

ADANA YERLEŞİM ALANINDAKİ ALÜVYONLARIN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ YARDIMIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ

İbrahim ÇOBANOĞLU*, Şaziye BOZDAĞ**

*PAÜ. Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, Kınıklı /DENİZLİ

**Ç.Ü. Müh.-Mim. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, Balcalı /ADANA

ÖZET: Alüvyon, Adana ili yerleşim alanı içerisinde en eski yapılaşmanın üzerinde geliştiği bir birim olup ve 1998 Ceyhan depreminde yapısal hasarların en fazla olduğu zemindir. Birim, Seyhan Irmağının her iki tarafında olmak üzere doğu-batı uzanımında yayılım sunmaktadır. Alüvyon çökelleri Seyhan Irmağı doğusunda taraça çökelleri ile dokanak halindedir. Seyhan ırmağı batısında ise hem taraça ve hem de kaliş çökelleri ile dokanak ilişkisine sahiptir. İnceleme alanı geneli için ele alındığında, alüvyonu oluşturan çökellerin büyük çoğunluğunun ince taneli malzemeler olduğu görülmektedir. Alüvyon birimleri içerisinde incelenmiş olan yüzey kazılarından elde edilmiş numuneler üzerinde yapılmış sınıflandırma deneyleri, taşkın ovası niteliğindeki alüvyon çökellerinin büyük çoğunluğunun yüksek plastisiteli kil (CH) ve düşük plastisiteli kil (CL) olduklarını ortaya koymuştur. Bununla birlikte bu birimlere eşlik eden kötü derecelenmiş kum (SW), killi kum (SC), siltli kum (SM) ile kötü derecelenmiş çakıl (GP), siltli çakıl (GM) ve killi çakıl (GC) türü iri taneli malzemeler de görülmektedir. Alüvyon killerinde kalişleşme tipiktir. Zeminlerin birim hacim ağırlıkları 16 ile 22 kN/m³ arasında, gözenekliliği % 21 ile % 47 arasında, likit limitleri % 22 ile % 79 arasında ve plastik limitleri % 13 ile % 33 arasında değişmektedir. Ön konsolidasyon basıncı değerlerinin CH ve CL türü killer için 130 ile 164 kPa arasında değişmekte olduğunu görülmektedir. İncelenen birimlerin geneli için sıkışma indisi değerleri, 0.048 ile 0.085 arasında ve şişme indisi değerleri 0.0025 ile 0.0083 arasında değişmektedir. Bu çalışma kapsamında yapılan jeoteknik amaçlı sondajlar ve incelenen yüzey kazılarından elde edilen fiziksel ve mekanik parametreler Arcview Coğrafi Bilgi Sistemi programı kullanılarak hazırlanmış bir coğrafi altlık üzerinde depolanmıştır. Böylece, jeoteknik parametreleri içeren bir veri bankası oluşturulmuştur. Coğrafi altlık, Adana ili yerleşim alanına ait toplam 6 adet 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritanın sayısallaştırılarak birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Elde edilen verilerin kullanılmasıyla, incelenen bölge için eş SPT-N, eş-rezistivite, eş-zemin büyütmesi, eş-kayma dalgası ve hızı eş-taşıma gücü haritaları oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Adana, Alüvyon, Jeoteknik Özellikler, Coğrafi Bilgi Sistemi.

Geotechnical Characteristics Of Alluvium Soils In Adana Settlement Area And Evaluation With Geographical Information System

ABSTRACT: Alluvium in the Adana residential area, over which some of the oldest settlements of the city have developed, is the soil that suffered the most severe structural damages in the 1998 Ceyhan earthquake. These units are spread along the east-west direction at both banks of the Seyhan river and are in contact with the terrace units in the east of the same river. They also contact the terrace and caliche deposits in the west of the Seyhan river. Most of the alluvium deposits in the study area are fine-grained soils. Classification tests that were performed on the samples obtained from surface excavations have revealed that the majority of alluvium deposits are high plasticity clay (CH) and low plasticity clay (CL). They show characteristics of flood plain sediments. On the other hand, poor graded sand (SW), clayey sand (SC), silty sand (SM) ile poor graded gravel (GP), silty gravel (GM) ve clayey gravel (GC) types of coarse-grained sediments have been observed. Caliche formation effect is typical in alluvium clays. It has been found out that the unit weight values range between 16 and 22 kN/m³ whereas porosity varies between 21 and 47 percent. Liquid limit has been found as fluctuating between 22 and 79 percent, and plastic limit between 13 and 33 percent. Pre-consolidation pressures fluctuate between 130 and 164 kPa

for CH and CL types of clays. The compression and swelling indices vary from 0.048 to 0.085 and from 0.0025 to 0.0083 respectively. The physical and mechanical properties obtained on the samples from geotechnical boreholes and trial pits were stored on a geographical base prepared with Arcview Geographical Information System. A data base containing the geotechnical parameters was thereby constituted. The geographical base includes 6 topographical maps of 1/25.000 scale. Using all data, equal SPT-N, resistivity, soil amplification, shear wave velocity and bearing capacity maps were prepared for the study area.

Keywords: Adana, Alluvium, Geotechnical Properties, Geographical Information System

GİRİŞ

Birçok meslek dalında olduğu gibi Mühendislik Jeolojisi çalışmalarında da Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) etkili ve yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Yerleşim yerleri için aynı gruptaki çok sayıdaki verinin bir arada tutulması ve amaca yönelik olarak değerlendirilebilmesi, bu sistemlerin önemini daha da artırmaktadır. Coğrafi bilgi sistemleri önceleri türlü amaçlarla hazırlanmış haritaların bilgisayar ortamlarında saklanması amacıyla oluşturulmuştur. Ancak sonraları konu gruplarına ait olarak farklı verilerin hem grafik ve hem de sözel bilgiler şeklinde depolanmasını ve sorgulanmasını sağlayan genel amaçlı ve kapsamlı bir yazılım ve donanım sistemi haline gelmiştir. Bu sistemin en önemli özelliği farklı veri gruplarına ait bilgilerin (yollar, göller, eş yükselti eğrileri, yerleşim alanları, ormanlık alanlar vb.) katmanlar halinde alt alta program içinde tutulabilmeleridir. Bu çalışmada Adana ili yerleşim alanındaki alüvyonun jeoteknik özellikleri incelenmiş ve elde edilmiş veriler kullanılarak oluşturulmuş coğrafi bilgi sistemi tanıtılmıştır.

