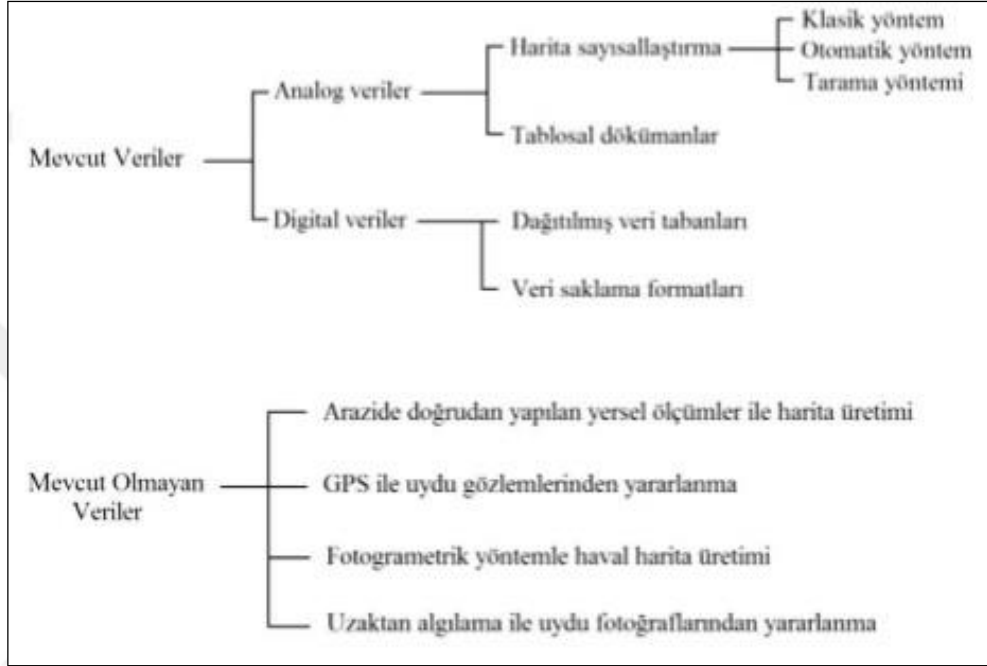
Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS - Geographic Information System) dünya üzerinde bulunan ve sonradan oluşan her çeşit veriyi analiz yapma ve görselleştirme imkanı sağlayan bilgisayar tabanlı bir sistem olmakla beraber aşağıdaki dört ana işlemin uygulanabilmesini sağlamaktadır:

- Verilerin girişi
- Verileri toplamak, depolamak ve saklamak
- Verilerin yönetimi ve analiz edilmesi
- Neticelerin görselleştirilmesi ve yazdırılması (raporlar, harita, vs.) (Şekil 3.1.) [7].



Şekil 3.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri temel fonksiyonları ve verilerin integrasyonu [8].

CBS'nin en çok dikkat gerektiren unsuru veri toplama dır. Çeşitli yöntemler ile elde edilen veriler sonuçlandırılacak bilgi sistemin doğruluğuna direkt etki eder. Bu nedenle verilerin toplama yöntemleri de önemli bir unsur haline gelmektedir. Verilerin toplama teknikleri Şekil 3.2'te gösterilmiştir [9].

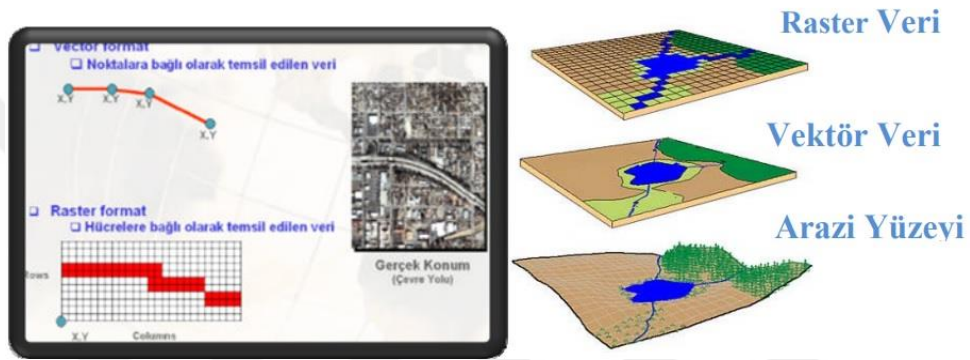


Şekil 3.2. Veri toplama teknikleri [9].

Coğrafi Bilgi Sisteminde dünya üzerindeki bilgiler, raster veri ve vektör veri formatlarında birbirinden ayrı tabakalar halinde depolanmaktadır. CBS' de coğrafi analizler ve sorgulama aşamasında bu formatlar etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Şekil 3.3).

Vektörel Veri, formatındaki konuma dayalı verilerin; çizgi, alan ve nokta özellikleri x,y koordinatsal değerlerle depolanmaktadır. Nokta özelliğinde tek bir x,y koordinat çiftine sahipken (kuyu, trafik levhası, elektrik direği, vb.), çizgi özelliği başlama ve bitim noktaları olarak gösterilen x,y koordinat dizisiyle temsil edilmektedir (Yol, dere, elektrik hattı, vb). Alan özelliği ise, başlama noktası ve bitim noktaları aynı olan x,y koordinatları dizisiyle temsil edilmekte olan veri grubudur (bina, ada, parsel, araziyi kullanım vb.) [10].

Raster Veri, formatındaki konumsal veriler; hücresel olarak temsil edilmektedir. Aynı boyutlardaki hücrelerin birleşmesi şeklinde oluşmakta ve 'pixel' en küçük hücre birimi olarak tanımlanmaktadır. Raster verilerde verilerin hassaslığı, pixel boyutunca değişebilen çözünürlük (resolution) özelliğiyle tanımlanır ve bu verilerde her pixelin sahip olduğu bir değer vardır. Bu değerler kimi zaman coğrafi özelliğe sahip kod değerleri olarak tanımlanabilmekte ve ESRI Grid formatında bu kod değerleri Value Attribute Table (Vat) yapısında depolanmakta ya da o pixel 0-255 renk aralıklarında değişebilen değerler taşımaktadır [10].



Şekil 3.3. Coğrafi verilerin raster ve vektör veriler üstünde görünüşleri [10].

### 3.3. Coğrafi Bilgi Sisteminin Bileşenleri

Bir sistem, uygulama ya da çalışmanın işleyebilmesi ve yürütülebilmesi için bir takım unsurlara gereksinim duyulmaktadır. Coğrafi bilgi sisteminde konumu olan verilerin toplanması, depolanması, işlenmesi, yönetilmesi, analizlenmesi, modellenmesi ve görüntülenebilirliği gibi temel fonksiyonların gerçekleştirilmesi için beş temel unsura ihtiyaç vardır. Bu unsurlar CBS bileşenleri olarak adlandırılan, donanım, yazılım, veri, yöntemler ve insanlardır (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. Coğrafi bilgi sisteminin temel bileşenleri [9].

### 3.3.1. Donanım (Hardware)

CBS'nin işlemlerini sağlayan bilgisayar ve bilgisayarın yardımcı araçlarının tamamı donanım olarak isimlendirilir. Bu sistemin tamamının içerisinde en önemli araç olarak bilinen bilgisayarın, yardımcı donanımlara da gereksinimi bulunmaktadır. Örneğin, sayısallaştırıcı (digitizer), tarayıcı (scanner), yazıcı (printer), çizici (plotter) ve veri kayıt üniteleri (data collector) gibi araçlar bilgisayar teknolojisi açısından CBS'ye önem taşıyabilecek donanımlardır. Günümüzde farklı donanımlar içerisinde çalışan birçok CBS yazılımı mevcuttur. Masaüstü bilgisayarlardan merkezîleştirilmiş bilgisayar sistemlerine, bireysel bilgisayarlardan ağ (network) donanımlı bilgisayar sistemlerine kadar çok farklı donanımlar bulunmaktadır [11].

### 3.3.2. Yazılım (Software)

Coğrafi bilgi ve verileri depolama, analiz etme ve görüntüleme gibi ihtiyaçları ve fonksiyonları kullanıcılara temin etmek amacıyla, gelişmiş programlama dilleri kullanılarak oluşturulan algoritmalar yazılım olarak adlandırılmaktadır. En çok kullanılan CBS yazılımları ArcInfo, MapInfo, SmallWorld, Intergraph, Idrisi, Grass,

Genesis gibi örnek olarak belirtilebilir. CBS' ye yönelik yazılımlarda bulunması gereken bazı temel unsurlar;

- Coğrafi bilgi/veri girişleri ve işlemleri amacıyla gereken araçlar bulundurulmalı,
- Bir veri tabanı yönetim sistemine sahip olmalı,
- Konumsal sorgulama, görüntüleme ve analiz işlemini destekler nitelikli olmalı,
- Ek donanımlarla gerçekleşen bağlantıların olması nedeniyle ara-yüz desteği bulunmalıdır [11,12].

### 3.3.3. Veri (Data)

Coğrafi bilgi sisteminin bileşenleri içinde en önemlilerinden birisi de “veri”dir. Grafikselsel yapılarıdaki coğrafi verilerle tanımlayıcı özelliklerdeki öznitelikler yahut tablosal veriler gerekli kaynaklar aracılığı ile toplanabileceği gibi, piyasada satılan hali hazır olarak bulunan veriler de kullanılabilir. CBS konumu belirlenmiş olan veriyi diğer veri kaynakları ile birleştirip kurumlara ve kuruluşlara ait verileri organize ederek bütünleştirilebilir. Uzmanlarca CBS için temel unsur olarak bilinen veri, aynı zamanda temin edilebilmesi en zor bileşen sınıfına girmektedir. Veri kaynakları çokluk, dağınıklık ve değişken yapıda olmaları bakımından verilerin toplanabilmesi için geniş bir süre ve büyük maddiyat gerekmektedir. Şöyle ki CBS doğrultusunda planlanan bir sistem için sarf edilecek maliyet ve zamanın yaklaşık %50'den fazlası veri toplama işlemi için gerekli olmaktadır [11].

### 3.3.4. Yöntemler

Başarılı bir CBS, çok iyi tasarlanmış iş kuralları ve planlamaya bağlı olarak işlemektedir. Bu çeşit işlevler her kurumun kendine özgü uygulama ve modelleme şekline göre değişmektedir. CBS'nin kurumlar içindeki birimler yahut kurum ve kuruluşlar arası konuma bağlı bilgi akışını randımanlı bir biçimde sağlayabilmesi için buna uyumlu yöntemleri geliştirip uygulaması gereklidir. Bu, konuma bağlı olan verilerin elde edilmesi ve kullanıcıların taleplerine göre üretimleri ve sunulmaları

kesinlikle belirli standartlar ve kurallar dahilinde gerçekleşmelidir. Genelde standartların tespiti şeklinde bulunan bu uygulamalar kurumların yapısal sistemiyle de doğru orantılıdır. Bu maksatla oluşturulan ilkelerin tespiti gerekli yöntem ve yasal düzenlemelerle hazırlanarak belirlenir [11].

### **3.3.5. İnsanlar (People)**

İnsan unsuru olmasaydı CBS teknolojisi daha kısıtlı bir çerçeveye sahip olacaktı. Çünkü insanlar reel dünyadaki hataları ve sorunları iyileştirmek için gereken sistemleri yönetip, gelişim planları hazırlamaktadır. CBS kullanıcıları, sistemleri tasarlayıp korumasını yapan uzmanlardan, rutinleşmiş işlerindeki performanslarını yükseltmek amacıyla bu sistemleri kullanan bireylerden oluşmuş geniş bir kitleyi kapsamaktadır. Bundan dolayı CBS’de kişilerin talepleri ve yine kişilerin bu talepleri karşılama istekleri gibi bir süreçle karşılaşılır.

CBS’nin gelişimi mutlaka, insanların yani kullanan kişilerin ona sahip çıkmasıyla, konumsal her çeşit veri analizi için CBS teknolojisini kullanıp yeteneklerini arttırmalarıyla ve farklı disiplin gruplarına CBS’nin üstünlüklerini tanıtılmalarıyla gerçekleşebilecektir [11].

### **3.4. Coğrafi Bilgi Sisteminin Tarihsel Gelişimi**

Haritasal verileri sayısal ortama taşıyan ve bilgisayar destekli kullanım aracı olan CBS, diğer teknolojiler gibi belli başlı bir tarih sürecinden geçerek olgunlaşmakta ve gelişmektedir. CBS basit sebeplerle ortaya çıkmış, amaç ve ihtiyaçlar doğrultusunda şekil almış ve kurumların istek ve önerileri ayrıca piyasaların yönlendirmesiyle gelişmeye ve büyümeye devam etmektedir.

Dünyada CBS’nin temel taşını oluşturan 1963’ de başlamış ve 1970’ de tamamlanmış olan Kanada Coğrafi Bilgi Sistemleri projesi kritik bir dönemi temsil etmektedir.

Sonralarda yazılımlarında gelişim göstermesiyle kullanıcı grupları, dergiler, kitaplar ve dernekler oluşturulmaya başlanmıştır (Tablo 3.1.) [13].

Tablo 3.1. Coğrafi bilgi sisteminin tarihsel gelişimi [13].

1970 Öncesi	1970	1980	1990	2000
Kanada CBS (CGIS) ve URISA kuruldu (1963)	Kanada CBS tamamlandı ve ilk CBS sempozyumu düzenlendi (1970)	ESRI Arc/Info CBS yazılımını piyasaya sürdü ve GPS uygulamaya geçti (1981)	MapInfo Professional Piyasaya sürüldü, IRS-1B ve ERS-1 uydusu fırlatıldı (1991)	Mobil CBS yazılımı/ArcPad piyasaya sürüldü (2000)
ESRI ve Integraph kuruldu (1969)	Landsat Uydusu fırlatıldı (1972)	İşlem şirketi kuruldu (1984) GRASS yazılımı geliştirildi ve Mapping Awareness dergisi yayımlandı (1985)	JERS-1 uydusu fırlatıldı, GIS Europe yayımlandı, ArcCAD, MapBasic ve MapeXtreme piyasaya çıktı, Sayısal Grafik kuruldu (1992)	ArcGIS 8.1 piyasaya sürüldü (2001)
	ERDAS kuruldu (1978)	MapInfo kuruldu, SPOT uydusu fırlatıldı ve Burrough ilk CBS kitabını yazdı, PC Arc/Info çıktı (1986)	Open GIS Cons. Kuruldu, Türksyed 1. Ulusal CBS Semp. Düzenlendi (1994)	Tübitak BiİLSAT uydusu fırlatıldı (2003)
		Chorley rapor hazırlandı, IJGIS dergisi yayımlandı, Idrisi hayata geçti (1987)	RADARSAT-SAR uydusu fırlatıldı (1995)	ArcGIS 9 ve MapeXtreme .NETs piyasaya sürüldü (2004)
		Smallworld TransCAD yazılımları piyasaya çıktı, TIGER açıldı, Türkiye'de EGHAS yazılımı geliştirildi (1988)	AGIS yazılımı geliştirildi, IRS-1D ve Landsat-7 uydusu fırlatıldı, Arc/Info 8 ve ArcIMS geliştirildi (1997)	Quicbird uydusu fırlatıldı (2005)
		NETCAD firması ve EMI Mühendislik kuruldu (1989)	ICONOS uydusu fırlatıldı (1999)	

### 3.5. Coğrafi Bilgi Sisteminin Kullanım ve Uygulama Alanları

CBS'nin kullanım alanları genel olarak, belediyeçilik, kent ve bölge planlama, mühendislik uygulamaları, tarım, çevre koruma, ormancılık ve doğal kaynak yönetimi, hidroloji, su kirliliği, maden tarama-çıkarma, petrol arama, jeoloji, jeofizik ve arkeoloji, ulaşım, navigasyon sistemleri, savunma ve güvenlik amaçlı uygulamalar, eğitim, ekonomi, ticaret, bankacılık, basın ve medya, yönetim, istatistik, araştırma-geliştirme olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yapılmış olan araştırmalar neticesinde CBS teknolojisi adı altında 9 temel uygulama alanında çalışmalarının bulunduğu gözlemlenmiştir. Bunlar;

Tesis ve Demirbaş Envanteri: Doğal kaynakları en yarar sağlayacak biçimde kullanma amacıyla yeryüzeyinin altında ve üstünde dağınık halde bulunan nesnelerin sayımı, dağılımı, konumlandırılması, analiz işlemleri vs.

