

ESKİŞEHİR- SİVRİHİSAR YHT GÜZERGAHINDA OBRUK OLUŞUMU VE RİSKLERİ HAKKINDA RAPOR

Hazırlayanlar
Prof. Dr. Can AYDAY
Hüseyin ALAN



**TMMOB
JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI
ESKİŞEHİR ŐUBESİ**

550.4 jeo

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası

ESKİŞEHİR- SİVRİHİSAR YHT GÜZERGAHINDA OBRUK OLUŞUMU VE RİSKLERİ
HAKKINDA RAPOR

Eskişehir: Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, 2020

28 s.: 24 cm

Anahtar Kelimeler: obruk, sivrihisar, yeraltı suyu, Yüksek Hızlı Tren (YHT)

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası

ESKİŞEHİR- SİVRİHİSAR YHT GÜZERGAHINDA OBRUK OLUŞUMU VE RİSKLERİ HAKKINDA RAPOR

Hazırlayanlar
Prof. Dr. Can AYDAY
Hüseyin ALAN



TMMOB
JEOLJİ MÜHENDİSLERİ ODASI
ESKİŞEHİR ŐUBESİ

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	7
2. OBRUKLAR ve OLUŞUM NEDENLERİ.....	8
3. ÇALIŞMA ALANI, ÇALIŞMANIN KAPSAMI ve YÖNTEM	11
4. BÖLGESEL JEOLJİ.....	13
5. ÇALIŞMA BULGULARI	13
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	25
DEĞİNİLEN BELGELER	28

SUNUŞ

Son yıllarda sıklıkla kamuoyunun gündemine gelen ve özellikle yerleşim birimlerine yakın alanlarda oluşan obruklar, toplumun can ve mal güvenliğini tehdit etmesi bakımından daha bir önemli hale gelmiştir. Başta Konya olmak üzere, Eskişehir, Afyon, Sivas, Zonguldak, Aksaray, Karaman, Kahramanmaraş, Manisa, İzmir gibi birçok kentte görülen obrukların bu güne kadar kırsal yerleşim birimlerine yakın tarımsal alanlarda oluşmasının sonucu olarak mal kayıplarına neden olsa da, can kaybına neden olmaması sevindiricidir. Ancak ilgili kurum ve yöneticilerin obruk oluşumu konusundaki umursamaz tavrı, önümüzdeki süreçlerde can kayıpları ile de sonuçlanabilecek olumsuz sorunların yaşanacağına ilişkin kaygılarımızı arttırmaktadır.

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası olarak, obruk oluşumlarının herhangi bir can ve mal kaybına neden olmaması için gerekli çalışmaları kamu yararı çerçevesinde yürütmekteyiz. Ayrıca yaşanan sorunların çözümü konusunda da ilgili kamu kurumlarının harekete geçmesi konusunda uyarılarımızı yapmaya devam ediyoruz. Bu kapsamda, daha önce Ankara- İstanbul arasında yapımı devam eden Yüksek Hızlı Tren (YHT) güzergâhının belirlenmesi sürecindeki eksiklikleri ve seçilen güzergâhtaki jeolojik problemlere dikkat çekmiştik. Ancak DDY Genel Müdürlüğü uyarılarımızı dikkate almamıştır. Sonuçta söz konusu proje güzergâhında yaşanan jeolojik problemler nedeniyle Bakanlar Kurulu Kararı ile müteahhit firmalara proje yapım bedelinin % 40'ını aşan oranlarda fiyat artışı verilmek zorunda kalınmıştır. Bu öngörüsüzlük nedeniyle de, Ankara-İstanbul YHT (öncelikle Bozüyük-Arifiye) güzergâhı yapım çalışmaları henüz tamamlanamamıştır.

Benzer şekilde; seçilen yerin çok sayıda doğal veya yapay gölü içermesi ve zemin birimlerinin zayıf mühendislik özellikleri nedeniyle İstanbul 3. Havalimanı inşaatının yapım sürecinde de zeminden kaynaklanan çok sayıda problemlerle karşılaşılacağı konusundaki uyarılarımız da Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından görmezden gelinmiştir. Ancak süreç Odamızı haklı çıkarmış, aynı niteliklere haiz, benzer projelerin çok çok üstünde maliyetlerle İstanbul 3. Havalimanı inşaatı kısmen tamamlanabilmiştir.

Bu rapor ise, yapım çalışmaları uzun yıllardır devam eden Ankara- İzmir YHT hattına ilişkin olarak hazırlanmıştır. Bu hattın Eskişehir-Sivrihisar bölgesinden

geçen kesimi *-raporda da belirtildiği üzere-* yoğun olarak obrukların oluştuğu alanın yaklaşık 1.5 km kuzeyinden geçmektedir. Bu rapor, zemin özellikleri yönünden obruk oluşumuna elverişli olan bu alana ilişkin olarak, ileride telafisi imkansız herhangi bir can veya mal kaybının yaşanmaması için kamuoyunu bugünden bilgilendirmek ve ilgili ve sorumlu kamu kurumlarını ikaz etmek amacıyla hazırlanmıştır.

T.C. Devlet Demiryolları Genel Müdürlüğü başta olmak üzere, ilgili tüm kurumların obruk oluşumunun olası etkilerinin önlenmesi için güzergâh boyunca gerekli jeolojik-jeoteknik ve hidrojeolojik inceleme ve araştırma çalışmalarını yaptırarak gerekli tedbirleri zamanında alması gerekmektedir.

Bu raporun hazırlanmasında emeği geçen Eskişehir Şube Yönetim Kurulu Başkanımız Prof. Dr. Can Ayday ile Yönetim Kurulu Başkanımız Hüseyin Alan'a; raporda gerekli düzeltmeleri yaparak katkı veren Prof. Dr. Fetullah Arık ile Prof. Dr. Mehmet Ekmekçi'ye teşekkür ederiz.

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası
Yönetim Kurulu

1. GİRİŞ

Her yıl dünyada ve ülkemizde doğal ve jeolojik nedenlerle deprem, heyelan, su baskınları, kaya düşmeleri vb. can ve mal kaybına neden olan tehlikeli ve büyük çaplı birçok doğa kaynaklı olayı gerçekleşmektedir. Genellikle insanların kontrolü dışında gerçekleşen bu olayların oluşum zamanının önceden kestirilmesi ve önlenmesi çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Bu olaylardan biri de son yıllarda gündemimize oldukça yoğun olarak giren obruk oluşumlarıdır. Obruk oluşumlarında temel faktörler litolojik, hidrojeolojik, tektonik, klimatolojik vb. gibi doğal unsurlar olup, bazen antropojenik etkiler, yani insan aktiviteleri de bu doğal oluşumu hızlandırmakta ve sayısını artırmaktadır.

Obrukların oluşumlarına etki eden temel faktörler genellikle obrukların içinde oluştukları kayaçların litolojik özellikleri, çevre kayaçlarla etkileşimleri ve bu kayaçların etkileşim halinde bulunduğu yüzey ve yeraltısuyunun nitelikleri ve kuraklık gibi iklimsel faktörlerdir. Ayrıca fay sistemleri ve insana bağlı olarak değişen ortam şartları obruk oluşumlarını tetikleyici etmenlerdir. Orta Anadolu'da gerçekleştirilen jeolojik, yapısal jeoloji, jeoteknik, mineralojik, jeokimyasal ve hidrojeolojik araştırmalarda obrukların artmasının temel nedeninin aşırı ve kontrolsüz yeraltısuyu kullanımı ve yeraltısı seviyesindeki düşümlere bağlı olduğu öne sürülmektedir.