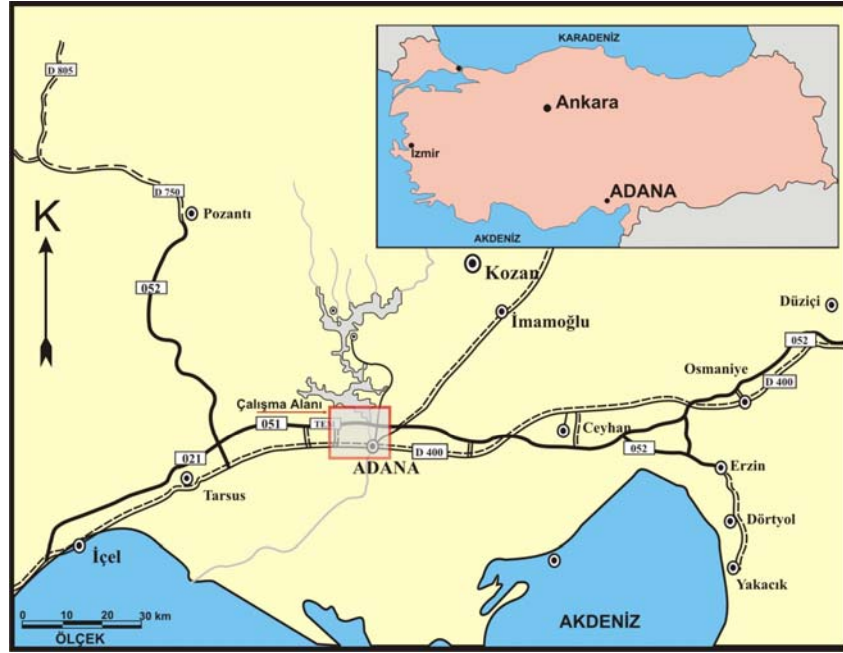
İNCELEME ALANININ TANITILMASI

Adana ili ve yakın çevresi, topoğrafik açıdan dağlık ve ovalık alan olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. İlin kuzeybatı, kuzey ve kuzeydoğu bölümleri Orta Toroslar adı verilen dağlar ile çevrelenmiştir. Büyük çoğunluğu alüvyal ovalardan oluşan Çukurova havzası D-B doğrultusunda 100 km ve K-G doğrultusunda yaklaşık 70 km'lik bir uzanıma sahiptir. Bu

ovalar birbirlerinin devamı olmakla beraber, hafif ve orta dalgalı arazilerle kısmen birbirinden ayrılırlar. Bu tip araziler aynı zamanda ovalarla dağlık araziler arasında geçiş bölgesi oluşturan yer şekilleridir. Seyhan ve Yüreğir ilçe merkezleri Adana ilinin ovalık kısmında yer alır ve alüvyon üzerinde geniş bir alan kaplarlar (Şekil 1).

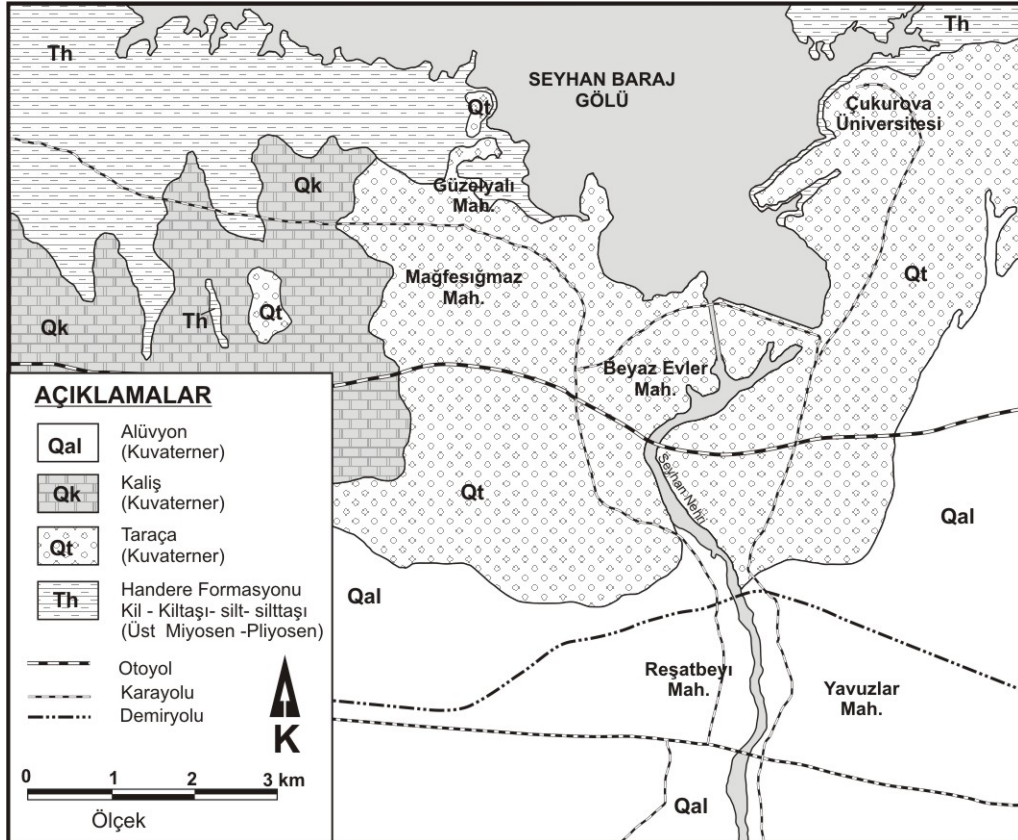
İnceleme Alanının Genel Jeolojisi

Çalışma alanının da içerisinde bulunduğu geniş bir bölgenin jeolojisi çeşitli araştırmacılar tarafından ayrıntılı olarak çalışılmıştır (Schmidt, 1961; Yetiş ve Demirkol, 1986). İnceleme alanında yer alan en yaşlı birim Üst Miyosen – Pliyosen yaşlı Handere Formasyonu'dur. Birden fazla litolojik birim içeren Handere Formasyonu'nun inceleme alanı içerisinde baskın olarak yüksek ve düşük plastisiteli kil grubundaki ince taneli malzemelerden oluştukları tespit edilmiştir. Handere Formasyonu'nun üzerine Kuvaterner yaşlı taraça ve kalış birimleri gelmektedir. Taraça çökelleri Seyhan nehrinin depoladığı malzemelerle temsil edilen farklı tane boyuna sahip birimlerden oluşmaktadır. Tüm bu birimleri ise genç alüvyon çökelleri üstlemektedir. Genel olarak ele alındıklarında, alüvyon çökellerinin çoğu ince taneli malzemelerden oluşmaktadır. Bununla birlikte ince taneli malzemelerle beraber yayılım sunan ve ara seviyeler halinde yer alan kumlu ve çakıllı birimlere de rastlanmaktadır. Bu çalışma kapsamında yapılan arazi çalışmaları ile ortaya konan ve mühendislik jeolojisi çalışmalarına da esas teşkil edecek şekilde oluşturulan Adana ili yerleşim alanına ait jeoloji haritası Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.

Figure 1. Location map of the study area.



Şekil 2. Adana ili yerleşim alanına ait genel jeoloji haritası (Çobanoğlu, 2005).

Figure 2. General geological map of Adana settlement area (Çobanoğlu, 2005).

ALÜVYONUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

Arazi incelemeleri ile özellikle Seyhan ırmağı batısında, kuzeyden güneye doğru istifteki kalınlaşma görülebilmektedir. AÇ 39 numaralı araştırma çukurunun bulunduğu güzergahta alüvyon kilinin kuzeyden güneye yani ovaya doğru giderek kalınlaştığı görülmektedir. Bu yerde, taraça üzerindeki kil tabakası kalınlığının artması ile taraça birimi de daha alt seviyelere inmektedir. Bu durum AÇ 1 numaralı Sular kazı çukurunda taraça biriminin 7.00 m gibi bir seviyede görülmesine neden olmaktadır. Oysa Seyhan Hastanesi yakınlarında ayrılmış taraça birimine 2.5 m derinlikte rastlanmaktadır. AÇ 1 noktasından sonra ise Atatürk Caddesi boyunca güneye doğru gidildiğinde, artık kesitlerdeki hakim litolojinin killi ve siltli birimler olduğu, aralara yer yer kumlu seviyelerin girdiği ve taraçanın 15 – 20 m derinlerde kaldığı görülmektedir. Alüvyon, üzerinde yoğun bir yapılaşmanın olduğu ve diğer birimlere göre yeni yapılaşmanın çok daha

az olduğu bir birimdir. Bu yüzden, bu birimin incelenmesi, örnekleme yapacak uygun yüzey kazılarının az olması nedeni ile daha zor olmuştur. Birim hakkında bilgi alabilmek için sondajlı ve jeofizik araştırmalar planlanmış ve bu çalışma kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte M.E.B tarafından Bayındırlık İl Müdürlüğü'ne yaptırılan resmi okullara ait etütlerin değerlendirilmeleri ile de oldukça kullanışlı bilgiler elde edilmiştir.