Coğrafi Veri Toplama ve Üretimi: Uzaya bağlı veri tabanı oluşturmak ve güncellemek amacıyla coğrafi verileri toplanmak. Örnek olarak; arazi ölçümleri ve mühendislik, elektronik kontrol, sayısal haritalar üretme, sayısal arazi ölçümleri vs.

Harita ve Plan Üretiminde: Sağlıklı bir planlama yapmak için, karışık verileri daha hızlı biçimde işleme ve güncel olan veriler ile çalışma imkanı olan bu sistemler planlama bölümü açısından büyük kolaylık sağlamaktadır. Bu sistemlerden planların üretimi ve haritalardaki baskı kalitesi işlemlerinde de yararlanılmaktadır. Örnek olarak; tematik ve planimetrik haritaların, deniz, topografya vb. haritaların dağıtımında ya da diğer elektronik veya basılmış olan belgelerin içinde bulunmak amacıyla üretilmeleri.

Kaynak Tahsisi: Doğal yapı ve insan yapısı olan kaynakları politika, ekonomi yahut sosyal ölçütlerce tahsisi gereği kalite, konum, sayı ve hareketlerin analizlerinde uygulama bulmuştur. Pazarlamalar, satış bölge planlamaları, hizmet ağı dağıtımları, öğrenci yerleştirmeleri gibi uygulamalarca kullanılmaktadır.

Rota ve Akış Optimizasyonu: Ulaşım ağları analizleri, hizmet ağları kapasitesi yönetimleri vs. Örnek olarak; okul servisleri yol planlarının yönetilmesi, dağıtım ve toplama araçlarının yol planları ve zamsal yönetimleri gibi uygulamalarda oryantasyonu ve uygun değerlerce çözümlemeyi amaçlamaktadır.

Rota Seçimi ve Navigasyon: Güvenlik ve sağlıkla alakalı olayları izleme, analizleme ve görüntülenme işlemlerinde CBS büyük fayda sağlamaktadır. Bu hizmetlerin hızlı, sürekli, yüksek güvenilirlikli ve ekonomik olarak gerçekleştirilebilmesinde CBS teknolojisinin rolü büyüktür. Örneğin; belirlenmiş kriterlerce bir ağ içerisinde en elverişli rotanın seçilmesi gibi uygulamalarda, acil hizmet araçlarının hizmete gönderilme durumlarında, tehlikeli madde taşıyan araçların ve taksilerin güzergâhlarını belirlenme uygulamalarında kullanılır.

Tesis Yerlerinin Belirlenmesi: Tesis yerleri için en elverişli bölgeleri araştırmak ve saptanmak amacıyla kullanılabilir. Örneğin; üniversiteler ve araştırma



kurumları, sosyoekonomik ve endüstriyel alanlardaki araştırmalar kolaylıkla doğru bir biçimde yapabilmekte ve genel olarak itfaiyeler, karakollar, fabrikalar, alışveriş merkezleri ve tehlikeli atık depolama yerleri ve bunun gibi yerlerin seçilmesi için buna uygun alanlarda kapsamlı çalışmalar yapılmaktadır.

**Yeraltı ve Yerüstü Değerlendirmeleri:** Yeraltı ve yerüstündeki kaynakların tespit edilmesi, korunmaya alınması, kazançlı bir biçimde kullanılması için burada bulunan fiziksel oluşumların analizlerinde kullanılabilir. Mesela; Topoğrafik, jeolojik, meteorolojik ve jeofiziksel anomalilerin modellenmesi vb. çalışmaları kapsamaktadır. **İzleme ve Gözleme:** Tamamlayıcı ve düzenleyici tedbirler geliştirmek amacıyla, üzerinde çalışılan süreci anlamada tekrarlı olayları kayıt altına almak, analizlemek ve çözüm üretmek için kullanılabilir. Örneğin; reklam kampanya sonuçları izlenme, seçim, suç, trafik kazaları ve çevre analizleri vs. gibi uygulamaları kapsamaktadır [14].

Diğer taraftan belediyeler, ülkemizde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin resmi kurumlar açısından en geniş kullanım alanına sahip birimdir. Belediyeler sayesinde oluşturulmuş altyapısal bilgilerle araziye bağlı diğer bilgiler bütünleştirilemediğinden ve konuma bağlı bilgi sistemleri oluşturulmadığından, birden fazla alanda teknik altyapı kadastro bilgilerinden faydalanamamakta ve ülkemiz genelinde farklı kurumlarca yapılmış olan üretim çalışmaları ve uygulamalarındaki veri tekrarlamalarından dolayı bu durum oldukça büyük kaynak israfına yol açmaktadır. Örneğin; bir kentte kentsel dönüşüm çalışmalarına başlamadan önce o belediyenin öncelikle Kent Bilgi Sistemini kurması ve altyapı bilgileri, araziye ilişkin diğer bilgilerle entegre edebilmesi, teknik altyapı kadastro bilgilerinden yararlanabilmesi sağlandıktan sonra kentsel dönüşüm çalışmalarına başlaması gereklidir [15].

“Aynı zamanda 03.07.2005 tarihli ve 5393 sayılı Belediye Kanunu’nda belediyelerin görev ve sorumluluklarını hükme bağlayan 14. maddesinin birinci fıkrasında, “Belediye, mahalli müşterek nitelikte olmak şartıyla; a) (...) coğrafi ve kent bilgi sistemleri (...) hizmetlerini yapar veya yaptırır.” denilmektedir. Yine 10.07.2004 tarihli ve 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu’nun 7. maddesinde “Coğrafi ve

kent bilgi sistemlerini kurmak” büyükşehir belediyelerinin görev, yetki ve sorumlulukları arasında sayılmaktadır.” Bu durumda yerel yönetimler açısından coğrafi ve kent bilgi sistemlerinin, etkin ve verimli kentsel hizmet sunumunu kolaylaştıran araçlar dizisi olmanın yanında, yasal mevzuat gereği yerine getirilmesi gereken bir görev alanına dönüştüğü de net olarak görülmektedir [16].

Üniversiteler de ülkemizde CBS’yi yaygın olarak kullanan diğer kurumlar içerisinde bulunmaktadır. Üniversitelerde ve bölümlerde birçok farklı projelerin yürütülmesi amacıyla kullanılan CBS aynı zamanda eğitim amacıyla da kullanılır. CBS eğitimleri; üniversiteler vesilesiyle bazı bölümlerde (Coğrafya, Jeoloji, Jeofizik, Şehir Planlama vb.) ders olarak işlenmektedir [19].

### **3.6. Coğrafi Bilgi Sistemi ve Yer Bilimleri**

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) 1970’lerden beri Coğrafya, İnşaat Mühendisliği, Bilgisayar Bilimi, Arazi Kullanım Planlaması ve Çevre Bilimini içeren bir takım akademik disiplinleri kapsayan araştırma ve uygulama alanlarına doğru ilerlemiştir. CBS, yerbilimi çalışmalarında kullanılacak geniş bir aralığı kapsayan konumsal sorgulamaları desteklemektedir ve gelecekteki yer modelinin geliştirilmesinde ve uygulamasında önemli bir rol oynayacaktır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri, coğrafi verilerin depolanması, geri alınması, işletilmesi, analiz edilmesi ve haritalanması için tasarlanmış ve geliştirilmiştir. CBS’nin merkez elemanı yer referans sisteminin kullanılmasıdır. Bunun sonucunda, belirli bir lokasyondaki veriler diğer lokasyonlarla ilişkileri içerisinde analiz edilebilmektedir. Hem düzlemsel hem de dünya çapında koordinat sistemleri sıklıkla kullanılmaktadır [18].

Örnek olarak; bir depremden sonrası farklı amaçlar için kullanmak üzere, farklı detay ve ölçeklerde ulaşma ve yerleşim haritaları, sanayi tesisi ve kimyasal madde bulduran tesisler, benzin istasyonlarının gaz deposu ve petrol deposu konumlarını içeren haritalara ihtiyaç duyulabilmektedir. Bu haritalar da CBS yardımıyla veri

tabanlarından gereken verilere ulaşılma sonucunda, oldukça rahat ve kısa sürelerde hazırlanabilmektedir [19].

Örneğin; Maden Tetkik ve Arama (MTA) ve CBS uygulamaları; bilim adına olan çalışma ve uygulamalar çerçevesinde MTA Genel Müdürlüğü yerbilimleriyle alakalı her çeşit veri üretiminden sorumlu durumdadır. MTA kuruluşundan itibaren Türkiye genelince jeoloji, jeofizik, maden ve enerji kaynakları, doğal afetler, deniz jeolojisi, çevre gibi farklı yerbilimleri dalları konusunda bilgi üretmiş, bunları raporlar ve haritalar haline dönüştürmesiyle belge veya elektronik ortamda kamu ve özel sektörün hizmetlerine sunmuştur [20, 21].

### **3.7. Coğrafi Bilgi Sistemi ArcGIS Yazılımına Genel Bir Bakış**

ArcGIS yazılımı ESRI firması aracılığıyla geliştirilmiş, CBS adı altında geniş bir kullanıma sahip olan bir yazılım türüdür. ArcGIS yazılımı vektör ve raster veri görüntüleme özelliklerinin yanında veri tabanı bilgilerini etiketleme, raporlama ve grafiklerle göstermeleri de mümkün kılmaktadır. ArcGIS, CBS konusunda masaüstü, sunucular, web kullanıcıları ve arazide çalışanlar için ölçeklendirilebilir bir sistem ile çalışmaktadır. ArcGIS ürünleri temelde ArcGIS Desktop, ArcGIS Server, ArcGIS Mobile, ArcGIS Engine ve ArcGIS Online olmak üzere beşe ayrılır (Şekil 3.5.), [22]. Bu çalışmada ArcGIS 10.5 sürümü kullanılmıştır.

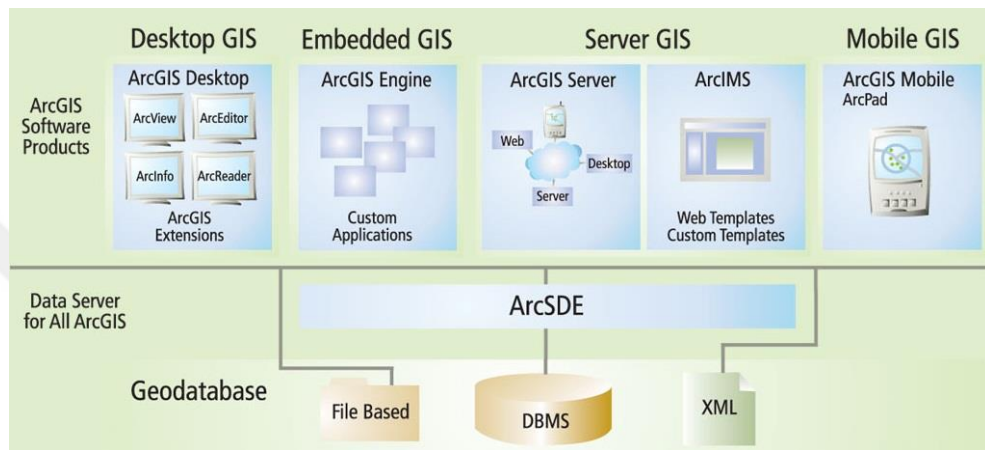
ArcGIS Desktop: İleri düzeydeki CBS uygulamaları için 3 ürün sunar; ArcView, ArcEditor, ArcInfo. Ayrıca ArcGIS Desktop yazılımları ArcMap, ArcCatalog, ArcGlobe, ArcScene, ArcToolbox ve Model Builder gibi arayüz ve uygulamalara sahiptir.

ArcGIS Server: CBS ile oluşturulan haritaları web servislerince sunmak ve üretmek ayrıca kurumsal veri tabanlarını yönetme amacı taşır.

ArcGIS Mobile: Arazilerdeki çalışmalar için buna özgü araçlar ve uygulamalar bulundurur.

ArcGIS Engine: C++, .NET ya da Java kullanmakta olan uygulama geliştiricilerine yazılım bileşenleri kütüphanesi sağlamaktadır.

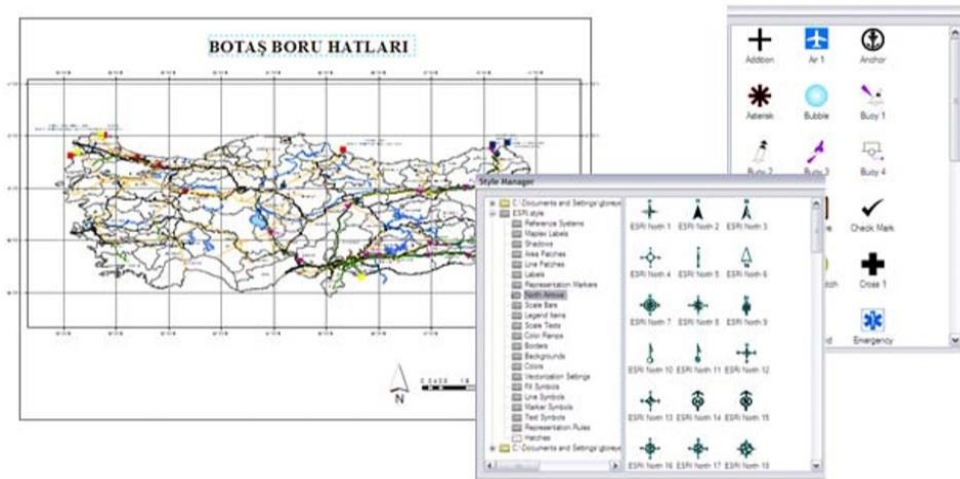
ArcGIS Online: Bireysel web uygulamalarında kullanılabilir, ESRI ve ort. tarafından yayınlanmış haritaların bulunmakta olduğu ve yine web üstünden ulaşılabilir kütüphane görevindedir.



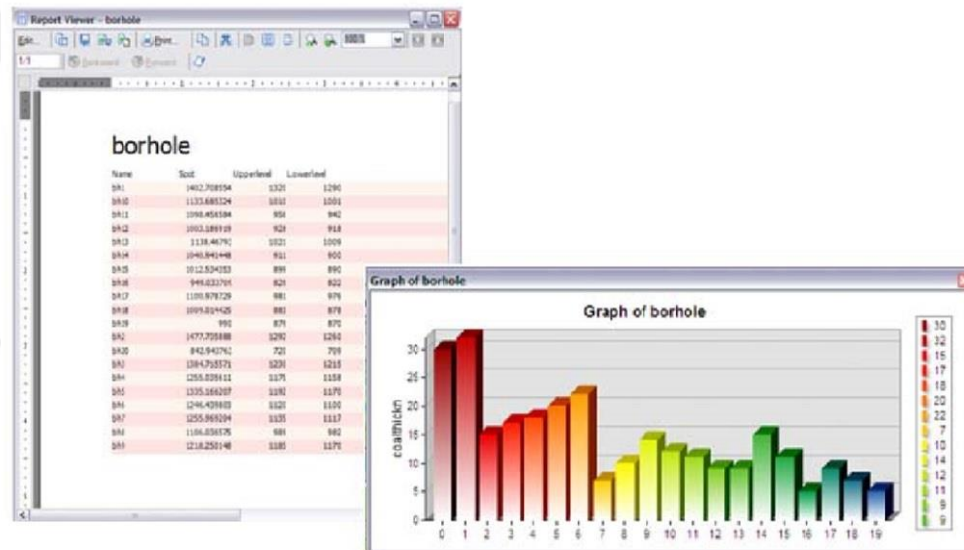
Şekil 3.5. ArcGIS yazılım ürünleri [23].