Orta Anadolu'da su ile temas halinde çözünerek obruk oluşturabilen litolojik özelliklere sahip olan genç çökeller oldukça yaygın olup, özellikle Karapınar (Konya)-Eskil (Aksaray) arasında kalan bölgede obruk oluşumları son yıllarda hızla artmıştır. Ayrıca Konya Kapalı Havzası'nda Altınekin, Çumra ve Kadınhanı bölgelerinde de 2000'li yıllardan sonra obruklar oluşmuştur. Son birkaç yıllık dönemde yıllık obruk oluşum sayısı 10'un üzerindedir. Sadece 2019 yılında yaklaşık 20 yeni obruk oluşmuş ve 2019 yılı Eylül ayı itibariyle bölgede çapları birkaç m'den 1 km'ye, derinlikleri de 30-40 cm'den 110 m'ye kadar değişen ve sayıca yaklaşık 350 obruk oluşumu tespit edilmiştir.

Karapınar dışında başta Sivrihisar (Eskişehir) olmak üzere Karaman, Aksaray,



Çankırı, Sivas, Kahramanmaraş, Şanlıurfa, Afyonkarahisar, Manisa ve İzmir gibi birçok bölgede obruk oluşumları gerçekleşmektedir. Obruk oluşumlarının son yıllarda artmasının en temel nedenlerinden biri aşırı ve kontrolsüz yeraltı-suyu kullanımınıdır. Özellikle Konya Kapalı Havzası'nda yeraltısu seviyesi aşırı yeraltısu tüketimine bağlı olarak her yıl birkaç metre düşmektedir. Geçmişte yeraltısu seviyesinin daha yüksek olmasından dolayı daha yüksek kotlarda oluşan obruklar, son yıllarda daha düşük kotlardaki tarımsal alanlarda, önemli ulaşım ağlarının ve yerleşim merkezlerinin yakınlarında meydana gelmekte ve insanlarda korku ve paniğe neden olmaktadır.

Sivrihisar (Eskişehir) ilçesi Sığırcık, Göktepe, Kaldırımköy ve Yeniköy köyleri arasındaki bölgede son birkaç yıl içinde çapları 2 m ile 50 m ve derinlikleri ise 0.5 m ile 15 m arasında değişen 8 adet obruk oluşmuştur. Obruk oluşan bu bölgenin, tarımsal alan olması önemli sorunlara yol açmazken, bu alanın yapım çalışmaları devam eden Ankara-İzmir Yüksek Hızlı Tren yolu güzergâhının sadece 1.5 km güneyinde yer alması nedeniyle acil önlemler alınmasını gerekli kılmaktadır.

Öte yandan obruklar, ilk görenlerde şaşkınlık ve hayranlık uyandıran doğal bir güzellik ve doğal anıt niteliğinde jeolojik miras alanlarıdır. Yerbilimleri açısından da çok değerli ve olağanüstü güzel obruk gölleri, yeryüzünde seyrek bulunan ve jeopark özelliği kazanmış karst yapıları olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla obruk oluşumu bakımından riskli bölgelerin tespit edilmesi, yeni obrukların oluşumunun azaltılması için kontrollü yeraltısu kullanımının gerçekleştirilmesi önem taşırken, diğer taraftan da obrukların uluslararası düzeyde tanıtılması, canlı yaşamı için gerekli önlemlerin alınması ile birlikte bu alanın Jeo-turizme kazandırılması gerekmektedir.

2. OBRUKLAR ve OLUŞUM NEDENLERİ

Obruk Türkçe kökenli bir kelime olup boru, baca veya kuyu şeklinde olup yeni oluşanlar keskin köşeli, eski oluşumların ise daha yayvan görümlü karstik çöküntülere obruk denir (Erinç, 1960; Erol, 1990, Göçmez, 2011, Doğan ve Yılmaz, 2010). Obruk oluşumları bir tür karstik yeryüzü şekli olup, havzadaki mevcut karstlaşma süreçleri ile oluşan çökme dolinleri obruk olarak tanımlanmaktadır. Ancak benzer yapılar çok yaygın olduğundan oluşan her yeni çökme obruk olarak tanımlanmış ve bilimsel literatürde de bu oluşumlar obruk olarak tanım-

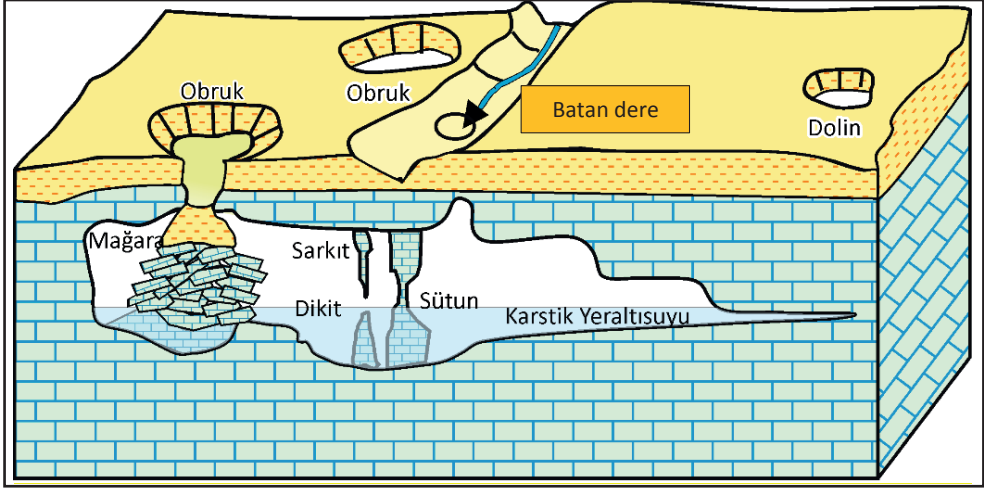


lanmaya başlanmıştır (Şekil 1; Arık, 2018). Yüzeyde gözlenen çökme yapıları derinlerdeki daha büyük boşluk ve mağaraların en zayıf zonlarını temsil eden karstik sistemin izdüşümü olup, derinlerde daha büyük boşluklar ve mağaralar bulunmaktadır.

Obrukların oluşumu genellikle içinde oluştukları kayaçların litolojik özellikleri ve bu kayaçların etkileşim halinde bulunduğu suyun niteliklerine bağlıdır. Su ile etkileşim durumunda çözünebilen kireçtaşı, killi kireçtaşı, marn, dolomitik kireçtaşı, dolomit gibi karbonatlı kayaçlarla; halit, jips, anhidrit gibi evaporitlerin yaygın olduğu bölgelerde bu kayaç ve minerallerin sularla etkileşimi sonucu mağara, dolin, lapy, düden, obruk gibi karstik şekiller oluşmaktadır (Eriñç, 1960; Erol, 1990; Eroskay, 1976; Karadoğın, 2001).

Kayaçların gözenekliliği ve geçirimliliğinin yüksek olması su ile etkileşimini artırmaktadır. Yeraltında bulunan kırık ve çatlaklar suların hareketini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca aşırı yeraltı suyu kullanımı sonucunda su seviyesinin gideerek düşmesi, kayaçların boşluklarındaki suyun hidrostatik basıncının azalmasına yol açmaktadır. Bu kayaçlarla etkileşim halindeki yeraltı suyu veya yüzeydeki çeşitli kaynaklardan süzülen suların kimyasal özellikleri, özellikle düşük pH, yani asitlik derecesi ve tuzluluk değeri kayaçların çözünme derecesini yükseltmektedir.