Alüvyonun Zemin Sınıfları

Alüvyon içerisinde ki araştırma çukurlarından alınan örneklerin üzerinde yapılmış sınıflandırma deneyleri, taşkın ovası niteliğindeki alüvyonun büyük çoğunluğunun yüksek plastisiteli kil (CH) ve düşük plastisiteli kil (CL) olduklarını ortaya koymuştur. Ayrıca iyi derecelenmiş kum (SW), killi kum (SC), siltli kum (SM) ile kötü derecelenmiş çakıl (GP), siltli çakıl (GM) ve killi çakıl (GC) türü iri taneli malzemeler de görülmektedir. Zeminlerin jeoteknik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 3. Sondaj çalışmalarında farklı noktalardan elde edilen killerin görüntüsü.

Figure 3. A view of clays obtained from different borehole locations.

Çizelge 1. Alüvyonun jeoteknik özellikleri.*Table 1. Geotechnical properties of alluvium.*

Veri No	Veri Yeri	Derinlik (m)	D ₅₀ (mm)	LL (%)	PL (%)	N (%)	γ_n (kN/m ³)	C (kPa)	USCS
İMO-41	Kocavezir Mah.	4.50	0.013	37.7	22.4	45.0	17.8	50	CL
ZE-365	Cemalpaşa	2.45	-	68.1	23.2	-	19.8	81	CH
İMO-36	Cumhuriyet Mah	4.50	-	61.0	25.1	43.0	19.3	60	CH
İMO-5	K.Başer M.	3.50	0.012	55.2	25.3	46.0	17.0	80	CH
İMO-11	İstiklal Mh	4.50	-	-	-	43.0	16.2	0	SM-SP
İMO-31	Karasoku	3.50	0.075	51.5	32.6	48.0	18.3	55	MH
İMO-6	Reşatbey	3.50	16.0	-	-	21.0	21.4	0	GW
İMO-14	Real	4.50	0.01	44.2	21.8	39.0	18.8	100	CL
İMO-7	Yüreğir E5	3.00	0.06	53.4	22.2	37.0	19.4	60	CH
İMO-13	Çınarlı Mh.	4.50	0.023	45.0	19.6	43.0	18.6	50	CL
İMO-25	Cumhuriyet	3.00	0.002	59.8	14.7	39.0	18.8	110	CH
AÇ 1	Sular	4.00	-	38.4	22.0	42.5	18.8	240	CL
AÇ 2	Kurtuluş M	4.00	0.15	-	-	-	18.2	6	SM
AÇ 5	Kurtuluş M	8.00	-	42.0	20.0	42.4	18.2	26	CL
AÇ 12	Gazipaşa	4.00	-	47.0	22.0	43.0	18.8	33	CL
AÇ 16	Mavi Bul.	2.00	-	56.0	28.4	40.1	19.1	63	CH
AÇ 20	Demirköprü	4.00	-	46.0	22.0	40.7	19.2	21	CL
AÇ 21	Kurtuluş M	4.50	-	62.0	26.0	40.9	19.2	92	CH
AÇ 23	M.Akif Ersoy	2.20	0.44	-	-	45.0	18.9	11	SW
AÇ 25	K.Karabekir	4.50	-	48.8	24.0	43.1	18.6	84	CL
AÇ 29	Kıyı boyu	3.00	-	44.2	21.0	44.0	19.1	91	CL
AÇ 58	PTT Evleri	3.50	-	40.8	18.6	39.5	18.9	28	CL
AÇ 61	Real güneyi	6.00	-	48.6	19.6	41.6	18.5	101	CL
AÇ 65	Ç.Ü.Tarla	4.00	-	45.2	16.3	46.5	18.7	89	CL
<i>Değer Aralığı</i>				38-67	14-33	21-47	16-22	6-240	

Sondajlardan elde edilen alüvyonların tipik litolojilerinin görüntüleri Şekil 3’de verilmiştir. Alüvyon içindeki killerde yaygın olarak gözlenen ve kalışleşmeye bağlı olarak oluşan karbonat yumrulu seviyelerle sondajlarda sıklıkla karşılaşmıştır.

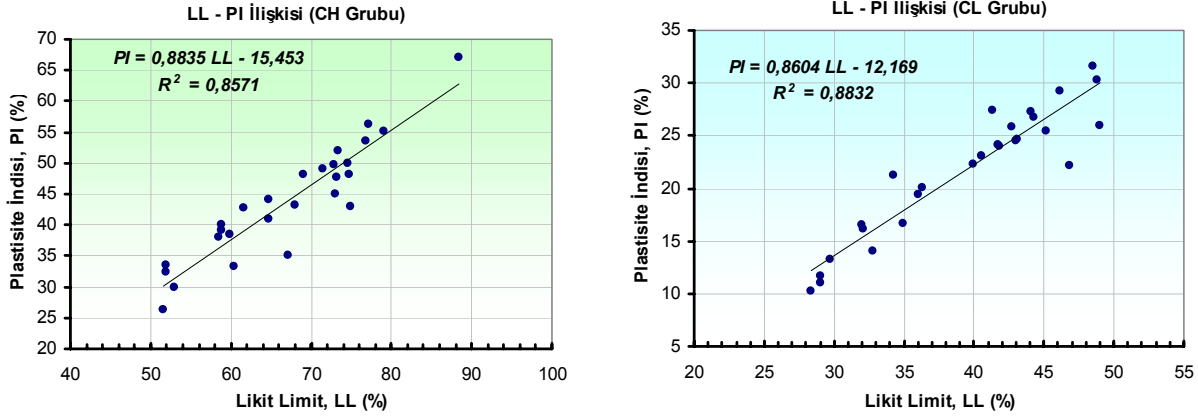
Alüvyonun Kıvam Özellikleri

Zeminlerin kıvam limitleri mevki ve mahalle bazında ele alınmıştır. Plastisite indisine göre, Leonards (1962) sınıflaması killerin “plastik” ve “çok plastik” zemin grubunda yer aldığını ortaya koymuştur. Bu incelemelerde CH ve CL grubu killeri ayrı ayrı ele alınmışlardır. CH ve CL grubu killeri için plastisite indisi (PI), likit limit (LL) ilişkileri Şekil 4’de görülmektedir.

Alüvyonun Konsolidasyon Özellikleri

Örselenmemiş zemin numuneleri üzerinde zemin konsolidasyon özellikleri incelenmiştir. SK-17 sondajındaki SC zemin grubuna ait konsolidasyon eğrisi ve özellikleri dışında, CL ve CH türü killerden elde edilen değerlerin birbirlerine yakın oldukları belirlenmiştir. Konsolidasyon deney eğrilerinden (e – log P) elde edilmiş ön konsolidasyon basınçları ile zemin sıkışma (C_c) ve kabarma indisleri (C_s) Çizelge 2’de verilmiştir.