### 3.7.1. ArcMap

ArcMap, mevcutta olan grafik ve sözel verileri görüntüleme, sorgulanma, analiz etme, grafik oluşturma, güncelleme ve raporlama işlevleriyle kullanıcılara yüksek kalitelerde kartografik sunumlar sağlar (Şekil 3.6., Şekil 3.7.) [24].



Şekil 3.6. ArcMap'te oluşturulmuş boru hatları haritası ve semboller [24].



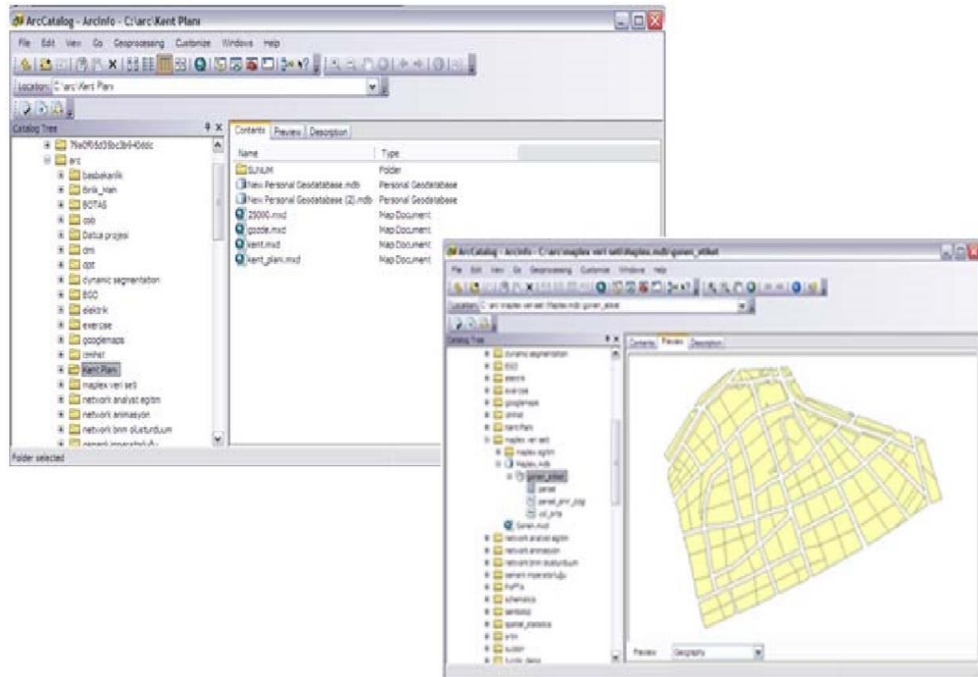
Şekil 3.7. ArcMap'te oluşturulmuş rapor ve grafik [24].

### 3.7.2. ArcCatalog

ArcCatalog kullanıcılara, grafik ve sözel verilerin tanımlaması, gözden geçirilmesi, yönetilmesi ve organize edilmesi gibi fonksiyonları sunar. ArcGIS 10'dan itibaren ArcMap arayüzü içinde bir pencere olarak da açılabilen ArcCatalog içerisinde aşağıdaki fonksiyonları barındırmaktadır [24].

- İlişkisel veri tabanlarına direkt bağlanma
- Windows Explorer'a benzeyen işlevler

- Veri tipleri, içerik ve ikonları görüntülemek
- Drag-drop özelliği
- Projeksiyon sistemlerini görüntüleme ve yönetilme
- Veri tabanında yer alacak olan alanları (field) belirleme ve bütün özelliklerini yönetme
- ESRI ArcGIS veri formatlarını oluşturma
- Veri içeriklerinin oluşturulması
- Verilerde önizleme yapma (Preview)
- UML (Unified Modeling Language) ile oluşturulmuş nesne modellerinden geodatabase yaratma
- Grafik ve sözel verilerin arasındaki işlevlerin tanımlanması (Subtypes, Domains, Relationship Class)
- Verileri yönetme (Copy, Rename, Delete)
- Yerel ağlar ve web üzerinde CBS verilerini sorgulama
- ArcToolbox (Geoprocessing) [24].
- ArcCatalog arayüzü ve önizleme özelliği Şekil 3.8.'de gösterilmektedir.



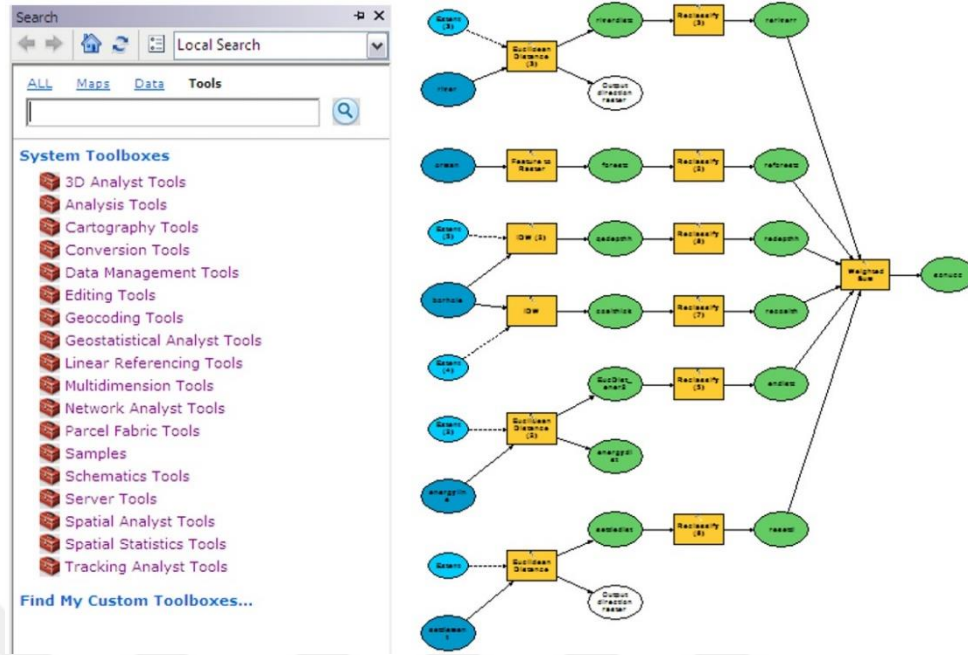
Şekil 3.8. ArcCatalog arayüzü ve önizleme özelliği [24].

### 3.7.3. ArcToolbox ve ModelBuilder

Geoprocessing, CBS içindeki çoklu işlemleri ve metodları otomatik hale getirmek amacıyla kullanılmaktadır. Kullanıcılar, yüksek kalitedeki verileri oluşturma, verilerin kaliteleri üstünde kontrolleri sağlama, analizleme ve modellemeyi kısa zamanda gerçekleştirebilmek için geoprocessing fonksiyonlarını kullanmaktadırlar. ArcToolbox geoprocessing araçlarının organize bir koleksiyonu, ModelBuilder ise geoprocessing iş akışlarının yapılandırılmasında görsel bir modelleme dilidir [24].

ArcToolBox; ArcView, ArcEditor ve ArcInfo bünyesinde kullanılabilmektedir. Her seviye ek geoprocessing araçlarını kapsamaktadır. ArcView, basit veri yükleme ve dönüşüm araçlarını ayrıca temel analiz araçlarını da içerisinde barındırır. ArcEditor, ArcView yazılımının sağladığı araçlara ek olarak geodatabase oluşturma ve yükleme işlemlerine yönelik ek araçlar sağlamaktadır. ArcInfo ise, ileri düzey analiz, veri dönüşümleri, verilerin yüklenmesi ve coverage işlemleri açısından çok kapsamlı geoprocessing araçlar sağlamaktadır. ArcToolBox arayüzüne ArcGIS 10'dan itibaren Search ve ArcCatalog pencereleri ile ulaşılmaktadır. ModelBuilder arayüzü ise, geoprocessing iş akış şemalarının ve scriptlerinin yapılandırılma işlemi için gerekli grafiksel bir modelleme aracıdır. Bununla birlikte kompleks geoprocessing modellerini oluşturma ve tasarlama aşamasında destek olarak kullanılır [24].

ArcToolBox arayüzüne Search penceresinden erişim görüntüsü ve ModelBuilder arayüzünde oluşturulmuş yer seçim analiz modeli Şekil 3.9.'da verilmiştir.

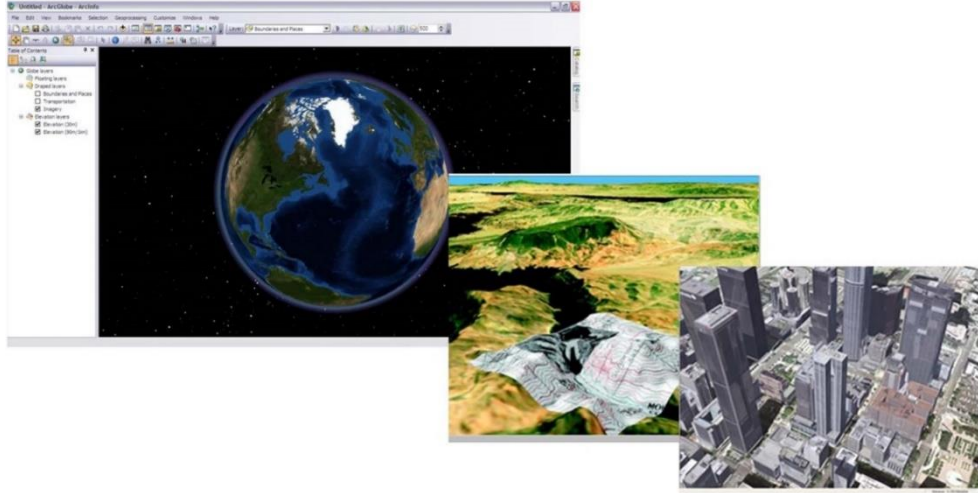


Şekil 3.9. ArcToolBox arayüzüne Search penceresinden erişim ve ModelBuilder arayüzünde oluşturulmuş yer seçim analiz modeli [24].

### 3.7.4. ArcGlobe ve ArcScene

ArcGIS Desktop 3D Analyst Modülü ile birlikte gelen ArcGlobe ve ArcScene arayüzleri, kullanıcılara 3 boyutlu modelleme, analizleme ve ArcGIS 10'dan itibaren güncelleme imkânı sunar. ArcGlobe ve ArcScene arayüzlerinin coğrafi bilgi için interaktif görüntüleme ortamı, CBS kullanıcılarının tamamen farklı veri setlerini bütünleştirmede yardımcı olmaktadır. ArcGlobe arayüzü ve ArcScene arayüzünde modellenen arazi ve kent modeli Şekil 3.10.'da verilmiştir [24].



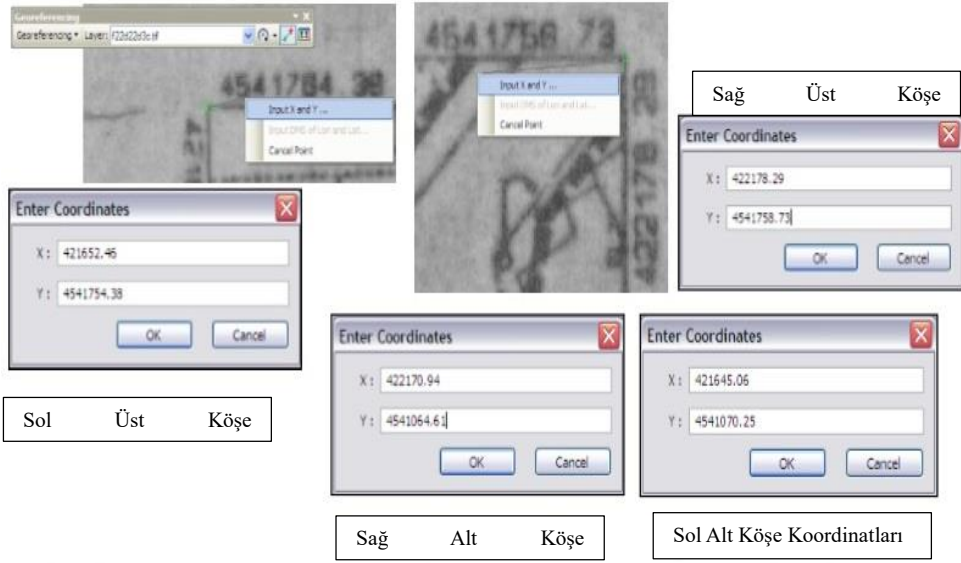


Şekil 3.10. ArcGlobe arayüzü ve ArcScene arayüzünde modellenen arazi ve kent [24].

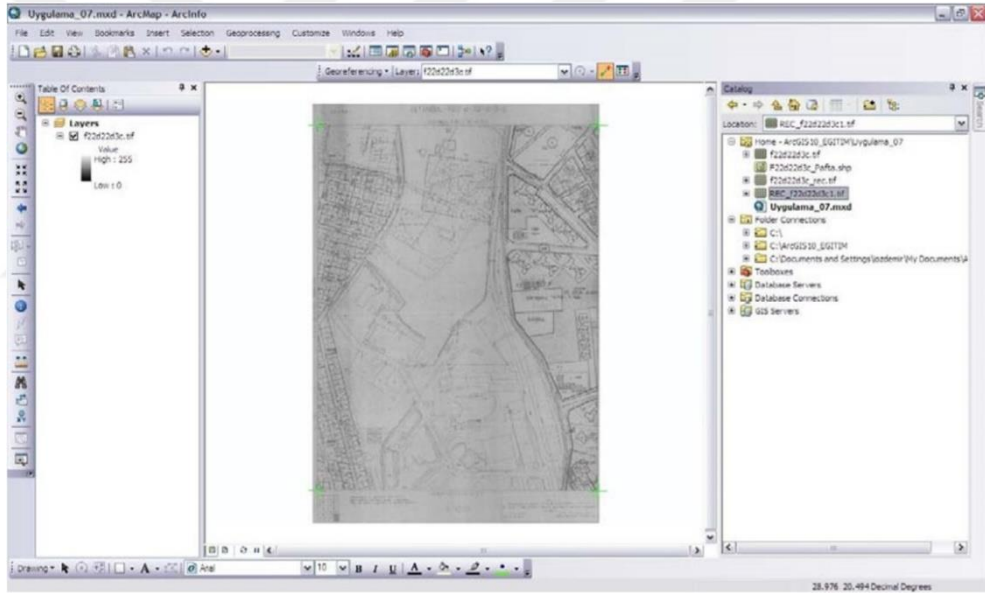
### 3.7.5. Georeferencing nedir?

Tarama işlemi yapılmış raster veri gruplarının yeryüzü üstündeki koordinatlarıyla çakıştırma amacıyla yapılan işleme coğrafi koordinatlama (georeferencing) denmektedir. Bu işlem yapılırken rasterlar üstündeki koordinatları bilinmekte olan noktaların arayüzde eşleşmesi sağlanmaktadır. Bu işlem neticesinde koordinatları eşleşecek noktaların seçim hassasiyetleri, paftaların tarayıcıdaki tarama hassasiyetlerine kadar birden fazla etkene göre RMS (karekök) hatası belirlenmektedir. Belirlenen hata belirli olan standart sapma değeri içindeyse işleme devam edilir eğer hata standart sapma değerinin üzerinde ise işlem tekrar uygulanmaktadır [24].

Bu işlemde, raster verileri koordinatlandırmak için Georeferencing aracı kullanılır. İlk olarak hangi raster veri üstünde georeferencing işlemi yapılmak isteniyorsa öncelikle o rasterın seçilmesi gerekmektedir. Raster üzerinde bu köşelere ait koordinatlar yazmaktadır ve her köşede bulunan gerçek koordinatlar, georeferencing araç çubuğuna ait Add Control Points sekmesi ile açılan pencereye pafta üzerinde okunan X ve Y koordinatları girilir (Şekil 3.11.). Kaydetme işlemlerinden sonra rektifiye edilen raster veriye ArcMap arayüzü içerisinde saklanabilir pencere olarak gelen ArcCatalog ile verilere projeksiyon sistemi tanımlanır ve raster veri gerçek koordinatına yerleştirilmiş olur (Şekil 3.12.).