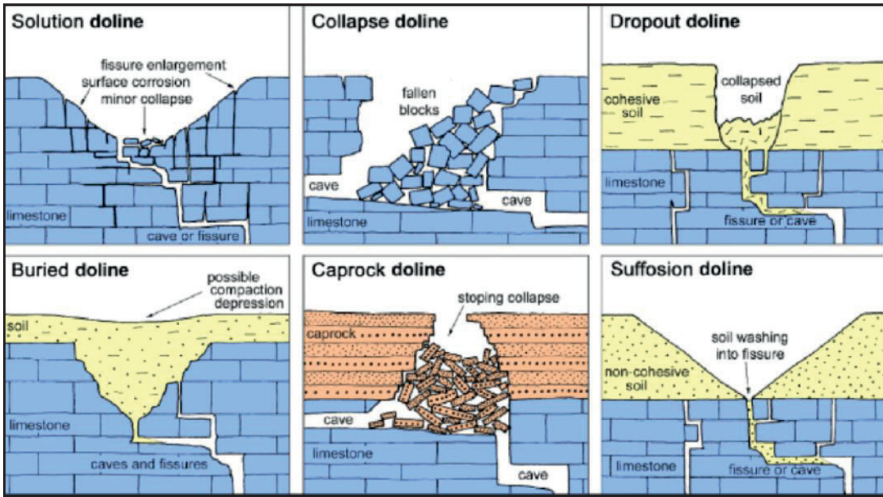
Obruk oluşumu genellikle, çözünebilen nitelikteki (karbonatlı kayaçlar, evaporitler) tabakaların arasında dolaşın yeraltı suyu veya yüzeyden süzülen çeşitli türdeki sular (tarımsal sulama, kentsel ve evsel atık sular) öncelikle, küçük çaplı boşluklar oluşturmaktadır. İlerleyen sürede suların hareketi ile bu boşluklar büyüyerek yeraltı açıklıkları (mağara, erime boşlukları vb) şeklini almaktadır. Boşluğun boyutları büyürken, üstteki örtü tabakası ağırlığı taşıyamaz ve ani çökme oluşur (Şekil 2). Bu nedenle, depremlerde olduğu gibi obrukların da oluşum zamanını önceden kestirmek mümkün değildir. Çökmelerde ani bir yer hareketi, bir titreşim veya örtüdeki ağırlığın artması olayı hızlandırıcı unsurlardır. Çöken tabakaların kalınlığı, çöken malzeme miktarı, çökme hareketinin derinliği ve yeraltı su seviyesinin durumuna göre bazı obruklar tabanda yeraltı suyu kadar ulaşmakta bazıları ise, sadece bir çöküntü şeklini almaktadır (Göçmez, 2011).



Şekil 1. Sık görülen karstik yapılar ve obruk oluşumları

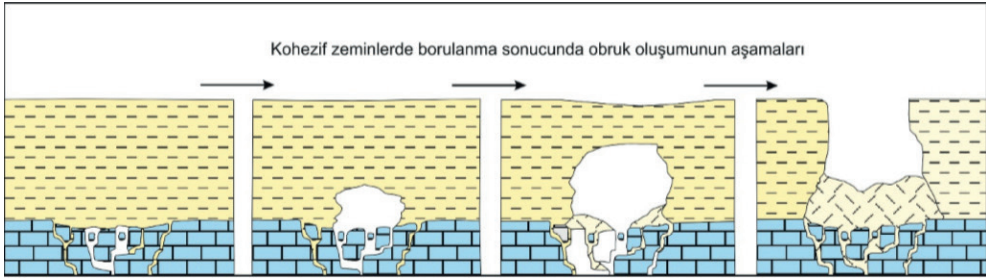
Waltham vd. tarafından altı tip obruk oluşumu tanımlanmıştır.

1) Çözünme (solution) obrukları, 2) Göçme (collapse) obrukları , 3) Ağırılığı ile çöken örtü-“külçe” (dropout) obrukları, 4) Gömülü (buried) obruklar, 5) Örtükaya (caprock) obrukları, 6) Alttan aşındırma veya yüzeysel malzemenin yıkanması (Borulama (Suffosion) obrukları) şeklinde özetlenebilecek 6 tür oluşum mekanizması önerilmektedir (Şekil 2.).



Şekil 2. Dolin (obruk) tipleri (Waltham vd., 2005)

Karapınar'da olduğu gibi Sivrihisar ve diğer bölgelerdeki benzer alanlardaki kohezyonlu topraklarda çökme ani olarak gelişmekte olup yeraltında bulunan boşluklar zaman içinde büyümektedir. Boşluklar büyüdükçe tavan birimlerinin tabaka kalınlığı azalmakta ve tavanın incilmesi sonucu çökme gerçekleştiğinde dik ve derin çukurlar oluşmaktadır (Şekil-3).



Şekil 3. Kohezyonlu malzeme ile örtülü karstik ortamda "külçe" obruğu oluşum aşamaları

3. ÇALIŞMA ALANI, ÇALIŞMANIN KAPSAMI ve YÖNTEM

Çalışma alanı; Eskişehir ilinin, Sivrihisar ilçesinin yaklaşık 37 km güneyinde yer almaktadır. Saha Eskişehir'e karayolu ile yaklaşık 120 km uzaklıkta Sivrihisar-Emirdağ Karayolunun 35 km doğusunda yer almaktadır. Konya ve Afyon İl sınırlarının kesiştiği noktaya yakındır (Şekil 4). Sığırcık Köyüne kadar yol asfalt olup, daha sonra toprak yol olarak devam etmektedir. Obrukların bulunduğu yerler ise tarlalar arasında kaldığı için ulaşım zordur. Sahanın yaklaşık 1.5 km. kuzeyinden Ankara-İzmir Yüksek Hızlı Tren yolu geçmektedir. Şu anda hızlı tren yolu yapım çalışmaları devam etmektedir. Yine sahanın 22 km doğusunda ise DSİ'nin yapmakta olduğu Gökpınar Barajı inşaatının çalışmaları sürmektedir.

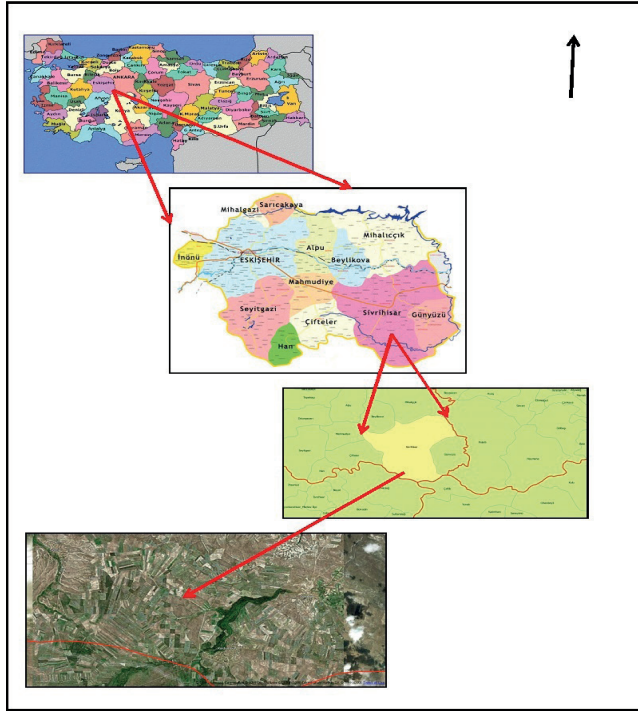
Bu çalışma Sığırcık, Göktepe, Kaldırımköy ve Yeniköy (Sivrihisar-Eskişehir) arasındaki bölgede meydana gelen obruk oluşumlarının arazide gözlemlenmesini, konumlandırılmasını ve yorumlanmasını kapsamaktadır.