CH ve CL türü killeri için ön konsolidasyon basıncı değerleri 130 ile 164 kPa değerleri arasında değişmektedir. Sıkışma indisi 0.048 ile 0.085 arasında ve şişme indisi 0.0025 ile 0.0083 arasında değişmektedir.



Şekil 4. Alüvyon killerinin kıvam parametreleri arasındaki ilişkiler.
Figure 4. The relationship between consistency parameters of alluvium clays.

Çizelge 2. İnce taneli zeminlerin konsolidasyon özellikleri.

Table 2. Consolidation properties of fine grained soils.

Sondaj No	Zemin Türü	Ön kons. basıncı (kPa)	Sıkışma indisi, C_c	Şişme indisi, C_s
SK-2	CH	155	0.0498	0.00830
SK-3	CL	150	0.0540	0.00598
SK-4	CL	145	0.0691	0.00772
SK-5	CH	130	0.0843	0.00506
SK-6	CL	142	0.0483	0.00639
SK-8	CH	133	0.0674	0.00514
SK-10	CH	164	0.0781	0.00955
SK-17	SC	112	0.0649	0.00257
Değer Aralığı		110 -165	0.048 - 0.085	0.0025 - 0.0083

Alüvyonun Sıvılaşma Potansiyeli

Sıvılaşma açısından tehlike oluşturabilecek alanların tespiti amacıyla bu çalışma kapsamında alüvyonda açılan 14 zemin sondajı, 8 resistivite ve 7 sismik etüt ile 37 yüzey kazısı değerlendirilmiştir. Değerlendirmelerde devirsel kayma gerilmesi oranı kriteri (Seed ve Idriss, 1971) kullanılmış ve pik zemin ivmesi değeri 0.4 g olarak alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre 4 noktada alüvyonda sıvılaşma oluşabileceği belirlenmiştir. Ancak aşağıda sıralanan nedenlerle alüvyonda sıvılaşmanın mümkün olamayacağı düşünülmüştür;

1-Seyhan nehrinin biriktirdiği taşkın ovası çökellerinin büyük bölümü kil ve siltli kilden oluşmaktadır.

2-Üstte geçirimsiz kapak niteliğinde yer alan alüvyon kili oldukça kalın (bazı yerde > 10 m) olup, içinde kalış oluşumuna bağlı olarak gelişmiş düzensiz dağılımlı karbonat yumruları bulunmaktadır.

3-Sondajlarda kil içinde kum merccklerine rastlanmıştır. Ancak bunlar kalınlıkları < 10 cm olduğundan sıvılaşma oluşturabilecek kalınlıkta değildir.

4-Yerleşim alanı içerisinde yeraltı suyu seviyesi kuzeyden güneye doğru sığlaşmaktadır. Alüvyonun kuzey kesimlerinde yeraltı su seviyesi 10 metreden daha derinlerde bulunmaktadır. Güneyde, yeraltı su seviyelerinin daha yüzeye yakın olmasına rağmen üstte bulunan ve kapak görevi yapan kalın killer daha altta var olabilecek kum çökellerinin sıvılaşmasına imkan vermeyecektir. Böyle bir durumun meydana gelmesi söz konusu olsa bile sıvılaşmanın izlerini yüzeyde görmek mümkün olmayacak ancak binalarda oturmalara bağlı hasarlar oluşabilecektir.

5-Daha önce de bahsedildiği gibi sıvılaşma oluşabilmesi için gerekli olan kuvvetli yer hareketi büyüklüğünün 6.5 ve daha büyük olması gerekmektedir.

Çizelge 3. Sıvılaşma analizleri kapsamında incelenen noktalar.**Table 3.** Points that investigation liquefaction analysis.

Yer No ve Adı	Koordinat	Zemin Türü	Tabaka Kalınlığı (m)	Doğal b.h.a. (kN/m ³)	Y.S.S (m)	SPT-N
1- Köprülü Mah	10304 D 98203 K	SP - SM	1.50 (6.7-8.2 m)	18.8	6.00	11
2- Reşatbey Mah	-	SM	2.50 (6.0-8.5 m)	17.4	6.00	25
3- Tepebağ Mah	07276 D 96490 K	SM	2.00 (4.5-6.5 m)	17.7	2.40	12
4- Döşeme Mah.	06704 D 96620 K	SP	4.00 (3.8-7.8 m)	18.4	5.00	13

Çizelge 4. İncelenen veri noktaları için sıvılaşma tehlikesi.**Table 4.** Liquefaction risk for investigated data points.

Veri Noktası	1	2	3	4
Derinlik (m)	7.50	7.50	5.50	6.00
SPT-N ₁	9.92	23.35	13.60	12.81
Pik zemin ivmesi	0.28	0.28	0.28	0.28
Devirsel gerilme oranı	0.15	0.30	0.18	0.16
Sıvılaşma gerilmesi (t/m ²)	1.89	3.47	1.21	1.61
Sıvılaşma güvenlik katsayısı	0.54	1.07	0.48	0.57
Sıvılaşma riski	Yüksek	Kritik	Yüksek	Yüksek

İnceleme alanı içerisinde, sıvılaşma açısından tehlike oluşturabilecek bölgelerin belirlenebilmesi için bir diğer aşama olarak, daha önceden yapılmış zemin araştırmalarına ait verilerin irdelenmesi benimsenmiştir. Bu amaçla alüvyon içerisinde açılmış diğer sondaj ve araştırma çukuru çalışmalarına ait zemin profilleri incelenmiş ve özellikle sıvılaşma açısından uygun olan SW, SP ve ML türü zeminler araştırılmıştır. Bunun sonucunda Köprülü Mahallesi'nde 1, Reşatbey Mahallesi'nde 1, Tepebağ Mahallesi'nde 1 ve Döşeme Mahallesi'nde 1 olmak üzere 4 nokta tespit edilmiştir. Bu noktalara ait kuyu bilgileri Çizelge 3'de topluca sunulmuştur.