Şekil 3.11. Georeferencing yönteminde koordinatlandırma [24].



Şekil 3.12. Georeferencing yönteminde koordinatlandırılmış (sayısallaştırılmış) imar planı [24].

## **BÖLÜM 4. SERDİVAN İLÇESİ İÇİN CBS UYGULAMASI**

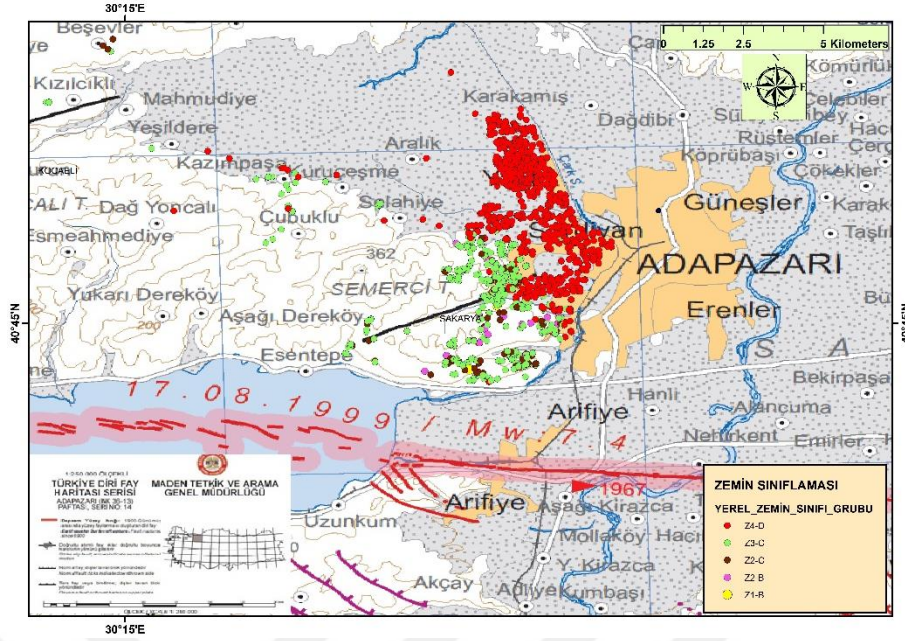
Yerbilimleri açısından ayrımlı bilimlerin (Jeofizik, Jeolojik, Geoteknik vb.) birlikte yürüttükleri çalışmalar sonucundaki verilerin beraber değerlendirilmesi ve CBS başlığı altında birleştirilmesi ve analiz edilip incelenmesi, birçok çalışmaya destek ve yardım sağlamaktadır. CBS'nin de yardımıyla ayrımlı bilimlerden temin edilen verileri ve bu veriler arasındaki bağlantıları beraber kullanarak depolamak, işlemek, yorumlamak, görselleştirmek ve bu çalışmalardan karar aşamasında anlamlı sonuçlar elde edilmektedir. CBS'nin bünyesinde olan özellikleri sayesinde konum bilgisi taşıyan her çeşit çalışmaların içerisinde yer aldığı görülmektedir [25].

Çalışmada uygulama bölgesi, Serdivan Belediyesi'nin imar amaçlı parsel bazlı 1163 adet zemin etüd raporlarına ait verilerin topladığı bölgelerdir. Bu parsellerle ilgili raporlar görsel ve sözel veriler kullanılarak incelenmiş ve bir veritabanı hazırlanmıştır. Bu işlemden sonra mevcut verilerin ArcGIS CBS yazılımı kullanılarak görselleştirmesi ve yorumlanması işlemine geçilmiştir.

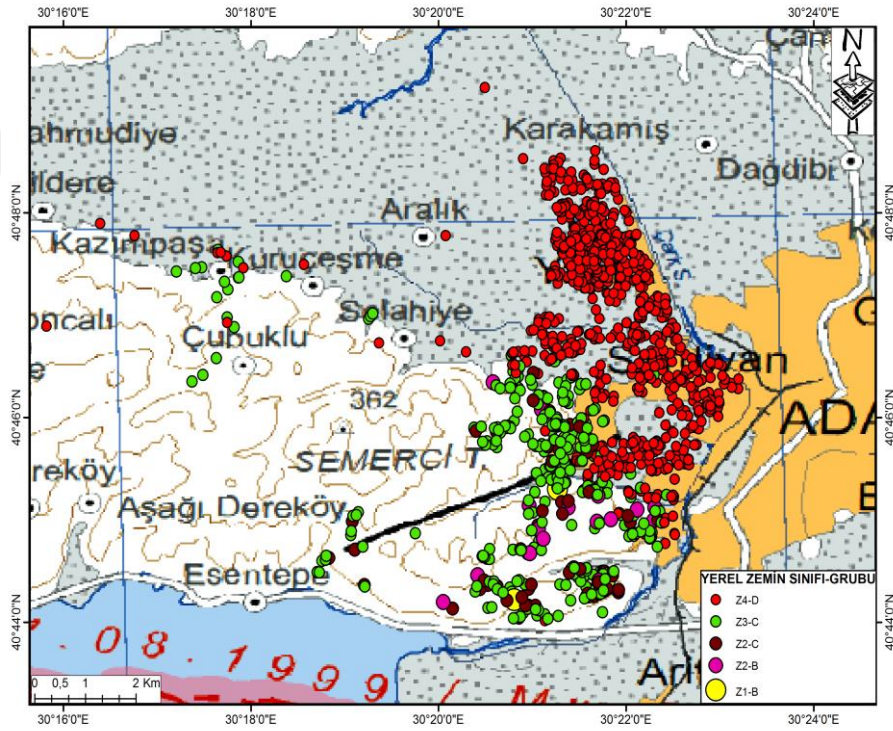
### **4.1. Zemin Parametre Haritalarının Hazırlanması**

ArcGIS programında incelediğimiz verilere altlık olarak kullandığımız haritalar;

- Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (MTA) 1:250.000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası serisi (Adapazarı (NK-3613) Paftası, Seri No :14), (Lejant EK-1)
- Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (MTA) 1:100.000 ölçekli Adapazarı G24 Paftası Jeoloji Haritası, 2002, (Lejant EK-2).



Şekil 4.1. (MTA Diri Fay Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi zemin sınıfı-grubu.



Şekil 4.2. (MTA Diri Fay Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan merkezi ve çevresinin zemin sınıfı-grubu

Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkındaki yönetmelik içeriğine göre (2007) Tablo 4.1. ve Tablo 4.2.'de tanımlandığı üzere zeminlerin, kayma (shear) dalgası hızlarına göre sınıf ve grupları verilmiştir.

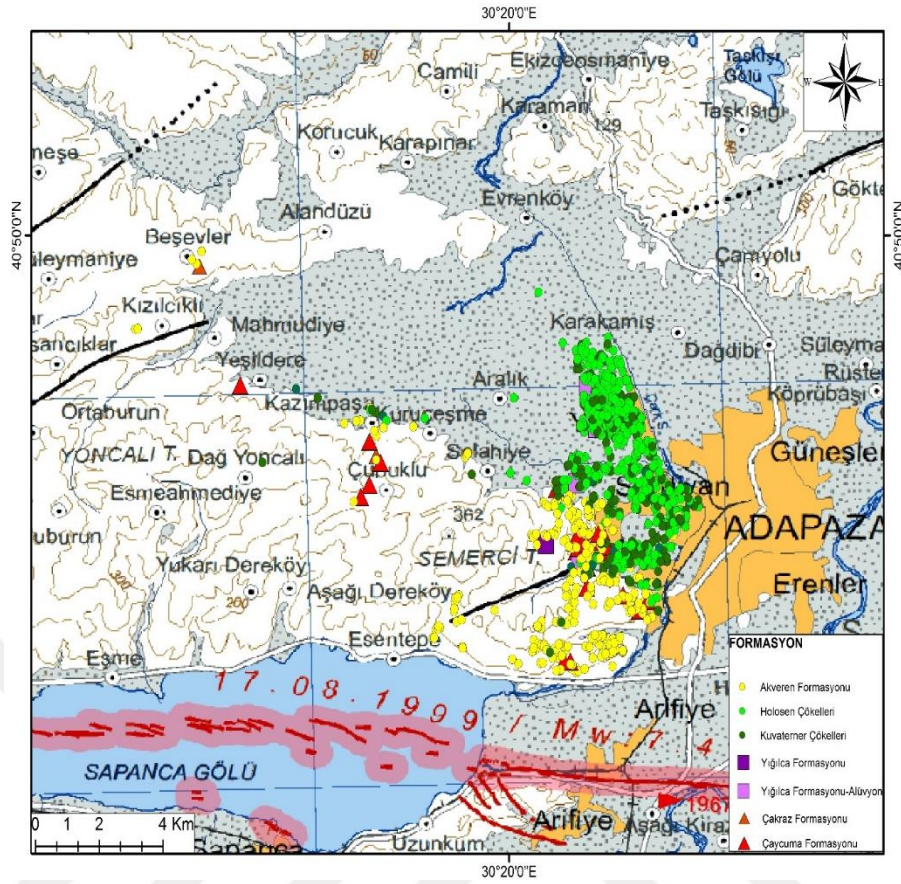
Tablo 4.1. S (Kayma ya da Kesme) dalga hızları için zemin ve kaya grupları [26].

Zemin Grubu	Zemin Grubu Tanımı	Stand. Penetr. (N/30)	Relatif Sıkılık (%)	Serbest Basınç Direnci (kPa)	Kayma Dalgası Hızı (m/s)
(A)	1. Masif volkanik kayalar ve ayrılmamış sağlam metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar..... 2. Çok sıkı kum, çakıl..... 3. Sert kil ve siltli kil.....	— > 50 > 32	— 85–100 —	> 1000 — > 400	> 1000 > 700 > 700
(B)	1. Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrılmış çimentolu tortul kayalar..... 2. Sıkı kum, çakıl..... 3. Çok katı kil ve siltli kil.....	— 30–50 16–32	— 65–85 —	500–1000 — 200–400	700–1000 400–700 300–700
(C)	1. Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrılmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar..... 2. Orta sıkı kum, çakıl..... 3. Katı kil ve siltli kil.....	— 10–30 8–16	— 35–65 —	< 500 — 100–200	400–700 200–400 200–300
(D)	1. Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları..... 2. Gevşek kum..... 3. Yumuşak kil, siltli kil.....	— < 10 < 8	— < 35 —	— — < 100	< 200 < 200 < 200

Tablo 4.2. Tablo 4.1.'e göre kaya ve zeminlerin sınıflandırılması [26].

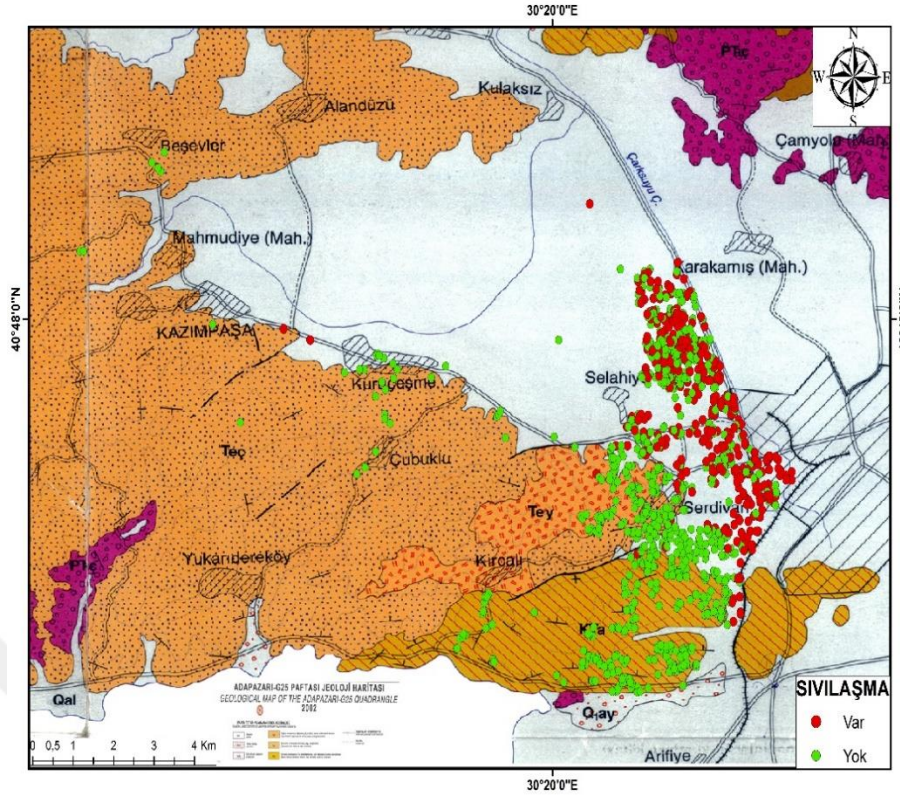
Yerel Zemin Sınıfı	Tablo 4.1'e Göre Zemin Grubu ve En Üst Zemin Tabakası Kalınlığı ( $h_1$ )
Z1	(A) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (B) grubu zeminler
Z2	$h_1 > 15$ m olan (B) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (C) grubu zeminler
Z3	$15 \text{ m} < h_1 \leq 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 \leq 10$ m olan (D) grubu zeminler
Z4	$h_1 > 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 > 10$ m olan (D) grubu zeminler

Şekil 4.1.'de görüldüğü gibi Serdivan İlçesi, Otuzikievler, Bahçelievler, İstiklal, Arabacıalanı, Köprübaşı, Vatan, Orta ve Aralık Mahalleleri yani kısaca genel anlamda Serdivan'ın kuzey bölümü Z4-D zemin sınıf ve grubunu kapsarken; batı ve güney bölümü Beşevler, Kazımpaşa, Kızılcıklı, Kemalpaşa, Esentepe ve Beşkörü Mahalleleri ağırlıklı olarak Z3-C zemin sınıf ve grubu olmakla birlikte Beşkörü mahallesi ayrıca Z2-C-B, Z1-B zemin sınıf ve grubunu kapsar. Zeminin sağlamlığı en düşük Z4 olmak üzere Z1 zemin sınıfına doğru artmaktadır (Şekil 4.2.).



Şekil 4.3. (MTA Diri Fay Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi jeolojik formasyonları.

Şekil 4.3.'te gözlemlendiği üzere yine Serdivan ilçesinin genel olarak Kuzey kısmında Alüvyon (Kuvaterner-Holosen Çökelleri) birimi gözlenirken, batı ve güney kısmı çoğunlukla Akveren Formasyonu üzerinde yer almaktadır.

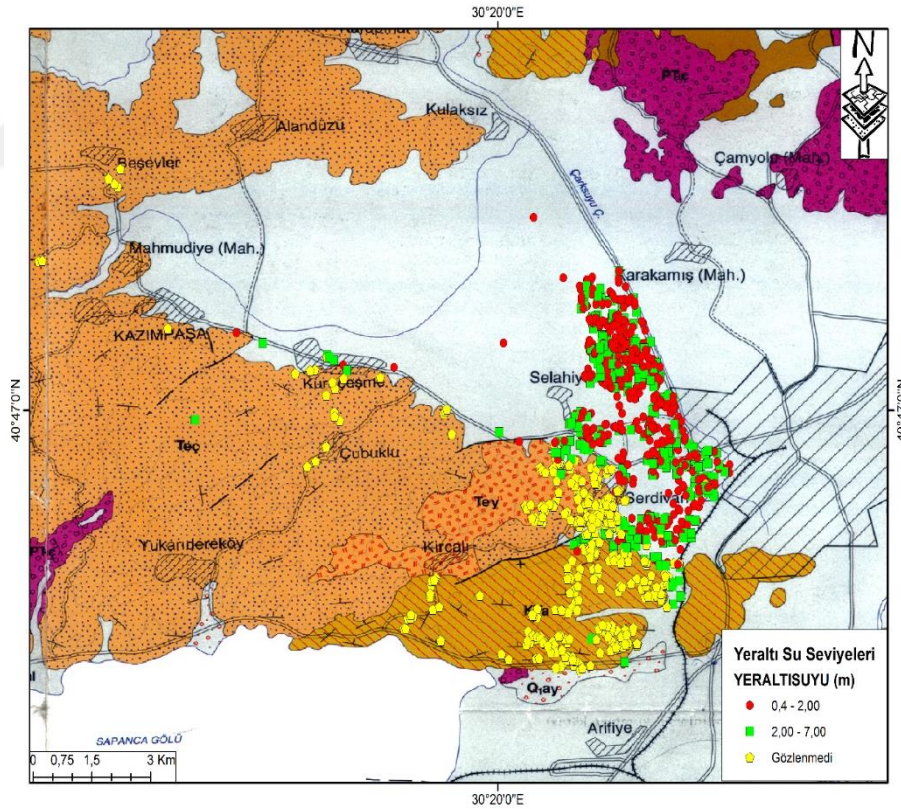


Şekil 4.4. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi sıvılaşma değerleri.