Arazide obrukların yerleri GPS ile belirlenmiştir. Obrukların çapları ve derinlikleri laser uzunluk ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Arazi çalışmaları sırasında bölgede bildirilenden çok daha fazla obruk olduğu anlaşılmaktadır. Bölgede yapılan çalışma esnasında kırsal kesimde yaşayan çiftçilerin kendilerine ve top-

raklarına zarar gelebileceği düşüncesi ile obruk oluşumlarını bildirmedikleri ve gizledikleri belirlenmiştir.

Araziden toplanan veriler büro çalışması sırasında Açık Kaynak Kodlu QGIS yazılımı kullanılarak harita üzerine işlenmiştir (QGIS, 2019). Yine bu yazılım ile MTA Yerbilimleri Harita Görüntüleyicisi ve Çizim Editörü içinde bulunan “Formasyon” katmanına ulaşılmış (MTA, 2016) ve bölgenin jeolojisi hakkında bilgi edinilmiştir.

Sahaya ait uydu görüntüleri yine Açık Kaynak Kodlu olan GRASS yazılımı ile görüntülenmiştir (GRASS GIS, 2019). Böylece sahada arazi gözlemleri sırasında görülemeyen obrukların bulunmasına çalışılmıştır. Elde edilen bu veriler CBS yöntemi ile analiz edilerek obrukların yoğunlaştığı yerlerin belirlenmesine ve bu şekilde obruk oluşumu açısından risk oluşturabilecek alanların tespitine çalışılmıştır.



Şekil 4. Yer bulduru haritası.



4. BÖLGESEL JEOLOJİ

Bölgenin en yaşlı birimi gnays, granit, granodiorit, şist, mermer türü kayalardan oluşur. Bu kayaların yaşları Paleozoyik olarak tanımlanmıştır. Bu birimlerin üzerine yine Paleozoyik yaşlı kireçtaşı, mermer ve dolomit gelir. Sahanın kuzeyinde gözlenen granit ve granodiorit Mesozoyik yaşlıdır. Bu derinlik kayaları Paleozoyik yaşlı birimleri keserler. Bu bölgede temel kaya olarak tanımlanan birimlerin üzerine Neojen yaşlı örtü birimler gelir. Örtü birimler kiltası, marn ve kireçtaşından oluşur. Bu birimlerin içinde yer yer, genellikle jipslerden oluşan evaporitli seviyeler bulunur. Sahanın en genç birimleri ise traverten, yamaç molozu ve alüvyondan oluşur. Bu birimler Kuvaterner yaşlıdır (Şekil 5).

Bölgenin tektoniği Neo-Tetis'in oluşumu sırasında ve daha sonrasında şekillenmiştir. Neo-Tetis Okyanusunun kuzey kısmı Sakarya Kıtası altına dalmış ve bugünkü konum oluşmuştur (Şengör, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981). Neotektonik Dönemde K-G yönlü sıkışma ile havzalar ve alt havzalar meydana gelmiş olup çalışma alanı İnönü-Eskişehir Fay Zonunun GD'sunda yer alan havzalardan biri içinde yer almaktadır (Şekil 6).

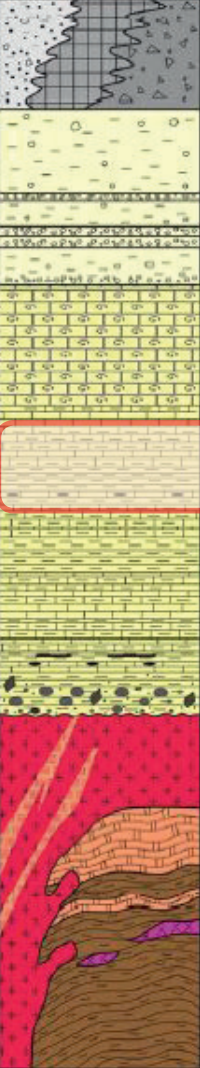
5. ÇALIŞMA BULGULARI

Sivrihisar İlçesi Sığircık, Göktepe, Kaldırımköy ve Yeniköy köyleri arasında kalan alanda çapları 1.5 m ile 50 m arasında, derinlikleri ise 0.5 m ile 15 m arasında değişen 8 adet obruk tespit edilmiştir (Tablo 1).

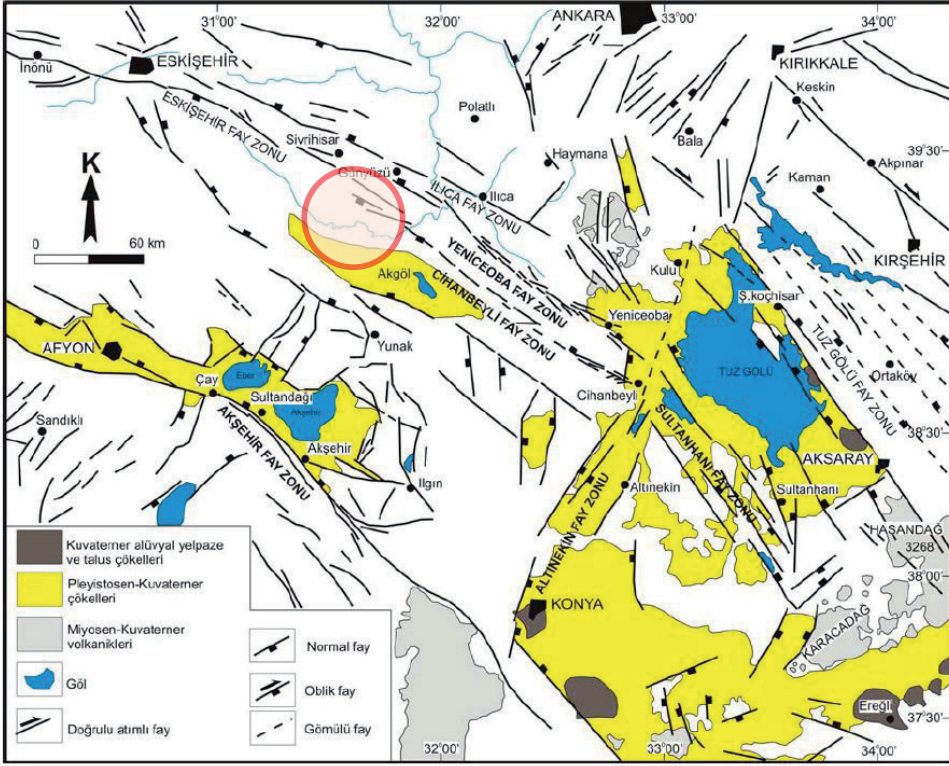
Tablo 1. Gözlenen Obrukların Verileri

İd	İsim	X	Y	h	Çap (m)	Derinlik (m)	Su Durumu
5	gediz5	368586	4330719	1027.73	1.5	2.0	Yok
6	gediz6	369119	4330148	880.97	15.0	6.0	Yok
7	gediz7	369119	4330148	881.24			Yok
8	gediz8	370735	4331232	900.31	23.0	15.00	Yok
9	gediz9	371338	4330579	895.4	3.0	0.5	Yok
10	gediz10	371746	4330251	894.8			Yok
11	gediz11	372115	4330280	880.87	28.00	12.61	Yok
12	gediz12	371848	4330211	889.05			Yok
13	gediz13	375023	4327686	881.95	7.0	12.00	Su Var

Not: 6, 7 no'lu obruklar aynı obruklardır.