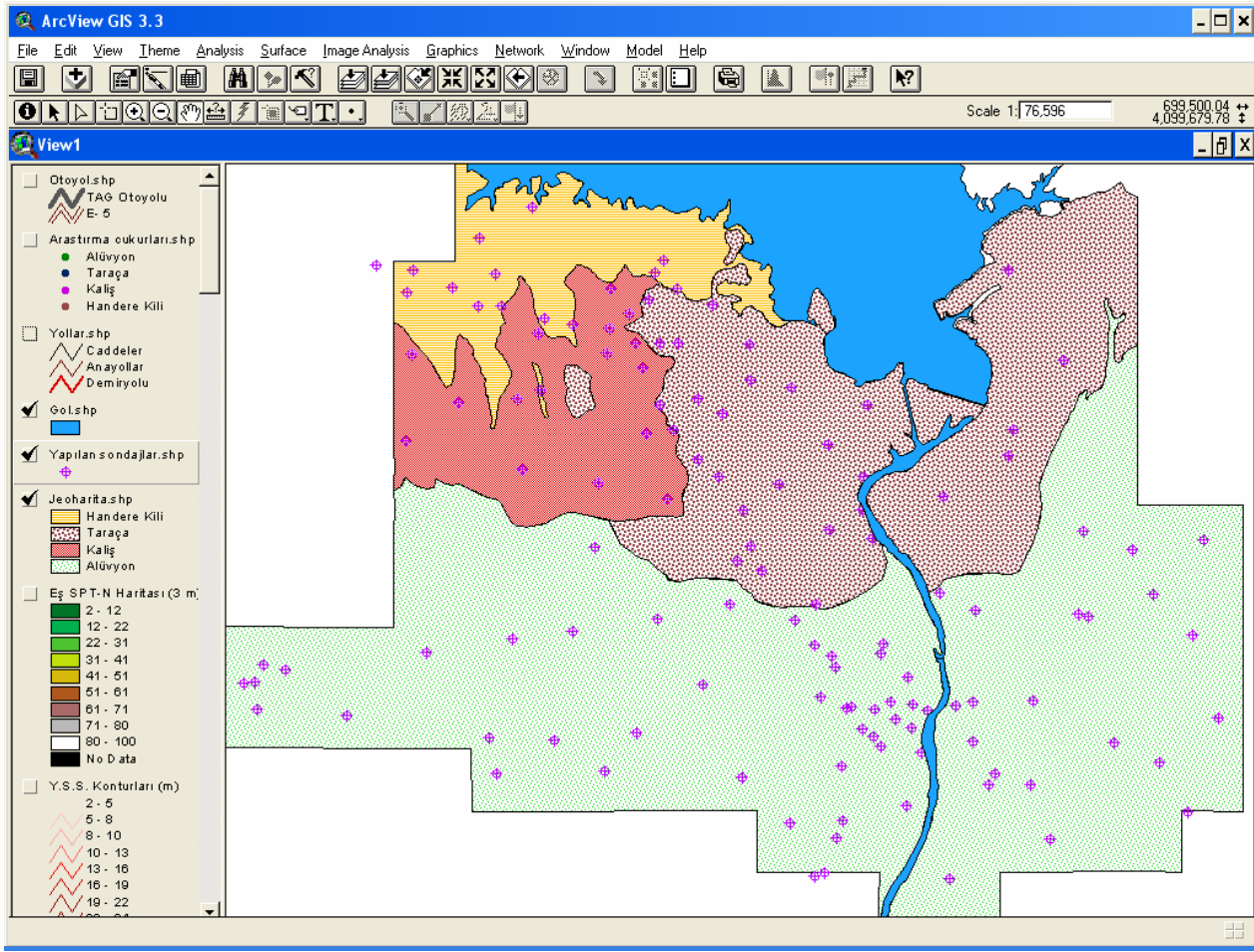
Sıvılaşma analizleri neticesinde elde edilen değişkenler ve sıvılaşma tehlikesi tanımlamalarının lokasyonlara göre dağılımları Çizelge 4'de gösterilmiştir.

Sıvılaşma analizleri, 1 (Köprülü Mah), 3 (Tepebağ Mah.) ve 4 (Döşeme Mah) numaralı noktalarda sıvılaşma tehlikesinin yüksek

olduğunu ortaya koymuştur. Buna karşılık 2 (Reşatbey Mah.) numaralı noktada sıvılaşmanın olmayacağı ancak 1.07 güvenlik sayısı değeri ile kritik duruma yakın olduğu belirlenmiştir

COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ ÇALIŞMALARI

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) çalışmaları, inceleme alanı için altlık oluşturacak 6 adet 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritanın sayısallaştırılması ile başlamıştır. Çalışmaların tümünde Arcview 3.3 bilgisayar programı kullanılmıştır. Topoğrafik eğriler, yollar, yerleşim alanları, dereler ve göllerin sayısallaştırılması ile temel coğrafi bilgiler elde edilmiştir. Sayısallaştırmalar ile aynı zamanda UTM WGS 84 koordinat sistemine uygun bir koordinat ağı da oluşturulmuştur. Sayısallaştırma işlemleri sırasında coğrafi düzeltmeleri yapılmış 2002 yılına ait Landsat 7 TM uydu görüntüsünden de faydalanılmıştır.



Şekil 5. Sondaj lokasyonlarının genel jeoloji haritası üzerindeki dağılımları.

Figure 5. Distribution of borehole locations on general geological map.

Şekil 5, lokasyon olarak işlenmiş sondaj yerlerini ve ayrıca oluşturulmuş genel jeoloji haritasını bir arada göstermektedir.

Coğrafi Bilgi Sistemi Kullanılarak Yapılan Jeoteknik Değerlendirmeler

Elde edilen veriler kullanılarak, incelenen bölge için kayma dalgası hızları, farklı derinliklere bağlı olarak zemin özdirenç değerleri, zemin hakim titreşim periyotları, zemin büyütme, SPT-N darbe sayıları ve bazı fiziksel ve mekanik özelliklerle ilgili değerlendirmeler yapılmıştır. Su sondajlarından alınan su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları kullanılarak sertlik, EC, pH, SO₄ dağılım haritaları yapılarak yorumlanmıştır. Mühendislik jeolojisi haritaları ile ilgili kısa bilgiler aşağıda verilmiştir.

Sayısallaştırılmış Topoğrafik Kontur Haritası

Bu çalışmada kullanılan 1/25.000 ölçekli 6 pafta (N34c4, N34c3, O34a2, O34b1, O34b2, N34d3) CBS programı kullanılarak sayısal hale getirilmiştir. Kontur haritası, Seyhan Baraj Gölü ile kuru dere yataklarını da içermektedir.

Eş-Topoğrafik Kontur Haritası

Sayısallaştırılan topoğrafik eğrilerin, yükseklik değerlerinin girilmesiyle çalışılan alan ve çevresi için eş topoğrafik yükseklikleri gösteren bir kontur haritası yapılmıştır. Harita ile topoğrafik yükseklikleri 5 ile 270 m arasında değişen 15 ayrı grup oluşturulmuştur.

3 Boyutlu Görüntü (DEM)

Landsat 7 TM uydu görüntüsünün 4, 3 ve 2. bantları kullanılarak oluşturulmuş zenginleştirilmiş görüntünün daha önceden

oluşturulmuş sayısal yükseklik modeli üzerine yerleştirilmesiyle çalışma alanının üç boyutlu görüntüsü elde edilmiştir.

Dokümantasyon Haritası

Mühendislik Jeolojisi haritalarının hazırlanmasında kullanılan verilerin çalışma alanı içerisindeki yerlerini ve türlerini göstermek amacıyla oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında ele alınan veriler; a- Sondaj, b- Araştırma çukuru, c- Su sondaj kuyusu ve d- Jeofizik etüt (sismik ve rezistivite olarak) verileri olmak üzere 4 grup altında incelenmişlerdir.

Eş Rezistivite Haritaları

Bu harita, yapılan rezistivite (düşey elektrik sondajı) ölçümü değerlendirmelerinden yola çıkılarak hazırlanmıştır (Şekil 6).