Yeraltı su seviyesi altındaki tabakaların dirençlerinin kaybolmasıyla katı durumdan çıkıp viskoz sıvı gibi davranmaları zemin sıvılaşmasıdır. Özellikle, kil bulunmayan çakıl, silt ve kum tabakaları sıvılaşma özelliği taşımaktadır. Öncelikle makaslama dalgaları ve sisimik dalgalar zeminlerde sıvılaşmaya neden olmaktadır. Kayma dalgaları deprem esnasında daneli suya doygun tabakalardan geçerken, danelerin dizilimini değiştirir ve gevşek halde bulunan danelerin göçmesine ve sıkışarak yerleşmesine neden olur. Bu yerleşim esnasında daneler arasında var olan su kendine yol bulup tahliye olamazsa boşluk suyu basıncı artar ve bu basınç üstte bulunan tabakaların yaklaşık ağırlığı kadarına ulaşırsa, daneli ve gözenekli olan bu tabaka geçici olarak sıvı gibi davranır ve sıvılaşma meydana gelir. Zeminin sıvılaşması neticesinde, hafif yapıların yukarı yönde hareketle yüzme eğilimi göstermesi veya ağır yapıların zemine batıp oturma durumu ortaya çıkabilir. Sıvılaşarak kayma direnci kaybeden zeminlerde, yön ve şekil değişikliğinden oluşan küçük kayma gerilmeleri, büyük şekil değişikliğine neden olup yapılarda zemin göçmesi durumlarına yol açabilir [27].

Zemin sıvılaşmasında meydana gelen büyük şekil değişimleri ve yer değiştirme olayları, sıvılaşan tabakanın kalınlık ve yükleme durumu ve ayrıca yüzey eğimiyle de bağlantılıdır. Genel olarak yer altı su seviyelerinin yüksek olduğu bölgelerdeki alüvyon birimine ait pekişmemiş silt ve kumların sıvılaşma potansiyelleri oldukça büyüktür. Bunun yanısıra akarsu ve nehirlerin getirdiği kum ve küçük daneli çakıllar, şekil ve biçimleri açısından sıvılaşma potansiyeli taşımaktadır. Yer altı su seviyelerinin yüzeye yaklaşık 10 metreden daha az olduğu durumlarda sıvılaşma tehlikesi artarken yeraltı su seviyelerinin 20 metreden daha dipte olması halinde ve ayrıca (sıkı) gevşek olmayan zeminlerin sıvılaşma potansiyeli düşüktür (Şekil 4.4.), [28].

Şekil 4.4.'te belirtildiği gibi Serdivan merkezin kuzey kısmında kalan Alüvyon alanda sıvılaşma potansiyeli var iken batı ve güney kısmında kalan Çaycuma ve Akveren Formasyonları üzerinde kalan yerlerde sıvılaşma potansiyeli gözlenmemiştir.

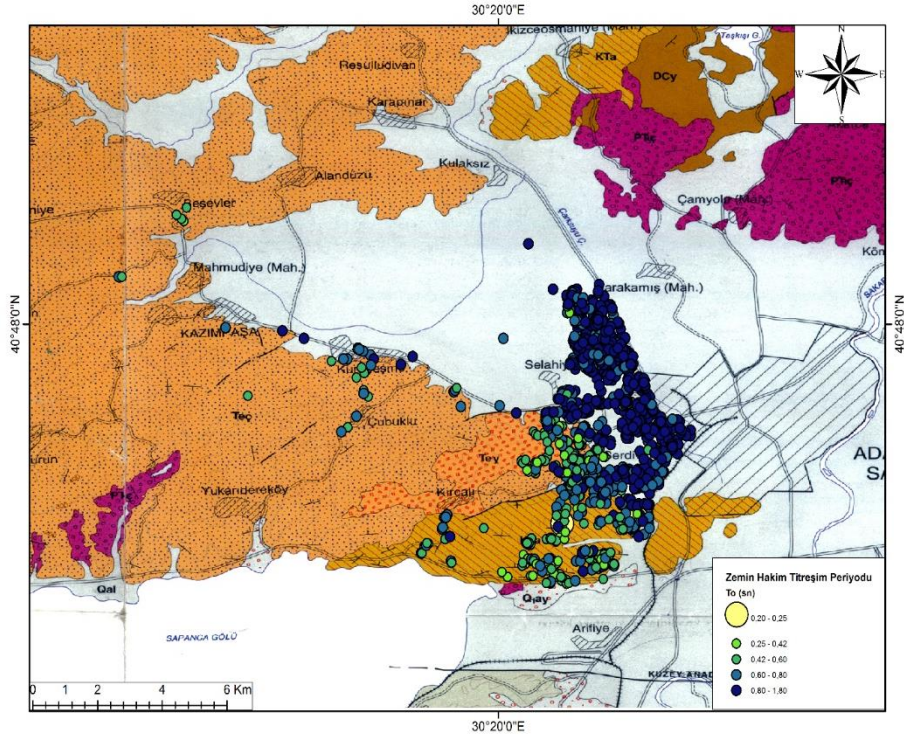


Şekil 4.5. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi yeraltı suyu seviyeleri.





Şekil 4.5.'te incelenen zemin rapor sonuçlarına bakıldığında Serdivan'ın kuzey bölümü aynı zamanda sıvılaşmanın ve Alüvyon zeminin hakim olduğu yerlerde yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu, batı ve güney bölümünde ise hem sıvılaşmanın gözlenmediği hemde Çaycuma ve Akveren formasyonlarının hakim olduğu yerlerde yeraltı suyu gözlenmemiştir (Şekil 4.6.).



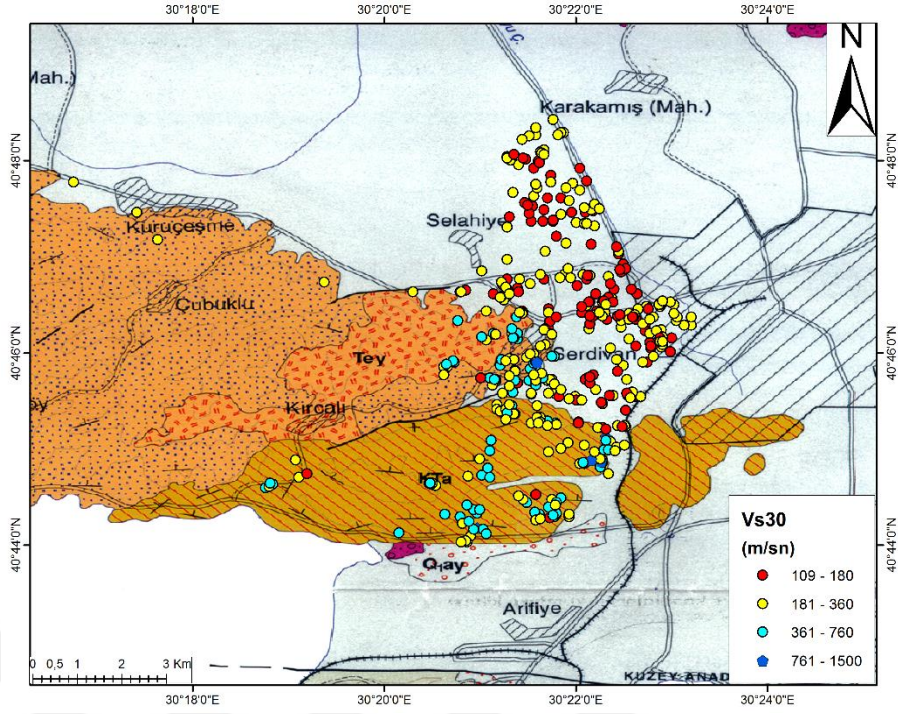
Şekil 4.7. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi zemin hakim titreşim periyodu değerleri.



Zemin cinsi ve zemin hâkim titreşim periyodu arasındaki ilişki Tablo 4.3.'te gösterilmiştir. Zemin hakim titreşim periyodu arttıkça zeminler daha gevşek ve yumuşak zemin sınıfına girmektedir. (Şekil 4.7., Şekil 4.8.).

Tablo 4.3. DBYBHY (2007)'e göre zemin sınıflaması ve zemin hâkim titreşim periyodu [32].

Zemin Cinsi	Tanımlama	T <sub>0</sub> (sn)	Ort. T <sub>0</sub> (sn)
1	Masif volkanik ve derinlik kayalar, ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar, çok sert çimentolu tortul kayalar	0.20	0.25
	Çok sıkı kum, çakıl	0.25	
	Çok sert kil	0.30	
2	Tüf ve aglomera gibi gevsek magmatik kayalar, Süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu kayalar	0.35	0.42
	Sıkı kum, çakıl	0.40	
	Sert kil	0.50	
3	Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan, çok ayrışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar	0.55	0.60
	Orta sıklıkta kum, çakıl	0.60	
	Katı kil, siltli kil	0.65	
4	Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak ve kalın alüvyon tabakaları, bataklık tipi veya çamur dipteniz doldurulması ile oluşan zeminler ve dolgu tabakaları	0.70	0.80
	Gevsek kum	0.80	
	Yumuşak kil, siltli kil	0.90	



Şekil 4.9. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi Vs30 hız değerleri.

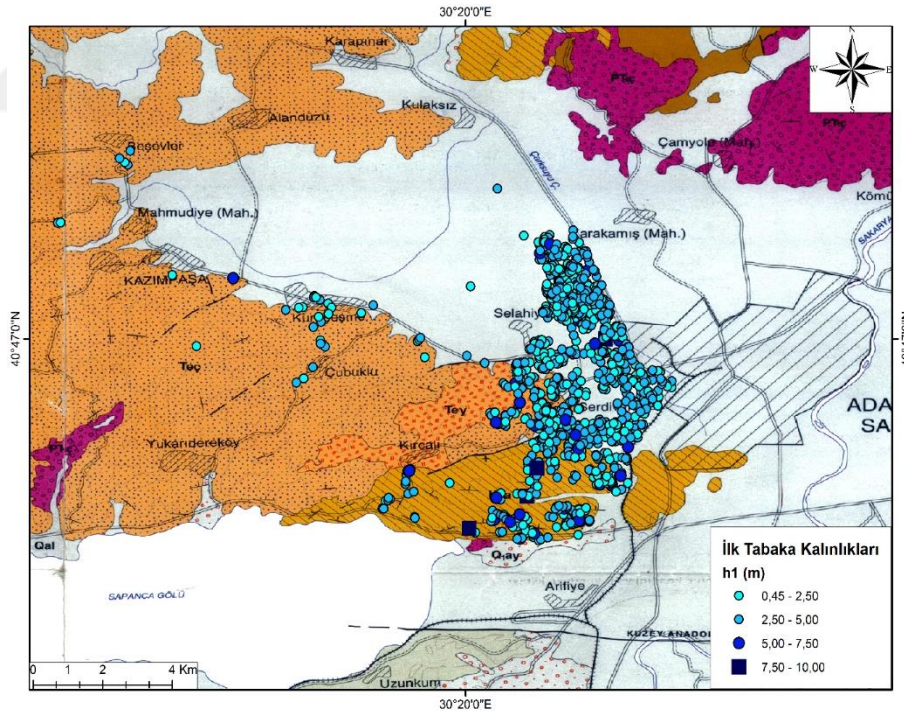
Vs30 hızı, saha ve zeminin öz yapısı gereği, zemin profillerinin ilk 30 metresine ait kayma dalgası hızlarının harmonik ortalaması olarak ifade edilmektedir. Bu değer Çok-Kanallı Yüzey Dalgası Analizi (Multi-Spectral Analysis of Surface Wave-MASW) yöntemi kullanılarak elde edilmiştir.

Kayma dalgası hızı ile zemin özelliklerinin belirlenmesinde zemin sınıflaması kriterleri kullanılmaktadır. Zemin sınıflama kriterlerinden Vs30 (30 m derinliğin ortalama Vs hızı) verisini kullanan NEHRP (National Earthquake Hazard Reduction Programme) kriterleri Tablo 4.4.'te verilmiştir.

Tablo 4.4. Vs30 hızlarına göre NEHRP zemin sınıflama kriterleri [33].

Zemin Sınıfı	Tanım	V <sub>s30</sub> (m/s)
A	Sert kaya	V <sub>s30</sub> >1500
B	Kaya	1500>V <sub>s30</sub> >760
C	Çok sert veya sert zemin	760>V <sub>s30</sub> >360
D	Sert zemin (kil, kum, çakıl içerikli)	360>V <sub>s30</sub> >180
E	Yumuşak zemin (killer ve kumlar)	V <sub>s30</sub> <180

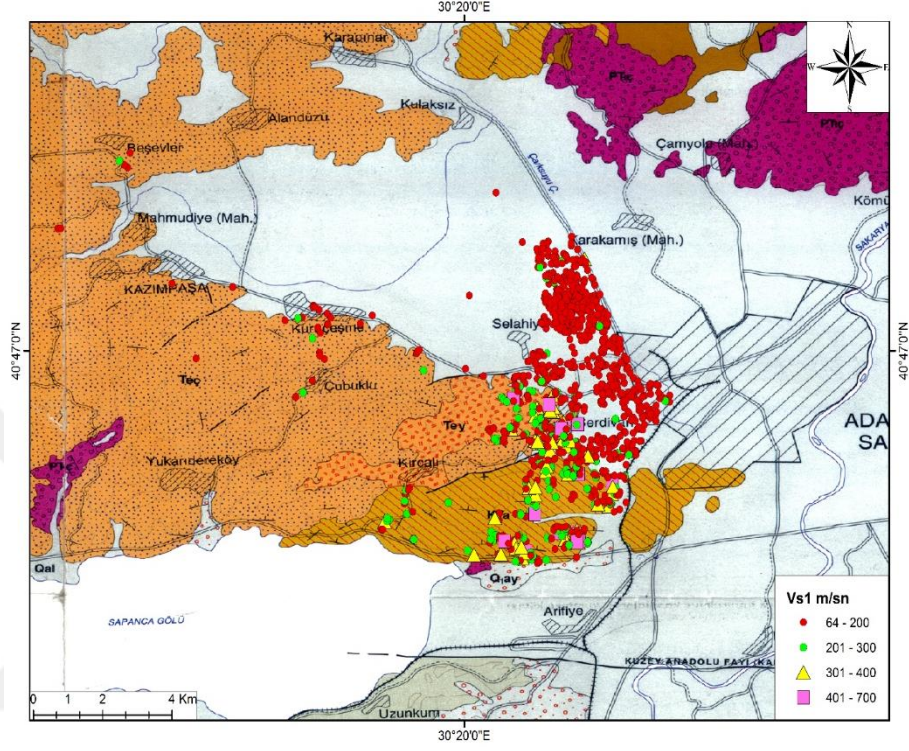
Tablo 4.4.'e göre yine Alüvyon zeminin baskın olduğu yerlerde zemin sınıfı E ve D iken (Orta, Vatan, Köprübaşı, Arabacıalanı, İstiklal, Bahçelievler, Otuzikievler Mahallesi) Akveren ve Çaycuma Formasyonları üzerinde kalan yerlerde ise zemin sınıfı genel olarak D ve C olmakla birlikte B sınıfı da gözlenmektedir (Selahiye, Kazımpaşa, Esentepe, Kemalpaşa, Beşkörü Mahallesi) (Şekil 4.9.).