ÜST SİSTEM		SİSTEM		SERİ	KAT	FORMASYON/ SİMGE	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
SENOZOYİK	TERSİYER	KUVATERNER	PLİYOSEN	MİYOSEN	ÜST MİYOSEN	Oym/Otr/Cal		Alüvyon Traverten Yamaç molozu
						Tpa	Açık kahve, kırmızımsı kahve ve kırmızımsı renkli çamurtaşı, kumtaşı ve konglomera.	
		Tph	Beyaz, gri renkli, orta-kalın tabakalı, gastropod fosilli kireçtaşı.					
		Tmg	Beyaz, gri renkli, marn kireçtaşı; yeşil, kahverengi, sarı renkli (alacalı) kil, marn, silttaşı (az), killi kireçtaşı. Jips arakatlılı.					
MESOZOYİK	PALEOJEN	EOSEN	Y				Granit, granodiyorit.	
PALEOZOYİK						Pzk	Beyaz, gri, siyah renkli, ince-orta-kalın tabakalı, kristalize kireçtaşı, yer yer dolomitik kireçtaşı.	
						Pzş	Gri, kahverengi, yeşilrenkli, mikaşist, kuvars mikaşist, kuvarşist, kalkışist vb. türden şistler, kristalize kireçtaşı ve kuvarşist (Q).	

Şekil 5. Bölgenin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Kahraman, 2010, yüksek lisans tezinden alınmıştır). Çalışılan yere karşılık gelen birim, kırmızı kısım.



Şekil 6. Bölgenin tektonik durumu (Kahraman, 2010'dan). İnceleme alanı: kırmızı kısım.

Sığırcık Köyü'nün yaklaşık 3.6 km güneyinde gözlenen obruk, bu bölgede gözlenen en büyük obruklardan biridir (Şekil 7). Kaldırım Köyün 5.3 km batısında gözlenen obruk ise en büyük obruktur (Şekil 8).



Şekil 7. Sığırcık Köyü GD'sunda id:6 ve 7 no'lu obruk



Şekil 8. Kaldırım Köyü 5.3 km batısında gözlenen obruk bölgesi (en büyük obruk, id: 11)

Kaldırım Köyünün yaklaşık 5.3 km batısında gözlenen en büyük obruğun bulunduğu alanda sadece obruk değil, yaklaşık 3 futbol sahası büyüklüğünde bölgesel bir çökme olduğu belirlenmiştir (Şekil 9). Buradaki çökme üzerindeki ayçiçeği tarlasındaki ürünün de eğilmesine yol açmıştır.

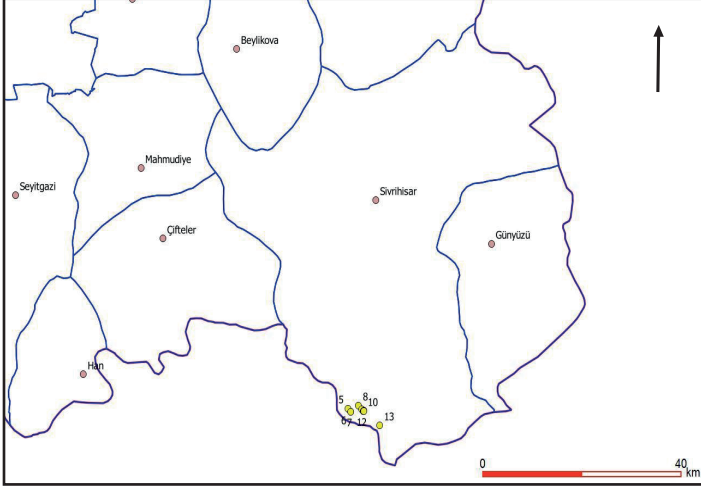


Şekil 9. Çökme bölgesinin üzerindeki tarlada bulunan üründeki eğilmenin görünümü.

Bu çalışma kapsamında daha önce yapılan çalışmaların derlenmesi ile araziden toplanan veriler birlikte değerlendirilmiştir. Açık Kaynak Kodlu Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımı (QGIS) kullanılarak sayısallaştırılmış haritalar üzerine obrukların, arazide ölçülen konumsal ve boyutsal özellikleri tabloya dönüştürülerek obruk dağılım haritası oluşturulmuştur (Şekil 10).

Sivrihisar ilçesi güneyinde Sığırcık Köyü güneyinde arazide gözlenen obruk oluşum yerleri Bing Map uydu görüntüsü üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 11). Bu yerlerin genellikle Sığırcık Köyü ile Kaldırım Mahallesi arasında olduğu belirlenmiştir.

Uydu görüntüsü üzerinde bölgede yapılan çalışma ile obruk olma olasılığı olan ilave 21 adet nokta daha saptanmıştır (Şekil 12). Bu yerlerin koordinatları belirlenerek arazide obruk olup, olmadığıın yerinde incelenmesi gerekmektedir.



Şekil 10. Eskişehir ili, Sivrihisar ilçesi sınırları içinde obruk oluşum yerleri.

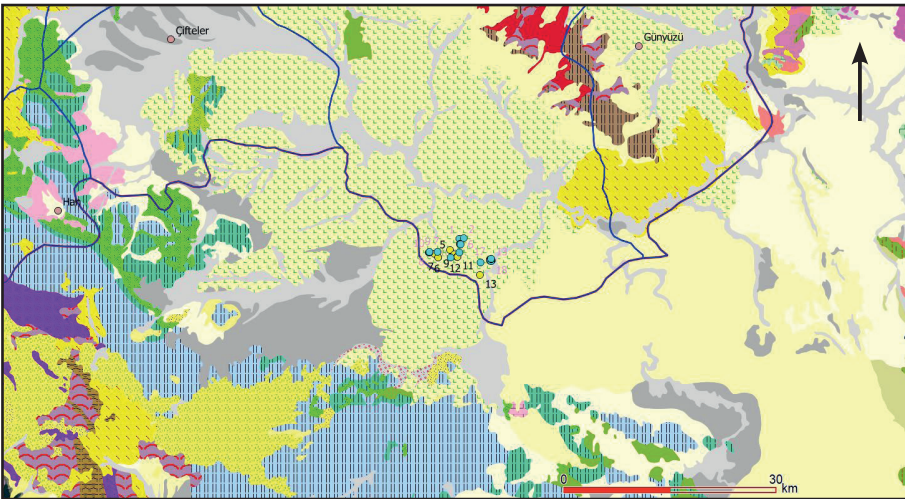


Şekil 11. Sivrihisar ilçesi güneyinde Sığırcık Köyü güneyinde gözlenen obruk oluşum yerleri.

Gözlenen obruklar ve uydu görüntüsü üzerinden belirlenen obruk noktaları MTA'nın 1/500.000 ölçekli jeoloji haritası üzerinde konumlandırılmıştır (Şekil 13). Obrukların oluşum gösterdiği birim incelendiğinde Evaporitli Sedimanter Kaya olarak tanımlandığı anlaşılmıştır (Şekil 14). Bu birimin yaşı Üst Miyosen ve Pliyosen (günümüzden 3-7 milyon yıl önce) olarak belirlenmiştir.