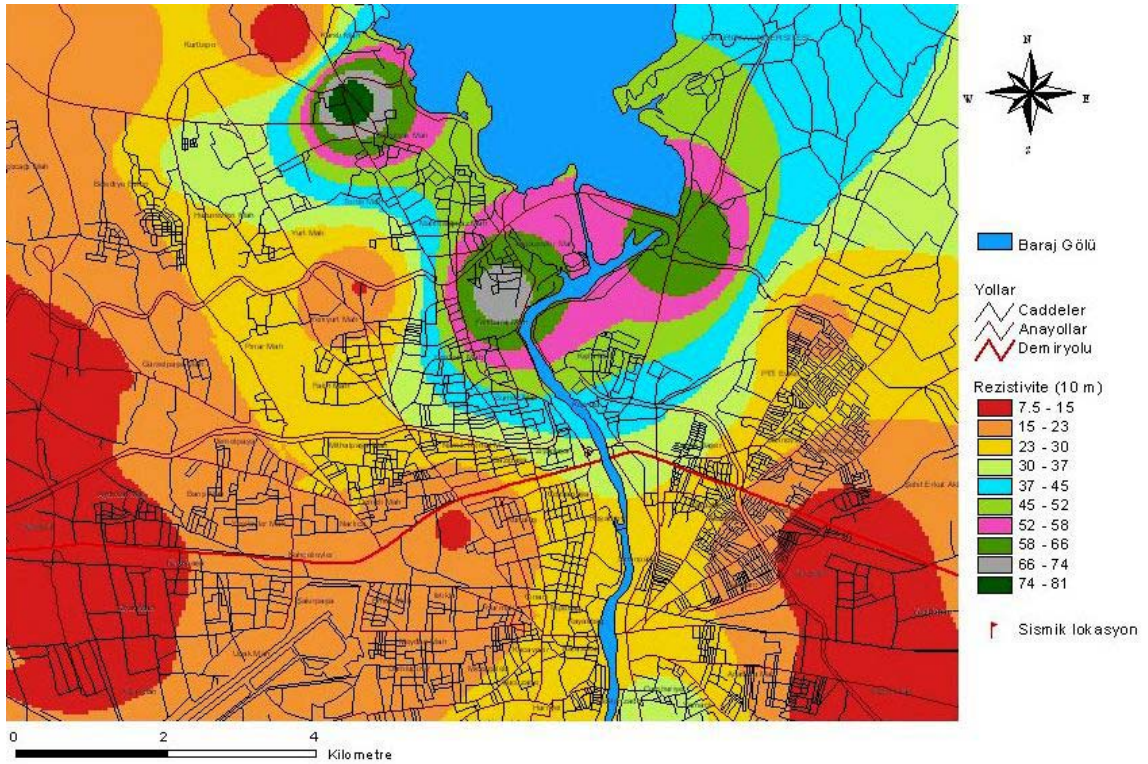
Oluşturulmuş rezistivite haritaları yerin 10 m, 20 m ve 30 m altı için olmak üzere 3 ayrı derinlik için yapılmıştır. Rezistivite değerleri 10 m derinlik için 7.5 ile 30 ohm.m arasında değişmektedir.

Eş Kayma Dalgası Hızı Haritası

Ampirik bağıntılardan elde edilen ortalama bir değer sunduğu için bu çalışmada Imai ve Tonouchi (1982) bağıntısı ($V_s = 96.9 \cdot N^{0.314}$) kullanılarak kayma dalgası hızları, SPT-N darbe sayılarına göre belirlenmiştir. Bu bağıntı kullanılarak her SPT darbe sayısı verisine ait seviye için kayma dalgası hızları hesaplanmış ve CBS veri bankasında depolanmıştır. Kayma dalgası hızları 6 m derinlikteki zeminler için 179 ile 331 m/sn değerleri arasında değişmektedir (Şekil 7).

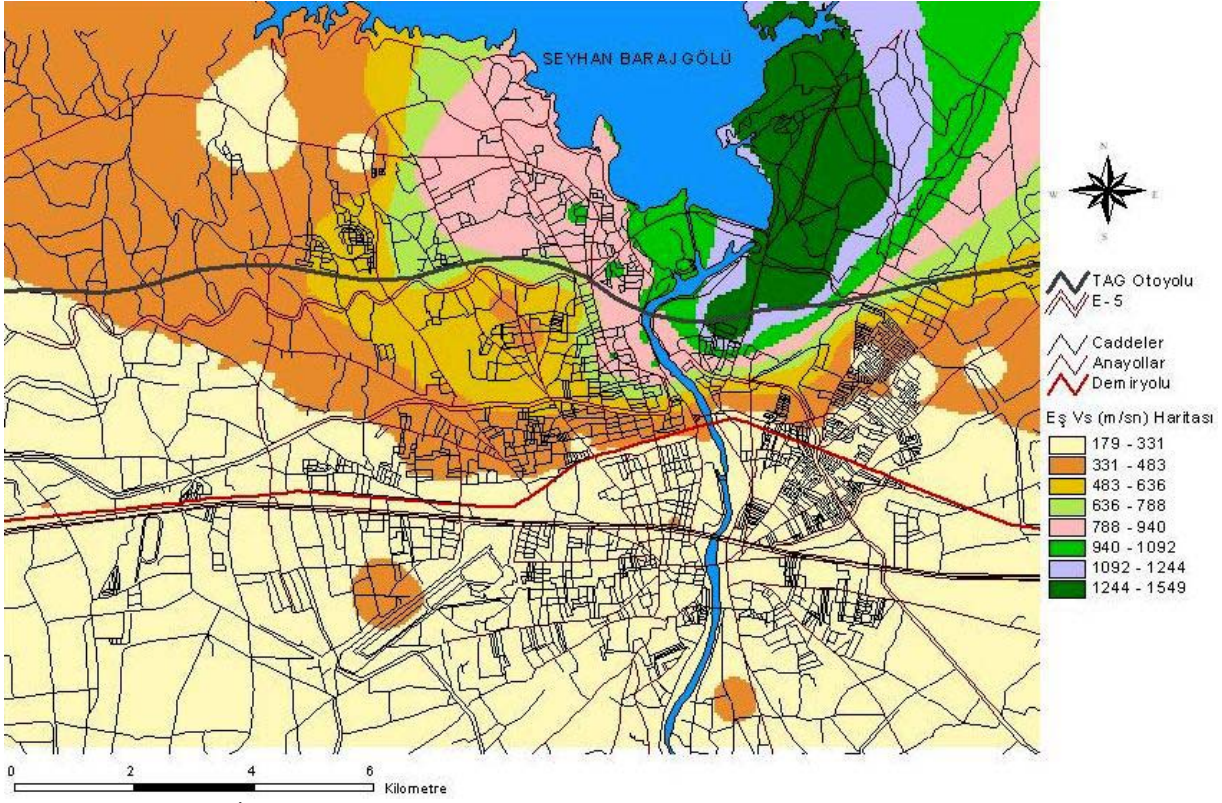
Eş SPT-N Haritası

SPT-N darbe sayıları her 1.5 metre derinlik için olacak şekilde veri bankasına girilmiştir. SPT-N darbe sayıları en fazla 15 m derinliğe kadar alınmıştır. SPT-N darbe sayıları kullanılarak 3 m ve 7.5 m derinlikleri için eş SPT darbe sayısı haritası oluşturulmuştur. 3 m derinlik için SPT-N değerleri genel olarak 2 ile 30 arasında değişmektedir (Şekil 8).