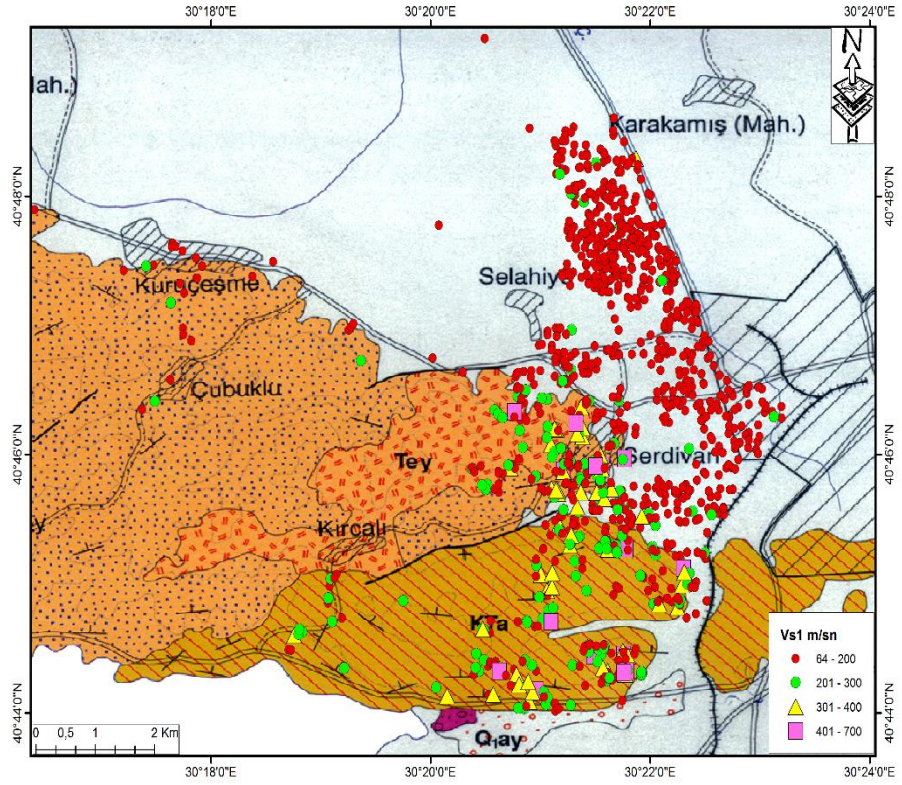
Şekil 4.10. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi Jeofizik ölçülerden alınan ilk tabaka kalınlık değerleri.

Onaylanmış zemin raporlarından incelenip Jeofizik ölçülerinden (Sismik Kırılma ve MASW Yöntemi) alınan ilk tabaka kalınlıkları (h1) Şekil 4.10.'da verilmiştir. Bundan

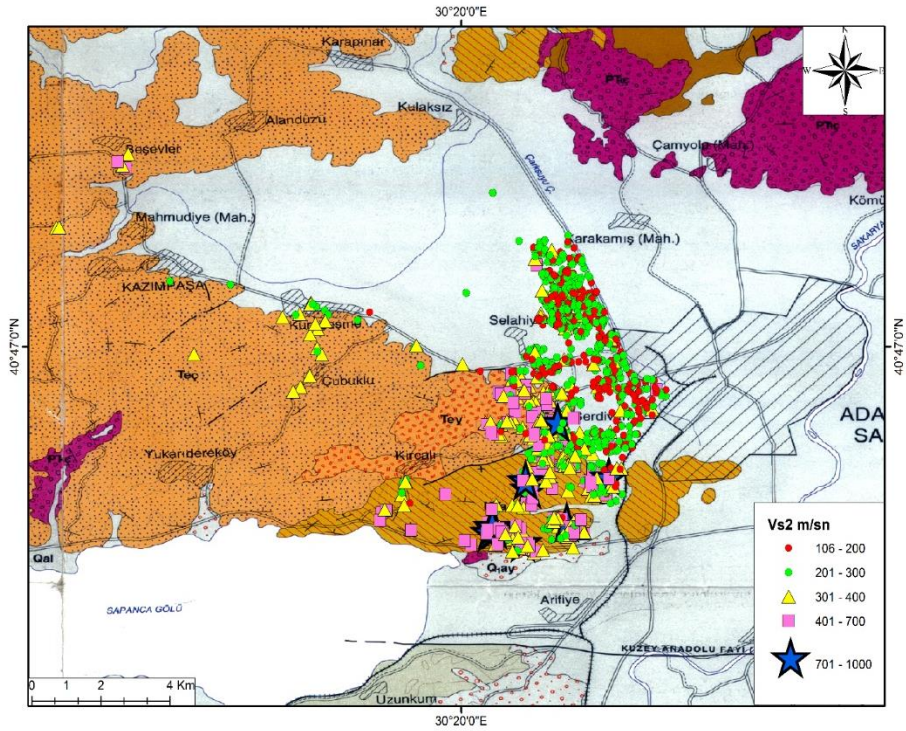
sonraki haritalarımızda 1 olarak gösterilen (Vs1, G1, qs1) parametreler bu ilk tabaka kalınlık değerleri için geçerlidir. Genel olarak bakıldığında ilk tabaka kalınlığı 0,45-5,00m aralığında gözlemlenmiştir.



Şekil 4.11. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi Jeofizik ölçülerden alınan ilk tabaka kayma (S1) dalgası hız değerleri.

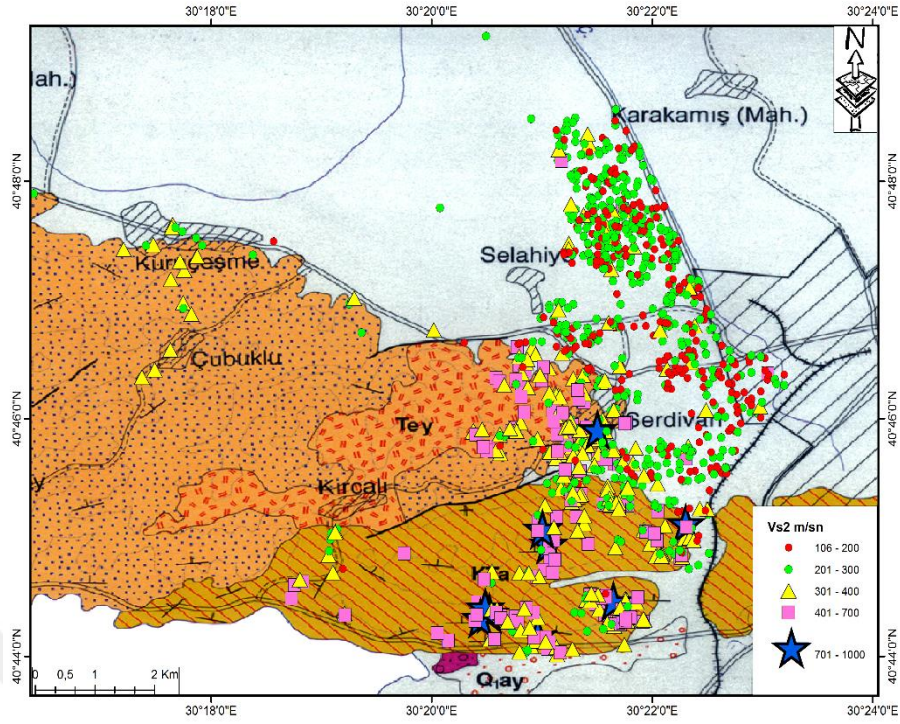


Şekil 4.12. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan merkezi ve çevresi jeofizik ölçülerden alınan ilk tabaka kayma (S1) dalgası hız değerleri.



Şekil 4.13. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi jeofizik ölçülerden alınan ikinci tabaka kayma (S2) dalgası hız değerleri.





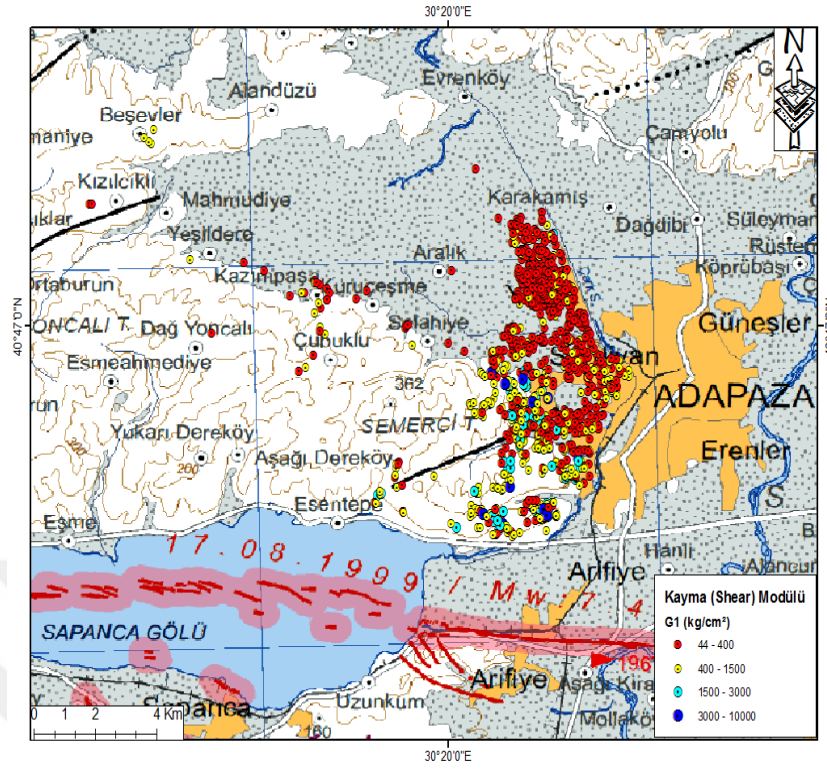
Şekil 4.14. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan merkezi ve çevresi jeofizik ölçülerden alınan ikinci tabaka kayma (S2) dalgası hız değerleri.

S (Kayma) Dalgaları enine dalgalardır, dalga yayılım doğrultusuna dik hareket ederler ve yıkıcı etkisi bulunmaktadır. Kayma dalgası hızları doğal olarak formasyonun şekil değişimine veya burulmaya karşı direnci doğrultusunda oluşmaktadır. Bu bakımdan S-dalgası sıvı içinde iletilmemektedir. Suyun şekil değişimine ve burulmaya karşı dirençsiz olması ve kesilebilme özelliğinden dolayı S dalgası hız değeri suda 0 dır. [34].

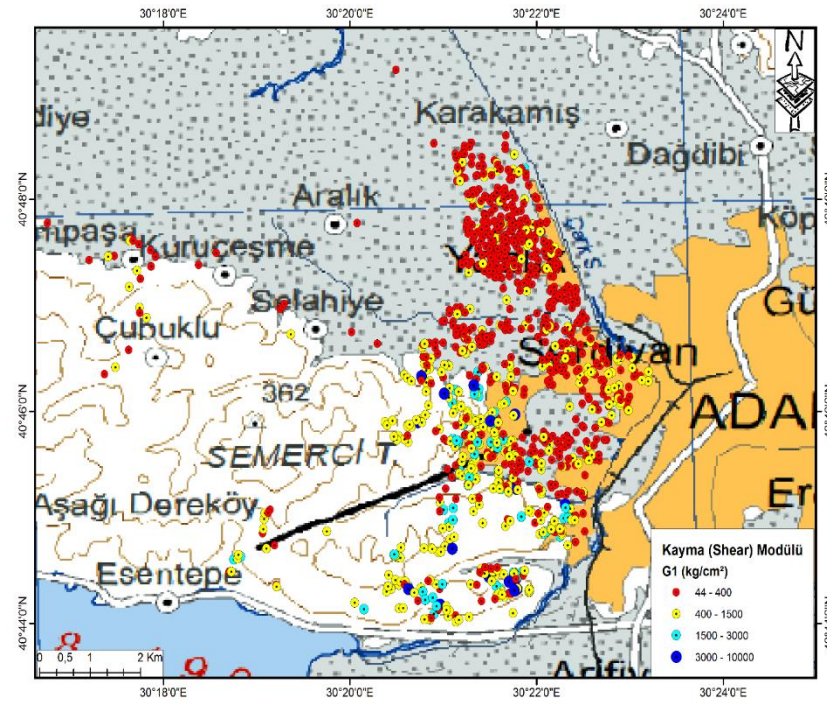
Tablo 4.5. S (Kesme veya Kayma) Dalga Hızlarına göre zeminlerin ve kayaçların gruplandırılması [32].

<b>Kayma Dalgası Hızı (m/sn)</b>	<b>Yerel Birim Türü</b>	<b>Zemin Grubu</b>
<200	Yumuşak Kil, siltli kil	D
<200	Gevşek Kum	D
<200	Yeraltısı düzeyinin yüksek olduğu yumuşak – suya doymun kalın alüvyonlu katmanlar	D
200–300	Katı kil-siltli kil	C
200–400	Orta Sıkı Kum, çakıl	C
400–700	Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrılmış metamorfik kayaçlar ve çimentolu tortul kayaçlar	C
300–700	Çok katı kil, siltli kil	B
400–700	Çok katı kum, çakıl	B
700–1000	Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayaçlar süreksizlik düzlemleri bulunan ayrılmış çimentolu tortul kayaçlar	B
>700	Sert kil siltli kil	A
>700	Çok sıkı kum, çakıl	A
>1000	Masif volkanik kayaçlar ve ayrılmamış sağlam metamorfik kayçlar sert ve çimentlu tortul kayaçlar	A

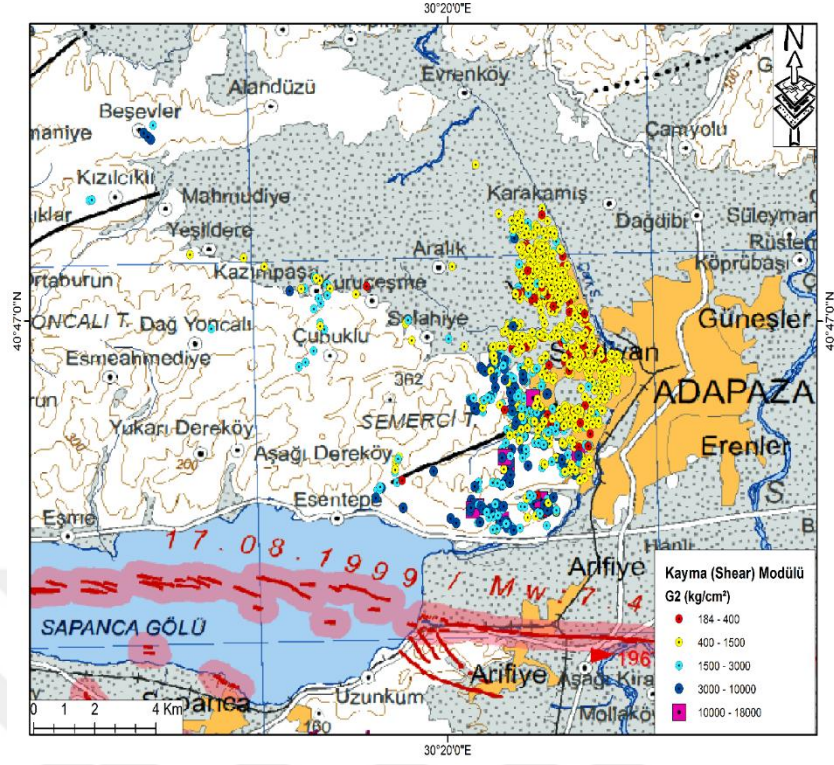
Bu durumda Tablo 4.5.'e göre, zemin raporlarından elde ettiğimiz S (kayma) Dalgası hızlarının verildiği Şekil 4.11., Şekil 4.12. ve Şekil 4.13., Şekil 4.14.'te belirtildiği gibi 0-200 m/s hız aralığında kalan kısımlar D zemin grubu, 200-300 m/s ve 200-400 m/s hız aralıklarında kalan kısımlar C zemin grubu, 300-700 m/s ve 400-700 m/s hız aralıkları B zemin grubu ve 700-1000 m/s hız aralığı A zemin grubunu temsil etmektedir. Yine Serdivan'ın Alüvyon kısmı diğer kısımlara göre daha düşük değerler almaktadır.