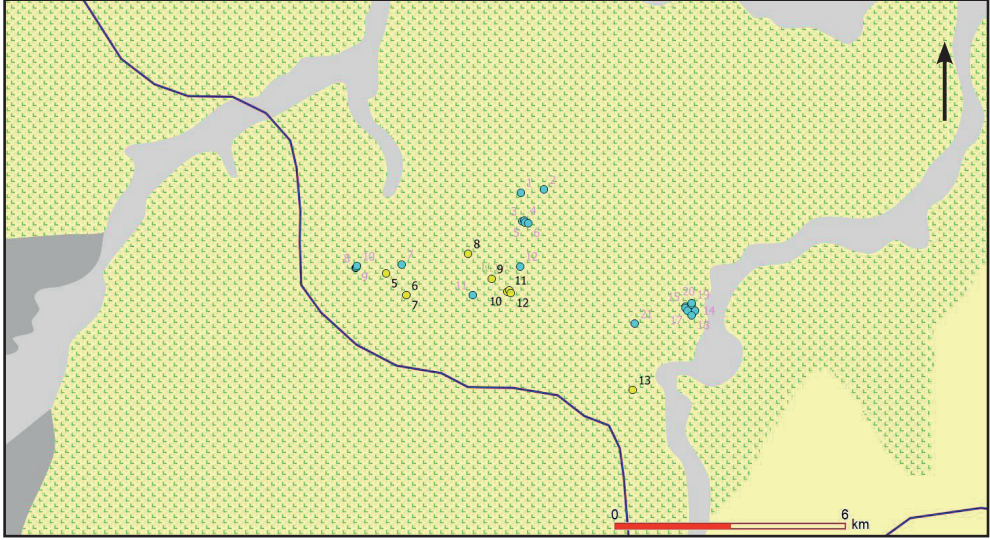
Şekil 12. Uydu görüntüleri yardımı ile saptanmaya çalışılan obruk oluşum yerleri



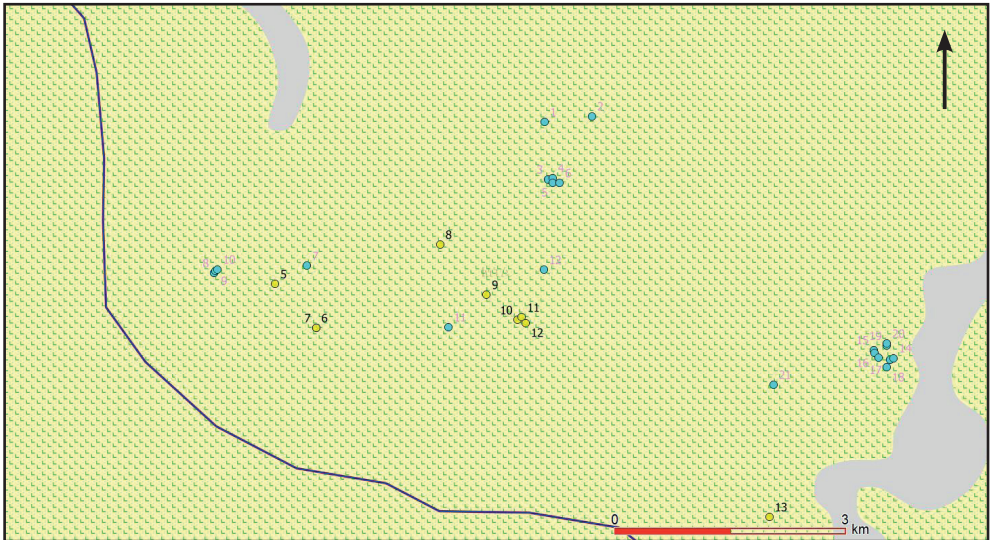
Şekil 13. Obrukların 1/500.000 ölçekli Jeoloji Haritası (MTA) üzerindeki konumları



Obruk oluşum yerleri 1/100.000 ve 1/50.000 ölçekli harita üzerinde de gösterilmiştir (Şekil 14 ve Şekil 15).



Şekil 14. Obrukların 1/100.000 ölçekli Jeoloji Haritası (MTA) üzerindeki konumları



Şekil 15. Obrukların 1/50.000 Ölçekli Jeoloji Haritası (MTA) Üzerindeki Konumları

Yapılacak analizler için kullanılmak üzere arazide gözlenen ve uydu görüntüsünden saptanan obruk yerleri birleştirilmiştir (Şekil 16).



Şekil 16. Uydu görüntüsü üzerinde (Bing Map) tüm obruk yerleri.

Yoğunluk Analizi (Heat Map) ile nokta olarak tanımlanan nesnelere dağılımı ve yoğunlaştığı yerler belirlenebilmektedir. Obrukların konum noktaları kullanılarak bu noktalar ile Yoğunluk Analizi yapılmıştır. Arazide gözlenen obrukların yerleri ve uydu görüntüleri üzerinde belirlenerek obruk olma olasılığı olan tüm yerler (tüm obruklar) olmak üzere analiz iki kez yapılmıştır. Yoğunluk Analizinde noktaların birbirlerini etkileme mesafesi 1500 m olarak alınmıştır. Bu analiz sonucunda riskli yerler, obrukların yoğun olduğu yerler, obruk oluşumunun belli bir alan içinde sayıca fazla olduğu yerler olarak belirlenmiştir.

Arazide gözlenen obruk noktaları ile yapılan Yoğunluk Dağılım Haritasında Sığırcık Köyünün G ve GD yönünde yoğunluğun arttığı ve bu bölgenin obruk oluşumu yönünden riskli olduğu belirlenmiştir (Şekil 17).



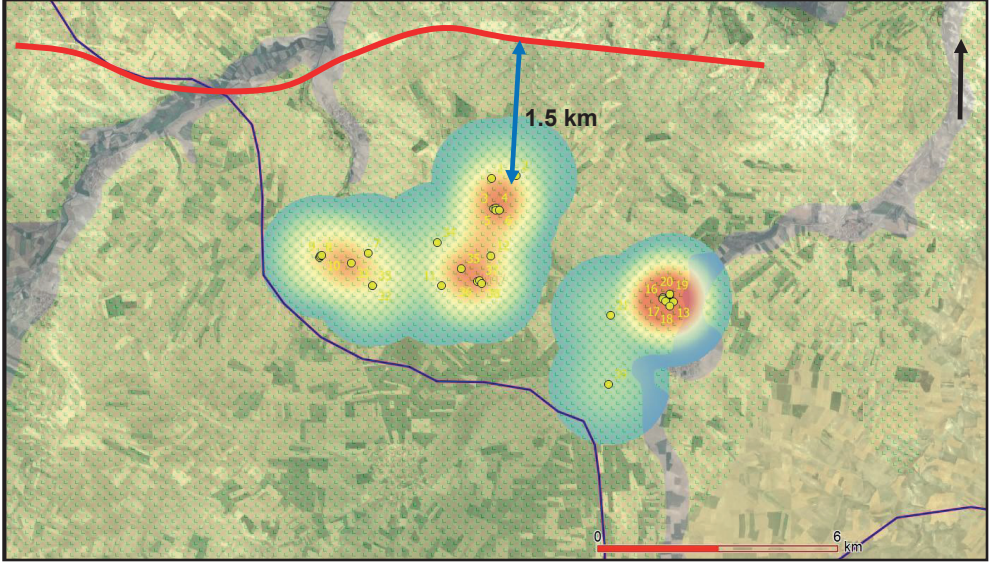
Şekil 17. Arazide gözlenen obruk konumlarının Yoğunluk Dağılımı ve Riskli Alanlar Haritası (1/50.000 ölçekli).

Sahada gözlenen ve uydu görüntüsü yorumu ile saptanan tüm noktalar ile yapılan analizde ise, Obruk Risk Haritasında Sığırcık Köyü yakını ile birlikte Kaldırım Köyü civarında da Riskli alanların bulunduğu anlaşılmaktadır (Şekil 18).