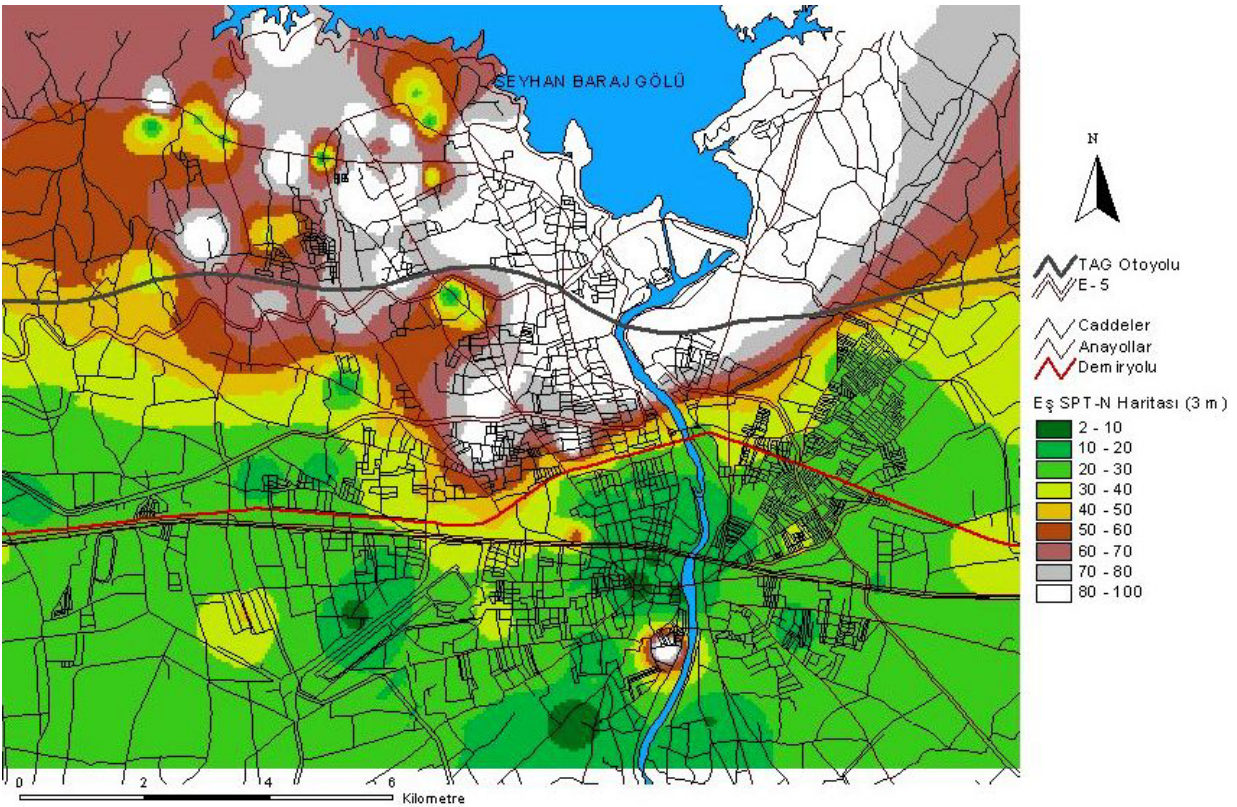
Şekil 6. Rezistivite değerlerinin inceleme alanı içindeki değişimi (10 m derinlik).

Figure 6. Variation of the resistivity values in the study area (for 10 m depth).



Şekil 7. İnceleme alanında kayma dalgası hızlarının (6 m derinlik için) değişimi.

Figure 7. Variation of shear wave velocities in the study area (for 6 m depth).



Şekil 8. İnceleme alanında 3 m derinlikteki SPT-N darbe sayılarının değişimi.

Figure 8. Variation of SPT-N blow counts in the study area (for 3 m depth).

Zemin Hakim Titreşim Periyodu (T) Haritası

Bu bölümde, oluşturulan zemin hakim titreşim periyodu haritası maksimum inceleme derinliği olan 30 m için geçerli olmaktadır. Bu harita, titreşim periyodu esas alınarak yapılmış ve 10 bölgeye ayrılmıştır. Alüvyon içerisinde titreşim periyotları 0.25 ile 0.57 sn arasında değişmektedir.

Yeraltı Suyu Derinlik Haritasının Hazırlanması

Ölçülebilen yeraltı suyu derinlikleri kullanılarak hazırlanan yeraltı suyu seviye haritası 10 gruba ayrılarak bölgelendirilmiştir. İnceleme alanındaki su seviyeleri 2 m ile 10 m arasında değişmektedir (Şekil 9).

Yeraltı Suyu Eş Sertlik Haritası

Elde edilen su sertlik değerlerine göre sular sınıflandırılacak şekilde eş-sertlik haritası

oluşturulmuştur. Harita, su sertlik sınıflamasına uygun olarak 7.00 ile 67.20 FS (Fransız sertliği) değerleri arasında 6 gruptan oluşmaktadır.

Yeraltı Suyu Eş-EC Haritası

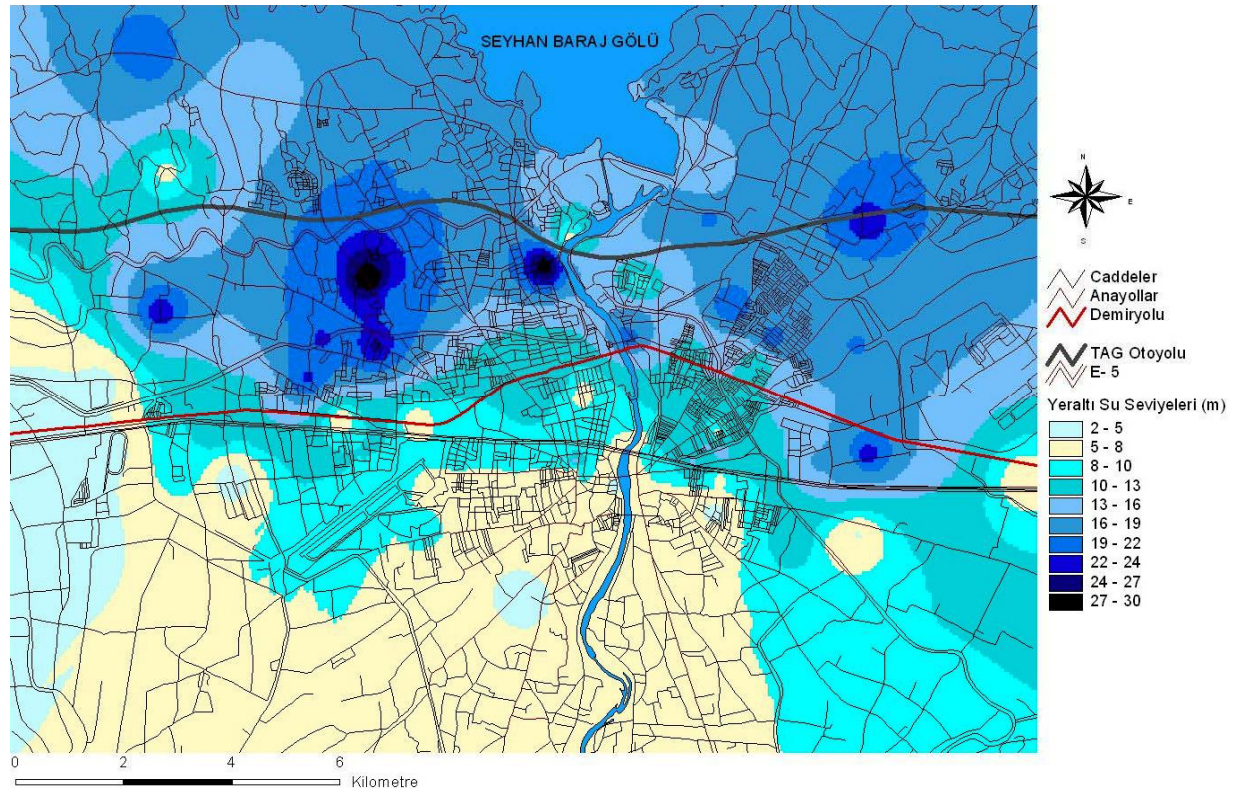
Bu harita da oluşturulmuş 10 grup içerisinde bölümlendirilmiş 371 ile 1773 mmho/cm'lik EC değerlerinin dağılımını ortaya koymuştur.