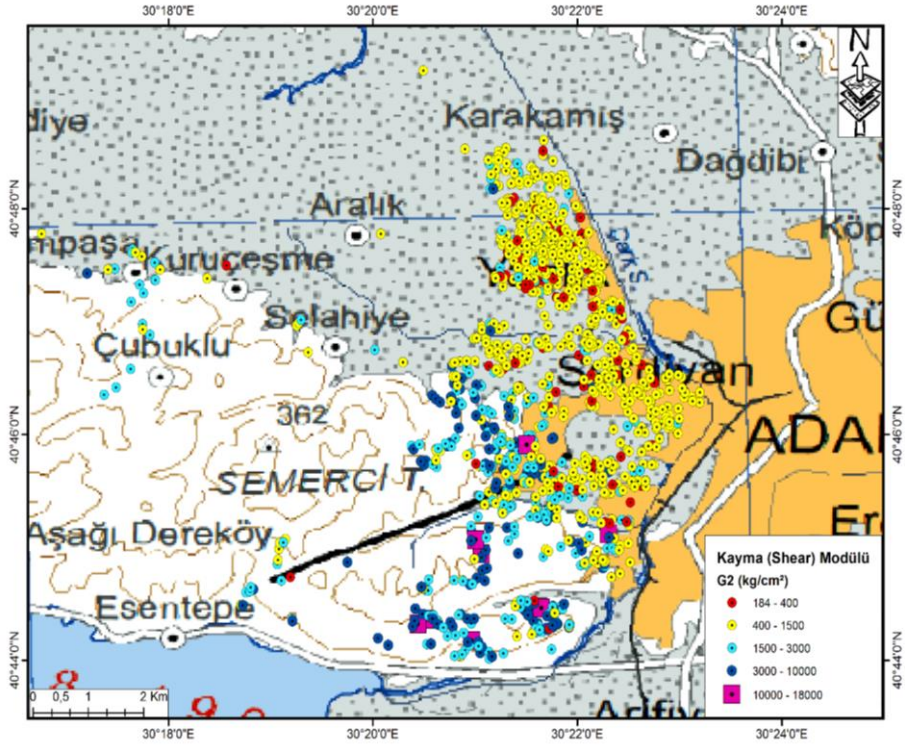
Şekil 4.15. (MTA Diri Fay Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi ilk tabaka kayma (shear) modülü (G1) değerleri.



Şekil 4.16. (MTA Diri Fay Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan merkezi ve çevresi ilk tabaka kayma (Shear) modülü (G1) değerleri.



Şekil 4.17. (MTA Diri Fay Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi ikinci tabaka kayma (Shear) modülü ( $G_2$ ) değerleri.



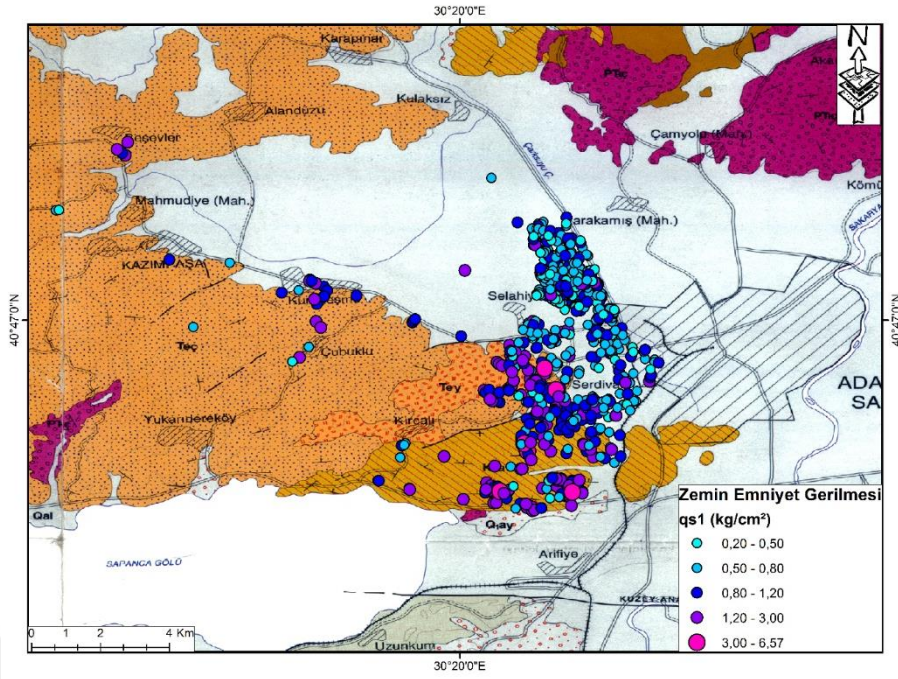
Şekil 4.18. (MTA Diri Fay Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan merkezi ve civarı ikinci tabaka kayma (Shear) modülü ( $G_2$ ) değerleri.

Kayma (Shear) Modülü; kayacın ya da zeminin yatay kuvvetlere karşı kısaca makaslama gerilmelerine olan direncini göstermektedir. Makaslama gerilmelerine karşı mukavemeti olmayan sıvıların bu parametre değeri sıfırdır. Kayma modülü değeri arttıkça formasyonun yatay kuvvetlere (yatay deprem yükü) karşı dayanımı ve sağlamlığıda artmaktadır [35].

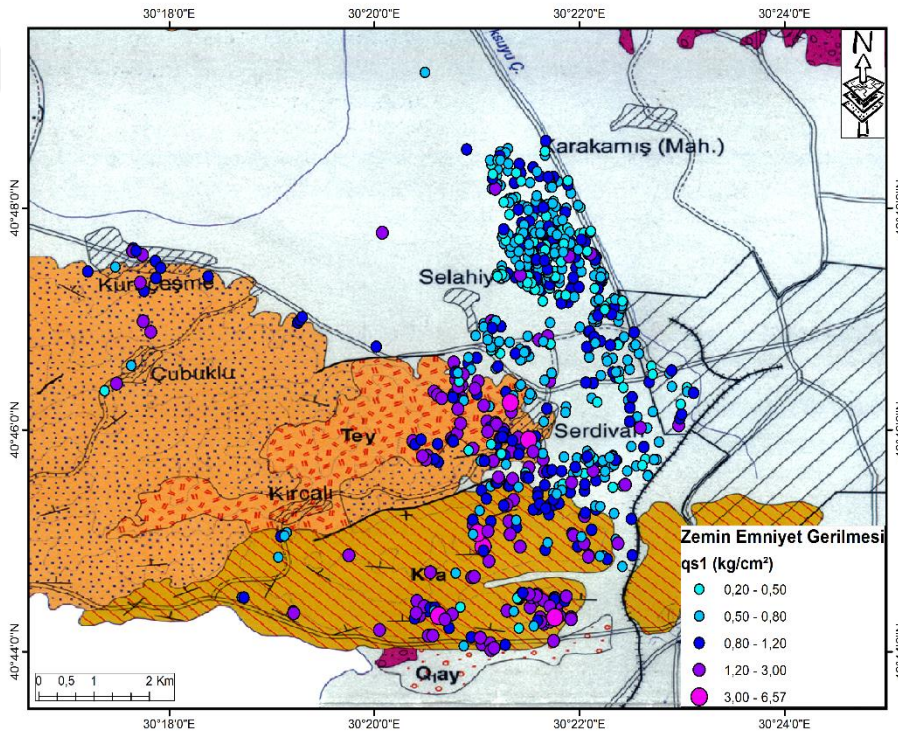
Tablo 4.6. Kayma Modülü değerlerine göre zemin ya da kayaç dayanım sınıfları [36].

<b>Kayma Modülü (<math>G</math>, <math>kg/cm^2</math>)</b>	<b>Dayanım</b>
<400	Çok zayıf
400–1500	Zayıf
1500–3000	Orta
3000–10000	Sağlam
>10000	Çok sağlam

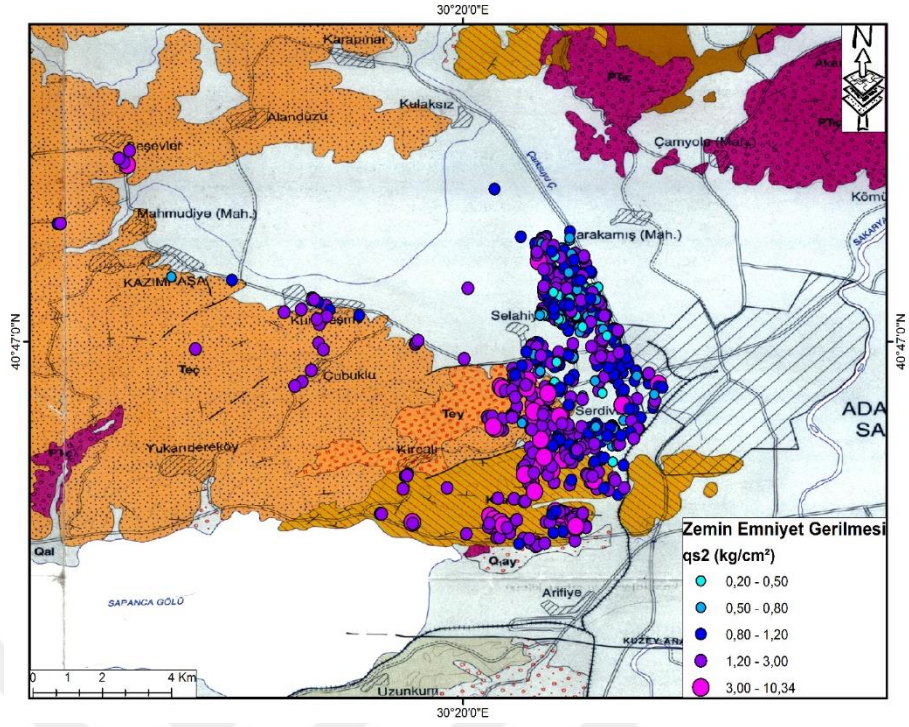
Bu durumda Tablo 4.6.'da ki değerler için ilk tabaklardan alınan değerlere göre Serdivan ilçesinin kuzey bölümü çok zayıf dayanıma sahipken batı ve güney bölümü genel olarak zayıf-orta dayanıma sahiptir (Şekil 4.15., Şekil 4.16.). Yine ikinci tabaka değerlerine baktığımızda kuzey kısım zayıf dayanıma sahipken batı ve güney kısmı genel olarak orta-sağlam dayanıma sahiptir (Şekil 4.17., Şekil 4.18.).



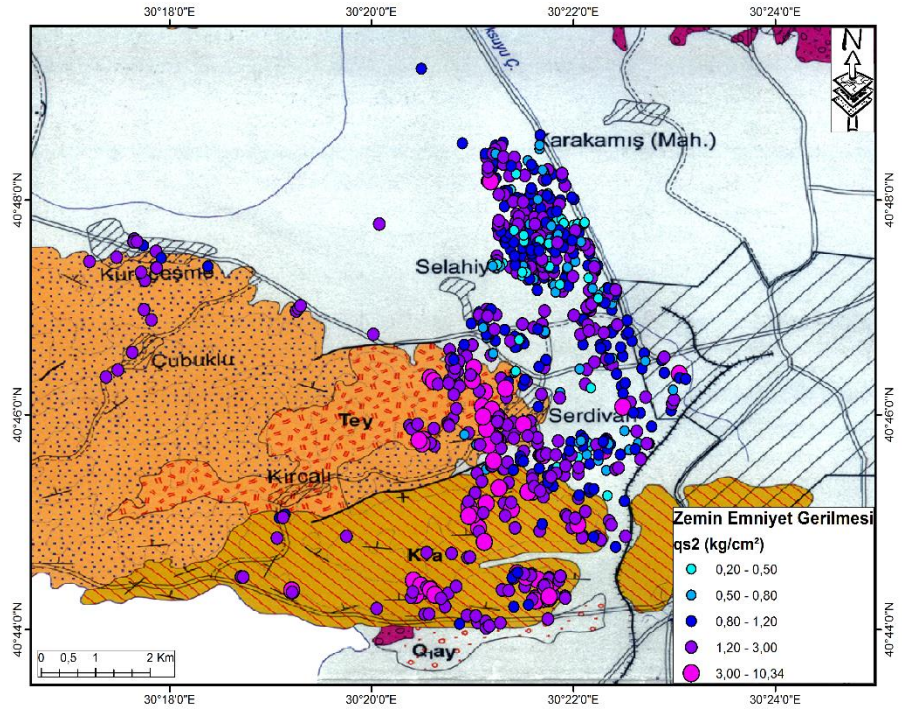
Ŗekil 4.19. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi jeofizik ölülerden alınan ilk tabaka zemin emniyet gerilmesi ( $qs_1$ ) değerleri.



Ŗekil 4.20. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan Merkezi ve çevresi jeofizik ölülerden alınan ilk tabaka zemin emniyet gerilmesi ( $qs_1$ ) değerleri.



Şekil 4.21. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan ilçesi jeofizik ölçülerden alınan ikinci tabaka zemin emniyet gerilmesi ( $qs_2$ ) değerleri.



Şekil 4.22. (MTA G24-Pafta Jeoloji Haritası üzerine) Sakarya/Serdivan Merkezi ve çevresi jeofizik ölçülerden alınan ikinci tabaka zemin emniyet gerilmesi ( $qs_2$ ) değerleri.

Zeminlerin, üzerlerine etki yapan yükleri taşıma kapasiteleri zemin emniyet gerilmesi olarak bilinir. Zeminlerin taşıma gücü; temel altındaki kayacın kayma dayanımına (içsel sürtünme açısı, kohezyon vb.), birim hacim ağırlığına, geostatik gerilmesine, deformasyon nitelikleri gibi mekanik özelliklerine ve su baskısı (hidrolik) gibi şartlara bağlı olduğu kadar temelin büyüğüne, derinliğine, biçimine, taban pürüzlüğüne ve taşıdığı yük değerine bağlı olduğu gibi tasarım yöntemine de bağlıdır. Zeminlerin kayma göçmesine karşı varabileceği maksimum dayanım, nihai taşıma gücü ( $q_u$ ) olarak adlandırılır.  $q_u$  değerinin güvenlik katsayısına bölünmesinden ise zemin emniyet gerilmesi ( $q_s$ ) değeri bulunur [37,38].

Kullandığımız verilere bakıldığında ilk tabaka değerleri düşük emniyet gerilmesine sahip olmakla beraber ikinci tabaka emniyet değerlerimiz daha yüksek değerlere ulaşmaktadır. Zemin emniyet gerilmesinin yüksek olduğu bölgelerimiz taşıma gücü açısından daha mukavemetliken düşük olan bölgelerimiz daha dayanımsızdır (Şekil 4.19., Şekil 4.20.), (Şekil 4.21., Şekil 4.22.).

Yapılacak olan yol, köprü, bina vb. temelleri için bu ölçü ve değerler (parametreler) göz önünde bulundurulmalı ve gerekli önlemler alınarak yapılmalıdır.



## BÖLÜM 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda Serdivan Belediyesince onaylanan hâlihazır 1163 adet zemin raporu, jeolojik, jeofizik ve geoteknik veriler olarak ayrıntılı biçimde incelenmiş, koordinatlandırılıp veri bankası haline getirilmiş ve inceleme alanı CBS, ArcGIS programı Georeferencing yöntemi kullanılarak zemin parametrelerince yorumlanmış ve bölge olarak genel bilgiye ulaşılmıştır.