Oluşturulan Obruk Risk Haritasında riskli alanın Ankara-İzmir Yüksek Hızlı tren yoluna olan uzaklığın yaklaşık 1.5 km olduğu görülmüştür (Şekil 19). Tren yolu güzergahı Evaporitli Sedimanter Kaya ve Alüvyon sınırı üzerinde bulunmaktadır.



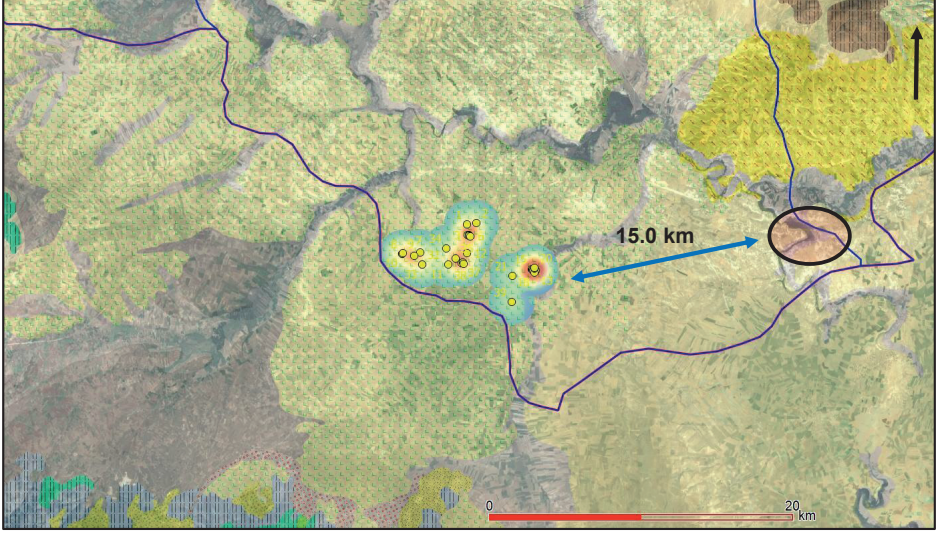
Şekil 18. Tüm obruk konumlarının Yoğunluk Dağılımı ve Riskli Alanlar Haritası (1/50.000 ölçekli).



Şekil 19. Riskli alanın Ankara-İzmir Yüksek Hızlı tren yoluna olan uzaklığı yaklaşık 1.5 km (1/100.000 ölçekli jeoloji haritası)

Yapım çalışmaları devam eden DSİ'nin Gökpınar Barajı, Obruk oluşumu açısından riskli bölgenin yaklaşık 15 km D'da yer almaktadır (Şekil 20). Bu baraj da Evaporitli Sedimanter Kaya ve Alüvyon üzerinde yapılmaktadır.

Sahadaki yol yarmalarında Evaporitli Sedimanter Kayaçların izleri vardır (Şekil 21). Bu mostralarda obruk oluşumunun oluşum evreleri ile ilgili görsel bilgi edinilebilir.



Şekil 20. DSİ'nin Gökpınar Barajı ise riskli alanın arası yaklaşık 15 km.dir.
(1/250.000 ölçekli jeoloji haritası)



Şekil 21. Sahada bir obruk oluşumunu gösteren yol yarması kesiti.



Sığırcık Köyü ile Sivrihisar-Emirdağ (Ankara-İzmir) yolu kesişim bölgesinde gözlenen yarmalarda, litolojik birimlerin üst seviyelerde yumuşak kireçtaşı, onun altında ise evaporitli-jipsli seviyelerden oluştuğu gözlenmiştir. Erime özelliği çok yüksek olan evaporitli-jipsli seviyeler ile üstünde bulunan kireçtaşının arasında, erimeden kaynaklı boşluklar görülmektedir. Boşluk üstünde bulunan kireçtaşında ise belli bir ağırlığın oluşması ve taşıyamaz duruma gelmesi nedeniyle çökme gerçekleşmiştir. Bu yüzeylemede obruk oluşumu öncesinde kireçtaşı içinde oluşan çatlaklar, çökmenin ve obruk oluşumunun yaklaştığının belirtisidir. Bu yüzeylemede; toprak seviyesi oldukça ince olup, obruk oluşumunun yoğun olduğu tarlalarda bu seviyenin daha kalın olduğu düşünülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yukarıda belirtilen çalışmalar göz önüne alınarak aşağıda belirtilen önlemlerin acilen alınması gerektiği düşünülmektedir.

- Obruk oluşumlarının bulunduğu bölgede çok sayıda sulama amaçlı açılan yeraltı suyu üretim kuyuları bulunmaktadır. Bu durum uydu görüntüleri üzerinden de gözlenebilmektedir. Bazı yerlerde birbirlerine yakın açılan su kuyuları arasında uzaklık 250 m'nin altına düşmektedir. Açılan su kuyularının çoğunluğu, tarımsal faaliyetler için kullanılmak üzere çiftçiler tarafından açılmıştır. Yine yörede yaşayan çiftçilerin belirttiğine göre Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün (DSİ) açtığı su kuyuları arasındaki uzaklığın 1000 m civarında olduğu, bu nedenle bu yerlerde obruk oluşumunun olmadığını ifade edilmiştir. Bu durumun araştırılması gerekmektedir.
- Obruk oluşumuna etki eden nedenlerin başında yeraltı su seviyesinde görülen düşümdür. Bunun nedeni ise, geçmiş yıllarda bölgede yoğun olarak yapılan buğday ve arpa ekiminin yerini son yıllarda mısır ve ayçiçeği gibi aşırı su teminine dayalı tarımsal faaliyetler olduğu anlaşılmaktadır. Bu duruma ilişkin ayrıntılı araştırmalar yapılmalı ve gerekiyorsa bu alanlarda yeraltı suyu düşünün önlenmesi amacıyla tarımsal üretim paterninde gerekli değişiklikler yapılmalıdır. Ayrıca ülke genelinde sayıları 500.000'i geçtiği tahmin edilen ve DSİ Genel Müdürlüğünden gerekli izinler alınmadan açılan kaçak yeraltı suyu kuyusu açım işlemleri durdurulmasını sağlayacak önlemler artırılmalı veya kaçak olduğu tes-



pit edilen kuyular ise kapatılmalıdır.