Yeraltı Suyu Eş-pH Haritası

İnceleme alanındaki 55 noktaya ait verinin değerlendirilmesi ile 10 ayrı grup için eş-pH haritası oluşturulmuştur. Bu gruplar içinde pH değerleri 6.80 ile 8.10 arasında değişmektedir.

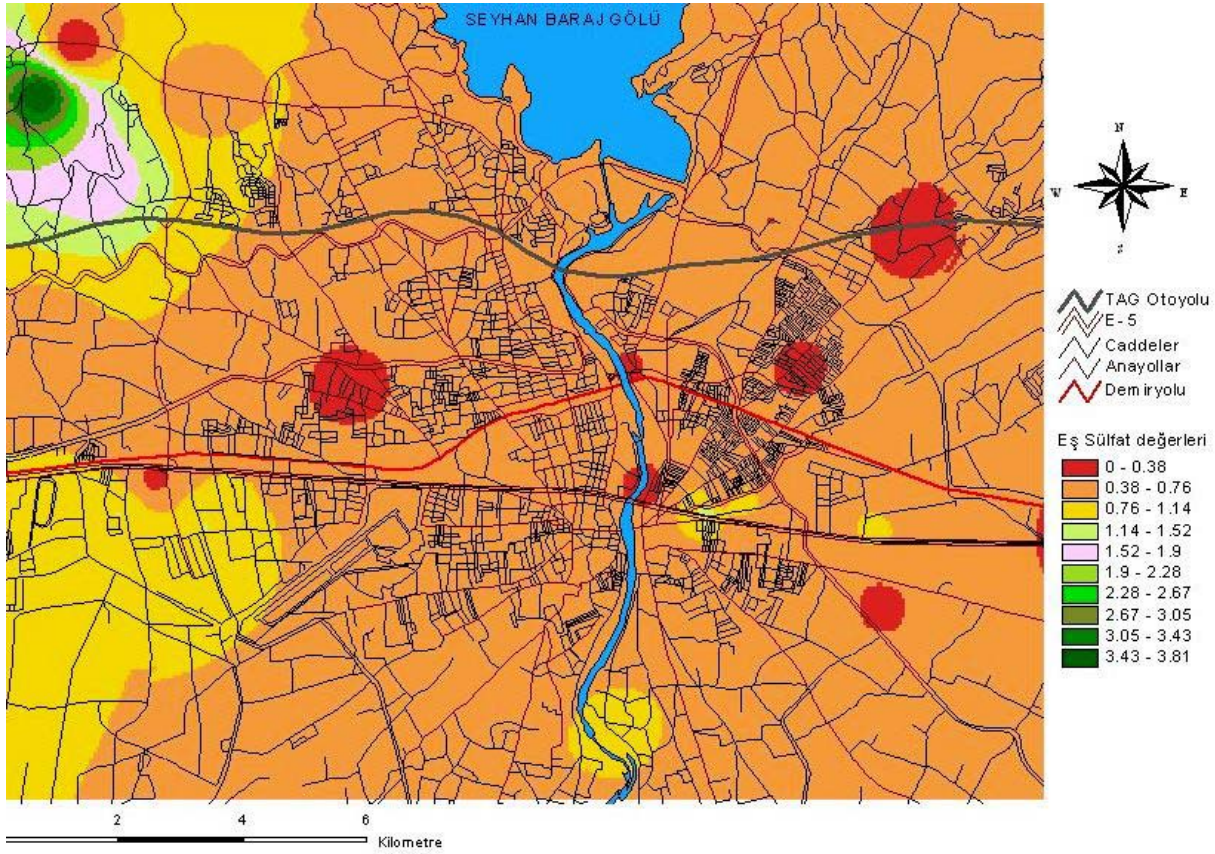
Yeraltı Suyu Eş Sülfat Haritası

Alüvyondaki yeraltı sularında 0.38 ile 0.76 mek/l arasında değişen sülfat değerleri tespit edilmiştir. (Şekil 10).



Şekil 9. Yeraltı suyu seviye haritası.

Figure 9. Underground water level map.



Şekil 10. Yeraltı suyu sülfat değerlerine göre inceleme alanının bölgelendirilmiş haritası.

Figure 10. Microzonation map of sulphate values in underground water for study area.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Alüvyon, üzerinde yapılaşmanın yaygın olduğu bir birimdir ve bu yapılar genel olarak eski yapılardır. Alüvyon birimleri içerisinde incelenmiş olan yüzey kazılarında elde edilmiş numuneler üzerinde yapılmış sınıflandırma deneyleri, taşkın ovası niteliğindeki alüvyon çökellerinin büyük çoğunluğunun CH ve CL türü killer olduklarını ortaya koymuştur. Yeraltı suyu seviyelerinin yüzeye yakın olması, alüvyon killerinin konsolidasyon oturmaları meydana getirebilecek bir zemin sınıfını oluşturuyor olması, bu birimin mühendislik açısından problemlili kısımlarını oluşturmaktadır. SPT darbe sayılarının yüksek olması, alüvyon killeri içerisinde sıkça görülmekte olan karbonat çakılları ile karbonat yumrulu seviyelerden kaynaklanmaktadır. Zemin hakim titreşim

periyodu litolojik farklılığa bağlı olarak 0.25 sn ile 0.57 sn arasında değişmektedir. Bu aralık, titreşim periyodu için geniş bir aralıktır. Kuvvetli yer hareketleri sırasında rezonans açısından yapısal bir tehlike oluşmaması için titreşim periyodu değerlerinin yersel anlamda önceden bilinmesi ve belirlenmesi gerekir.

İncelenen zeminlerin birim hacim ağırlıkları 16 ile 22 kN/m³ arasında, gözenekliliği % 21 ile % 47 arasında, likit limitleri % 22 ile % 79 arasında ve plastik limitleri % 13 ile % 33 arasında değişmektedir. Ön konsolidasyon basıncı değerlerinin CH ve CL türü killer için 130 ile 164 kPa arasında değişmekte olduğunu belirlenmiştir. İncelenen birimlerin geneli için sıkışma indisi değerleri, 0.048 ile 0.085 arasında ve şişme indisi değerleri 0.0025 ile 0.0083 arasında değişmektedir.

KAYNAKLAR

- Çobanoğlu, İ., 2005. Adana ili ve yakın çevresinin jeoteknik koşullarının statik ve sismik durumlar için coğrafi bilgi sistemi ile değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana (yayımlanmamış).
- Imai, T., Tonouchi, R., 1982. Correction of N Values With S-wave Velocity. Proc. Second European Sym. On Penetration Test, Amsterdam, pp. 67-72.
- Leonards, G.A., 1962. Foundation Engineering, McGraw-Hill Book Company, New York, 1136 s.
- Schmidt, G.C., 1961. Stratigraphic Nomenclature For The Adana Region Petroleum District, 7. Petroleum Administration Bull., 6, Ankara, s. 47-63.
- Seed, H.B., Idriss, I.M., 1971. Simplified Procedure for Evaluating Soil Liquefaction Potential, Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE, Vol. 97, No. 9, pp. 1249-1273.
- Yetiş, C., Demirkol, C., 1986. Adana Baseni Batı Kesiminin Detay Jeoloji Etüdü, MTA Derleme Rapor No. 8037, Ankara, 187s. (yayımlanmamış).