İnceleme alanı, topoğrafik olarak genel anlamda batıdan ve güneyden kuzeye doğru (Adapazarı ovası) eğimli bir yapıya sahiptir ve bu durum jeolojiyi de etkilemiştir. İncelediğimiz raporlardan yola çıkarak çalışma alanının formasyon haritası oluşturulmuştur. Buna göre genel olarak güney kısım Akveren Formasyonu, batı kısmı Çaycuma Formasyonu ve kuzey kısım Alüvyon malzemedir oluşmaktadır (Şekil 4.2.). Buradan yola çıkarak hazırladığımız diğer parametre haritaları (sıvılaşma değerleri, yeraltısuyu seviyeleri, zemin hakim titreşim periyodu değerleri, Vs30 hız değerleri, ilk tabaka kalınlık değerleri, ilk tabaka kayma (S1) hızı değerleri, ikinci tabaka kayma (S2) hızı değerleri, ilk tabaka kayma modülü (G1) değerleri, ikinci tabaka (G2) kayma modülü değerleri, ilk tabaka zemin emniyet gerilmesi (qs1) değerleri, ikinci tabaka zemin emniyet gerilmesi (qs2) değerleri) formasyonlarla örtüşmekte ve bunlara bağlı olarak doğrusal değerler almaktadır.

Bu durumda, parametre haritalarına da bakıldığında ilk tabaka değerleri için Kuzey bölümü (Serdivan ilçesinin Aralık, Orta, Vatan, Köprübaşı, Arabacıalanı, İstiklal, Bahçelievler ve Otuzikievler Mahalleleri) incelenen parametrelerce gevşek zemin malzemesi, ikinci tabaka için ise az gevşek zemin malzemesi, Batı bölümü (Beşevler, Kazımpaşa, Kuruçeşme, Çubuklu, Selahiye Mahalleleri) ilk tabaka değerleri için incelenen parametrelerce az gevşek zemin malzemesi ve ikinci tabaka için orta-sağlam zeminden oluşurken, Güneyde kalan bölümü ise (Esentepe, Kemalpaşa ve Beşkörü

Mahalleleri) ilk tabaka değerleri için orta-sağlam zeminden oluşurken ikinci tabaka için sağlam zeminden oluşmaktadır. (İlk tabaka değerleri genel olarak 0,45-5,00m aralığındadır.)

Serdivan ilçesinin, şehir yerleşim planı bu veriler doğrultusunda Kuzey kısımına doğru olmamalıdır. Olması durumunda ise zemin etüdlerine daha fazla önem verilmeli ve zemin iyileştirme yöntemlerinin en uygun olanı seğilmelidir.

Çalışmamızdaki bu sonuçlardan da anlaşılacağı gibi CBS ile verilerimizi toplu halde değerlendirmek, incelemek, görselleştirmek, yorumlamak ve işimizi kolaylaştırmak mümkündür. Kullandığımız bu 1163 adet rapor, güncellenebilir bilgi arşivi haline gelmiştir. Zamandan tasarruf, depolama ve düzen, haritalama ve görselleştirme açısından CBS, bütün belediyelerce kullanılmalı ve veri, bilgi ve maddi israftan kaçınılmalıdır.

## KAYNAKLAR

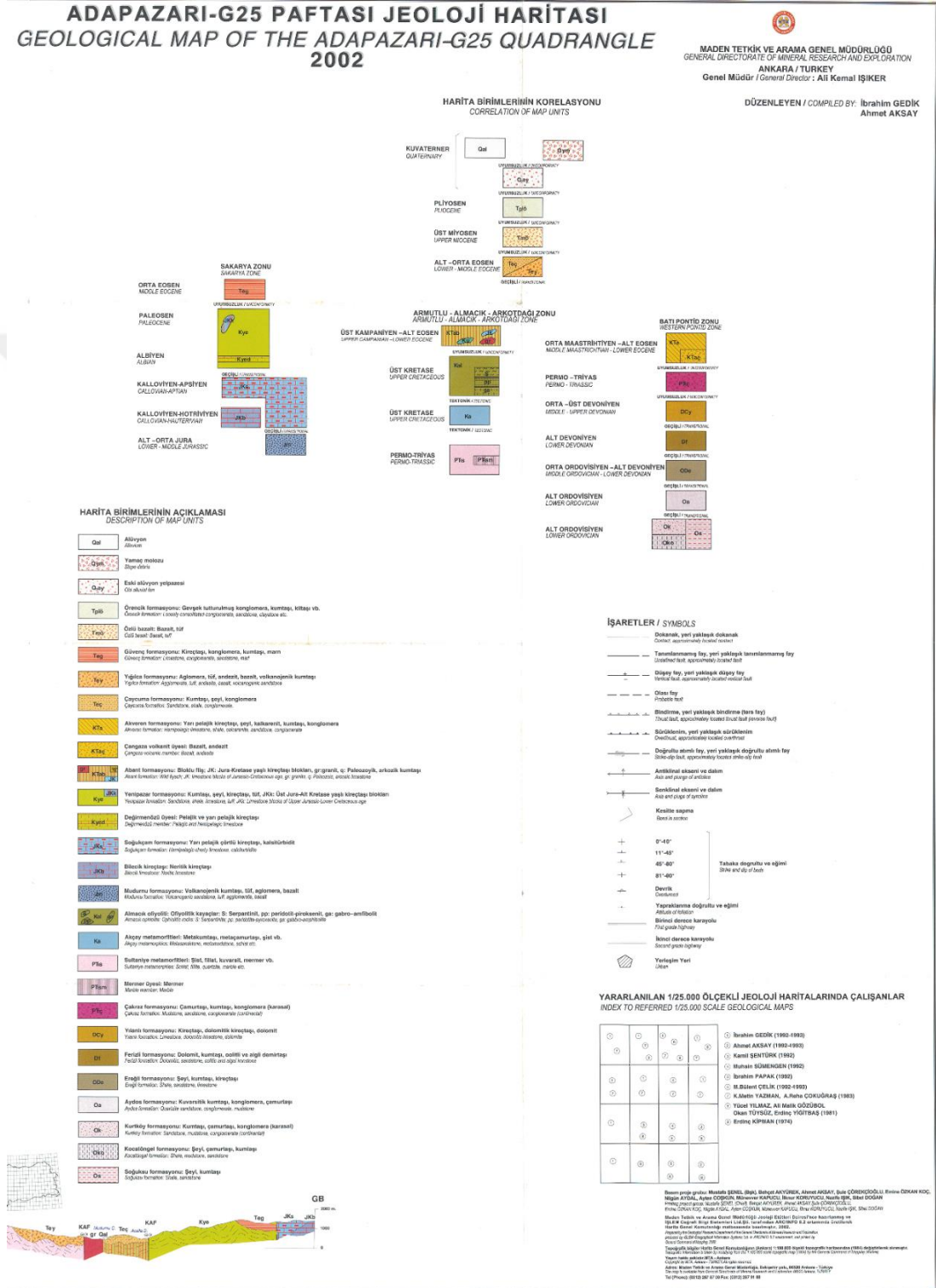
- [1] [http://cografyaharita.com/turkiye\\_interaktif\\_haritalari.html](http://cografyaharita.com/turkiye_interaktif_haritalari.html)., Erişim Tarihi: 01.09.2018.
- [2] <http://www.ym.com.tr>., Erişim Tarihi: 01.09.2018.
- [3] Barka, A.A., Kadinsky-CADE, K., Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity, *Tectonics*, 7,663-684, 1988.
- [4] Karavul, C., Kurnaz, T.F., Beyhan, G., Kıyak, A., Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Adapazarı Zemin Sıklık Durumunun Haritalanması., Deprem Sempozyumu, Kocaeli, 23-25 Mart, 2005.
- [5] Özocak, A., Sert, S., Bol, E., Arel, E., (2004), “Arifiye Beldesi (Adapazarı/SAKARYA) Zemin İnceleme Raporu”, Sakarya Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Rapor No: 2004.İNŞ.003, Temmuz 2004, SAÜ Rektörlük Basımevi, , ISBN 975-7988-21-9, Sakarya.
- [6] Tecim, V., Kıncal, C. (2004). Coğrafi Bilgi Sistemleri: Bölgesel Planlamada Etkin Bir Bilişim Teknolojisi, 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri Bildiriler Kitabı, s. 403-415, Fatih Üniversitesi yayınları, İstanbul.
- [7] İnan, A., İzgi, E., 2011. Coğrafi bilgi sistemi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [8] Batuk, F., Coğrafi Bilgi Sistemleri Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi, [www.yildiz.edu.tr/~batuk/dersler.html](http://www.yildiz.edu.tr/~batuk/dersler.html), İstanbul, 2001.
- [9] Yomralıoğlu, T., 2009. Coğrafi Bilgi sistemleri temel kavramlar ve uygulamaları,İber Ofset, Baskı no 5,Trabzon.
- [10] Töreyan, G., Özdemir, İ., Kurt, T., ArcGIS 10 Desktop Uygulama Dokümanı, s. 8-13, ©2010 İşlem Coğrafi Bilgi Sistemleri Mühendislik ve Eğitim Ltd. Şti. yayını, Ankara, Ekim 2010.
- [11] Uylu, K., 2003 Coğrafi Bilgi Sistemlerinde İnternet Programcılığı ve İnteraktif Veritabanı Sorgulamaları, Bitirme Ödevi, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- [12] Doğan, H.M., 2001. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılamanın Tarımsal Amaçlı Kullanımı, 1. Uluslara Arası Uzay Sempozyumu, Ankara.

- [13] Tecim, V., Coğrafi Bilgi Sistemleri: Harita Tabanlı Bilgi Yönetimi, 3. Bölüm, 3.3 CBS'nin Tarihsel Gelişimi, s. 56, Renk Form Ofset, Ankara, Mayıs 2008.
- [14] Acı, Z., 2010, CBS Tabanlı Maden Ruhsat Bilgi Sisteminin Oluşturulması, Y. Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- [15] Yağcı, C., 2014, Kentsel Dönüşüm Projelerinde Fiziksel Değişimin Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Yoluyla Araştırılması, Y. Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [16] Pektaş E.K. ,2009, Coğrafi ve Kent Bilgi Sistemi Uygulamaları ve Afyonkarahisar ili Örneği, Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi ,C.X I,S II, Afyon s.241-249.
- [17] T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Bölgeleri Haritası, Ankara , 1996.
- [18] Church, R.L. (2002). Geographical information systems and location science. Computers and Operations Research 29 (6), 541–562.
- [19] Demirci, A., Karakuyu, M., Afet Yönetiminde Coğrafi Bilgi Teknolojilerinin Rolü / The Role Of Geographic Information Technologies On Disaster Management, Doğu Coğrafya Dergisi, [S.l.], v. 9, n. 12, Mar. 2011. ISSN 1302-7956.
- [20] <http://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/cografi-bilgi-sistemleri> , Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Coğrafi Bilgi Sistemleri. Erişim Tarihi: 05.10.2018
- [21] Yılmaz, O.S., 2011, Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Karayolu Uygulamaları Üzerindeki Etkileri, Y. Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [22] Töreayen, G., Özdemir, İ., Kurt, T., ArcGIS 10 Desktop Uygulama Dokümanı, s. 36., ©2010 İşlem Coğrafi Bilgi Sistemleri Mühendislik ve Eğitim Ltd. Şti. yayını, Ankara, Ekim 2010.
- [23] <https://www.esri.com/news/arcnews/spring04articles/arc9-special/arcgis9-providing.html> , ArcGIS 9: Providing a Complete GIS Platform, ESRI, 2004. Erişim Tarihi: 05.10.2018
- [24] Töreayen, G., Özdemir, İ., Kurt, T., ArcGIS 10 Desktop Uygulama Dokümanı, s. 29-36., 102-105., ©2010 İşlem Coğrafi Bilgi Sistemleri Mühendislik ve Eğitim Ltd. Şti. yayını, Ankara, Ekim 2010.

- [25] Doğru Garagon, A., Toz, G., 2007. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Jeodinamik Çalışmalardaki Yeri ve Önemi, TUFUAB (Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği) IV. Teknik Sempozyumu, İTÜ Ayazağa Yerleşkesi, İstanbul.
- [26] Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik AFAD – Deprem Dairesi Başkanlığı, s.100, Resmi Gazete No: 26511., 03.05.2007.
- [27] Youd, T.L., 1992. Liquefaction, ground failure, and consequent damage during the 22 April 1991 Costa Rica Earthquake. Proceedings of the NSF/UCR US.Costa Rica Workshop on the Costa Rica Earthquakes of 1990-1991, April 2 – 4, 1992, Effects on Soils and Structures, Oakland, California, ERI Publication, No: 93-A, 73-75.
- [28] Youd, T. L. 1984. Geological effects-liquefaction and associated ground failure. Geological and Hydrogeological Hazards Training Program, United States Geological Survey Open-File Report 87-76, 210-232.
- [29] Akıncıtürk, N., Mart 2001. Yapı Temellerinde Su sorunu ve Yalıtım Uygulamaları, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yalıtım Kongresi, Eskişehir.
- [30] Beliceli, A., 2006. Eskişehir yerleşim yeri zeminin büyütme etkisinin makaslama dalga hızına ( $V_s$ ) bağlı olarak belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- [31] Zacek, M., 2002. Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı Ön Proje Aşaması , Yıldız Teknik Üniversitesi Basım, İstanbul.
- [32] Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik AFAD – Deprem Dairesi Başkanlığı, 2007.
- [33] D. M. Boore, “Estimating  $V_s$  (30)(or NEHRP site classes) from shallow velocity models (depths < 30 m),” Bulletin of the seismological society of America, vol. 94, no. 2, pp. 591-597, 2004.
- [34] NEHRP (2013), “Recommended Seismic Provisions for New Buildings and Other Structures”, FEMA P-750.
- [35] Kramer, S.L., 1996. Geotechnical Earthquake Engineering. Prentice Hall, New Jersey.
- [36] Keçeli, A. 1990. Sismik Yöntemlerle Müsaade Edilebilir Dinamik Zemin Taşıma Kapasitesi ve Oturmasının Saptanması. Jeofizik Dergisi, 4, 9, 55-91.
- [37] Day, R. W., 2002. Geotechnical Earthquake Engineering Handbook. McGraw Hill.



# EK 2: Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (MTA) 1:100.000 ölçekli Adapazarı G24 Paftası Jeoloji Haritası, 2002







- [38] Vesic, A.S., 1975. Bearing Capacity of Shallow foundations. Chapter 3 of Foundation Engineering Handbook, Hans F. Winterkorn and Hsai Yang Fang (Eds) Van Nostrand Reinhold.
- [39] TC Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara, 1996.
- [40] Koçyiğit, A., Bozkurt, E., Cihan, M., Özacar, A. ve Teksöz, B., “17 Ağustos Gölcük-Arifeye (KD Marmara) Depremi Jeolojik Ön Raporu”, ODTÜ, Jeol. Müh. Böl., 26 sayfa, 1999.
- [41] Gülen, L., Pınar, A., Kalafat, D., Özel, N., Horasan, G., Yilmazer, M., and Işıkara, AM., 2002. Surface fault breaks, aftershock distribution, and rupture process of the August 17, 1999 İzmit, Turkey Earthquake. Bulletin of the Seismological Society of America.
- [41] TC Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, Türkiye Deprem Tehlike Haritası, Ankara, Haziran 2018.

## ÖZGEÇMİŞ

Özge Nur TOÇOĞLU, 09.09.1991 Sakarya doğumlu. İlköğretim, ortaöğretim ve lise eğitimini Sakarya'da tamamladı. 2009 yılı Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği bölümüne kayıt yaptırıp bu süre zarfında Sakarya Üniversitesi Öğrenci İşleri Dairesi Başkanlığında öğrenci personel olarak çalışıp, 2013 yılında derece ile mezun oldu. Yine 2013 yılı içerisinde Sakarya Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümünde lisansüstü eğitimine kayıt oldu ve azami süre boyunca Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde öğrenci personel olarak çalıştı.