- Arazide yapılan gözlem ve daha sonrasında uydu görüntüleri üzerinde yapılan çalışmalara göre; Ankara-İzmir Yüksek Hızlı Tren Güzergahının Polatlı-Afyon kısmının obrukların yoğun olarak gözlemlendiği bölgenin yaklaşık 1.5 km kuzeyinden geçtiği belirlenmiştir. Bu kısımda yüksek hızlı tren güzergahının belli bir kısmının evaporitik kayalar üzerinden geçtiği tespit edilmiştir. Yüksek Hızlı Tren gibi önemli bir mühendislik yapısının geçtiği güzergahın bölgesel olarak jeolojik-jeoteknik etütlerinin, obruk oluşumuna kaynaklık eden nedenleri ortaya çıkarılmasını sağlayacak şekilde yapılması planlanmalıdır.
- Yine bu sahanın yaklaşık 25 km KD tarafında İlyaspaşa Köyü GD'sunda DSİ'nin Baraj inşaatı devam etmektedir. Bu inşaat da, evaporitli kayaların egemen olduğu birimler üzerine inşa edilmektedir. Bu tür zemin birimleri üzerine inşa edilen çok sayıdaki baraj ve göletin su tutma konusunda önemli sıkıntıları olduğu bilinmektedir. Bu barajın planlama süreçlerinde evaporitik yapılara karşı gerekli önlemlerin alındığı varsayılmaktadır.
- DSİ Genel Müdürlüğü'nün sahanın içinde bulunduğu havzanın özelliklerini ayrıntılı olarak belirlemesi gerekmektedir. Havzanın yeraltı suyu potansiyelinin belirleyerek, havzada yeraltı suyu kuyusu açılması konusunda planlama yapması ve strateji geliştirmesi gerekmektedir.
- Yapılan çalışmalar obruk oluşumunun yoğunlaştığı alan ve yakın dolayında tarımsal su kullanımının yeraltı suyu seviyesinde neden olduğu düşümlerin yanı sıra sulamadan geri dönen suların süzülerek çözünme ve obruk oluşumunu hızlandırabileceği anlaşılmaktadır. Bu nedenle, bölgesel ve yerel doğal hidrodinamik yapı ile birlikte tarım başta olmak üzere insan faaliyetlerinin doğal hidrodinamik yapıya etkilerinin ortaya konması gerekmektedir.
- Tarım ve Orman Bakanlığı obruk oluşma riski yüksek alanlarda yeraltı suyu kullanımına dayalı sulu tarım paternine dayalı tarımsal ürün planlanmasını değiştirerek, bölgenin jeolojik özellikleri ile su potansiyelini göz önüne alarak buna uygun tarımsal ürün paternini belirlemelidir.
- MTA Genel Müdürlüğü, DSİ Genel Müdürlüğü ile AFAD Başkanlığı konunun önemi ön plana alarak, üniversitelerin ilgili bölümleri ile TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası da başta olmak üzere ilgili meslek örgütleri ile birlikte belirli bir plan dahilinde ülkemizde can ve mal güvenliği için



tehdit oluşturan obruk alanlarının görüldüğü bölgelerin ayrıntılı jeolojik, jeoteknik, hidrojeolojik ve mühendislik jeoloji açısından inceleme ve araştırmaları yapılarak “Obruk Risk Haritaları” hazırlanmalıdır. Bu haritalar halkın kullanımına açık hale getirilerek gerekli önlemlerin alınması sağlanmalıdır.

- Başta Ankara-İzmir Hızlı tren projesini gerçekleştirmekte olan T.C. Devlet Demiryolları Genel Müdürlüğü olmak üzere, bu bölgede planlama ve mühendislik hizmeti gerçekleştiren tüm kişi, kurum ve kuruluşlar bölgede oluşan ve sayıları her geçen gün artan obruk oluşumunu dikkate alarak mühendislik yapılarının araştırma, planlama ve yapım süreçlerini gerçekleştirmelidir.
- TCDDY Genel Müdürlüğü yapım çalışmaları devam eden İzmir-Ankara Hızlı Tren Projesinin, Polatlı-Afyon güzergahının obruk oluşumlarının görüldüğü alanlara yakın bulunan bölümlerinde, jeolojik-jeoteknik ve mühendislik jeoloji araştırmalarını yenileyerek hızlı tren projesinin olası obruk oluşumlarından etkilenmeyeceğini ortaya koymalıdır. Aksi durumda işletme esnasında oluşabilecek obruklar can güvenliğini tehdit edebilecektir.
- Obruk oluşumlarının görüldüğü bölgelere yakın alanlarda yaşayan vatandaşlarımızın can ve mal güvenliklerinin sağlanması amacıyla DSİ Genel Müdürlüğü veya ilgili valilikler tarafından, obrukların görüldüğü tarımsal alanlarda, kullanım öncesi gerekli ön kontrolleri yapılmalı, herhangi bir sorun görülmediği durumlarda söz konusu alanlardaki tarlaların kullanılması gerektiği belirtilmelidir.
- Mahalle veya köy muhtarlarına oluşan obrukları ilgili kurumlara bildirme zorunluluğu getirilerek, ilgili kamu kurumlarının zamanında gerekli tedbirleri alması sağlanmalıdır.

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası olarak, DDY Genel Müdürlüğünü bir kez daha uyarıyoruz. Can ve mal güvenliği açısından önem arz eden, ülkemizin prestij projelerinden biri olabilecek nitelikteki Ankara-İzmir YHT projesinin geçtiği güzergah üzerinde yer alan ve obruk oluşumuna elverişli bölgelerden biri olan ve yukarıda yeri belirtilen Eskişehir-Sivrihisar bölgesindeki kesimde, YHT projesinin olası obruk oluşumu etkisinden korunması amacıyla ayrıntılı, jeolojik, jeoteknik, hidrojeolojik ve mühendislik jeolojisi açısından yeniden irdelenmesi gerekmektedir. Tersi durumunda olabilecek olası can ve mal kayıpların-



dan ilgi idareler sorumlu olacaklardır.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Arık, F., 2018, Obruklar, Orta Anadolu'da Obruk Oluşumları ve Çözüm Önerileri. Maden ve İnsan, 1(3), 45-54.
- Erinç, S., 1960, Konya Bölümünde ve İç Toros Sıralarında Karst Sekilleri. Türk Coğrafya Dergisi, 20, 83-106.
- Erol, O., 1990, Konya-Karapınar Kuzeybatısındaki Obrukların Jeomorfolojik Gelisimi ile Konya ve Tuzgölü Pleyistosen Pluvial Göller Arasındaki İlişkiler, İstanbul Üniv. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, Bülten, 7, 5-50.
- Eroskay, O., 1976, The Factors Influencing the Konya Obruks and Their Groundwater Potentials Evaluation. İstanbul Üniv. Fen.Fak. Mec., Seri. B.41,5-14.
- Ford, D. C. and Williams, P., 1989, Karst geomorphology and hydrology. Unwin Hyman, Winchester, M.A, 320 p.
- Göçmez, G., 2011, Konya ilindeki obruklar ve traverten konileri, I. Konya Kent Sempozyumu, Bildiriler Kit.abı, 111-120
- GRASS GIS, Erişim Adresi: <https://grass.osgeo.org/>
- Kahraman, S., 2010, Sivrihisar-Kayakent (Eskişehir) Arasındaki Bölgenin Neojen-Kuvarterner Tektoniği (KB Orta Anadolu-Türkiye), Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi, 105 s.
- Karadoğan, S., 2001, Karapınar Çevresindeki Farklı Jeomorfolojik Sekiller, Özellikleri ve Turizm Potansiyelleri. Karapınar Sempozyumu, Bildiri Kitabı: 339-358, 26-27 Ekim 2000, Konya-Karapınar.
- MTA Yerbilimleri Harita Görüntüleyicisi ve Çizim Editörü, Version 2.9, Bilimsel Dokümantasyon ve Tanıtma Dairesi, 2016, Erişim Adresi: <http://yerbilimleri.mta.gov.tr/ana-sayfa.aspx>
- QGIS, A Free and Open Source Geographic Information System, Erişim Adresi: <https://qgis.org/en/site>
- The Free Dictionary, 2014, Erişim Adresi: <https://www.thefreedictionary.com/Sink+holes>
- Yılmaz, M., 2010, Karapınar Çevresinde Yeraltı Suyu Seviye Değişimlerinin yaratmış, olduğu çevre sorunları, Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Çevre Bilimleri Dergisi 2(2), 145-163.



TMMOB
JEOLJİ MÜHENDİSLERİ ODASI
ESKİŞEHİR ŞUBE

Hoşnudiye Mahallesi 732. Sokak
Noora Plaza A Blok No:46
Kat:1 D:2 Tepebaşı - Eskişehir
Telefon: +90 222 2303
Faks: +90 222 2202351