
	<b>SAKARYA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ</b> <i>SAKARYA UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE</i>		
	<b>e-ISSN: 2147-835X</b> <b>Dergi sayfası: <a href="http://dergipark.gov.tr/saufenbilder">http://dergipark.gov.tr/saufenbilder</a></b>		
	<u>Geliş/Received</u> 02.05.2017 <u>Kabul/Accepted</u> 31.03.2017	<u>Doi</u> 10.16984/saufenbilder.303222	

## Kıyı yerleşkesi arazi kullanım planlaması için zemin özelliklerinin araştırılması, Kandıra, İzmit

T. Fikret Kurnaz\*<sup>1</sup>

### ÖZ

Deprem, heyelan vb. doğal afetlere elverişli topoğrafyaya sahip yerleşim alanlarının planlamalarında, zemin özelliklerinin detaylı bir şekilde araştırılması, güvenilir yapılaşmalar açısından bir gerekliliktir. Gerek yeni yerleşim alanlarının imara açılması gerekse de mevcut yerleşim alanlarının revize edilmesinde bölgesel ve parsel bazında yapılacak zemin araştırmaları, özellikle depreme dayanıklı yapı tasarımı için büyük öneme sahiptir. Arazi kullanım planlamalarına yönelik olarak yapılan araştırmalarda, zemin özelliklerinin ve analiz sonuçlarının bölgeleme haritaları ile sunulması, yerleşim açısından riskli ve güvenli bölgelerin ortaya konmasına katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada, Kocaeli ili Kandıra İlçesi kıyı şeridinde yer alan bir bölgenin zemin özellikleri, jeolojik, jeofizik ve geoteknik çalışma sonuçları ile incelenerek amaca yönelik olarak hazırlanan bölgeleme haritaları ile yerleşime uygunluk durumu değerlendirilmiştir. Bölgedeki hakim jeolojik birim genel olarak Kuvaterner yaşlı alüvyon olup, deniz kenarındaki yamaçlarda ise Üst Kretase yaşlı Akveren Formasyonuna ait mikritik kireçtaşları görülmektedir. İnceleme alanında yerleşime uygunluğun değerlendirilmesi amacıyla 13 adet sondaj, 15 adet sismik kırılma, 10 adet MASW, 7 adet mikrotremor çalışması ve laboratuvar deneylerine ait sonuçlardan yararlanılmıştır. Alüvyon kesimlerde zemin sınıfları Z4 olarak belirlenirken, kireçtaşlarının bulunduğu alanlarda ise zemin sınıfı Z2 olarak belirlenmiştir. Kaya birimler için yapılan nokta yükü deneylerine göre, bölgedeki kireçtaşlarının düşük ile orta arasında dayanım değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. İnceleme alanının doğu ve batısında yer alan tepelik bölgelerde Akveren Formasyonuna ait alanların eğiminin % 40'ın üzerinde olması ve kireçtaşlarında karstik boşluklar bulunmasından dolayı bu alanlar yerleşime uygun değildir.

**Anahtar Kelimeler:** Kandıra, zemin araştırması, yerleşime uygunluk, geoteknik, bölgeleme haritası

## Investigation of the soil characteristics for coastal zone land-use planning, Kandıra, Izmit

### ABSTRACT

It is necessary to perform detailed soil investigations for reliable constructions in settlement areas which have a suitable topography for natural disasters such as earthquake, landslide etc. The regional and parcel-based ground surveys have great importance especially for the earthquake resistant building design in new

\* Sorumlu Yazar / Corresponding Author

<sup>1</sup> Mersin Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Ulaştırma Hizmetleri Bölümü, Mersin – [fkurnaz@mersin.edu.tr](mailto:fkurnaz@mersin.edu.tr)

settlement areas and the revision of the existing settlement areas. Presentation of soil properties and analysis results with zoning maps in the surveys for land use planning, contributes to the determination of risky and safe areas in terms of settlement. In this study, the soil characteristics of the study area were investigated by geological, geophysical and geotechnical studies results and the settlement suitability was evaluated with the zonation maps. The dominant geological unit in the region is Quaternary aged alluvium and on the hillsides near the seaside are covered by Upper Cretaceous aged micritic limestones belonging to Akveren Formation. 13 drilling, 15 seismic refraction, 10 MASW, 7 mikrotremor studies and results of the laboratory tests have been used for the evaluation of the soil properties in the study area. The local soil classes were determined as Z4 in the alluvium and Z2 in the limestones. The limestone strengths in the region were determined as low and middle. The hilly areas located in the west and east of the study area belonging to Akveren Formation have karstic cavities and 40% slope. These areas are not suitable for settlement.

**Keywords:** Kandıra, soil investigation, settlement suitability, geotechnic, zonation map

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Yerleşim alanlarının planlamalarında yerel zemin özelliklerinin durumu göz önünde bulundurularak yapılaşmaya gidilmesi oldukça büyük önem taşımaktadır. Özellikle dünyanın farklı bölgelerinde meydana gelen büyük depremlerde yaşanan ağır kayıplar ve zararlar, deprem bilincinin ve olası depremlere karşı alınacak önlemler konusundaki duyarlılığın gelişmesine vesile olmuştur. Bir yerleşim alanı için deprem tehlikesinin belirlenmesinde yerel zemin koşullarının etkisi, en az deprem büyüklüğü ya da depremin odak noktasına olan uzaklığı kadar önemlidir. Deprem olduğu andan itibaren yer içinde hızla yayılan sismik dalgalar, gevşek zemin ortamlarına ulaştığı anda, dalga genliklerinde meydana gelen artışlardan ötürü ciddi yer sarsıntılara ve yapısal hasarlara neden olabilmektedir. Bu nedenle, deprem riski yüksek olan bölgelerde yerel zemin koşullarının detaylı olarak araştırılması, depreme dayanıklı yapı tasarımının gelişmesi ve meydana gelebilecek hasarların en aza indirilmesi açısından büyük öneme sahiptir.

Dünya genelinde yerleşim alanları için arazi planlamasını etkileyen faktörler vardır. Bu faktörler, bölgesel ve yerel jeoloji, bölgenin sismolojik durumu, yeraltı ve yerüstü suları, arazinin topoğrafik durumu, yerel zemin karakteristikleri, iklim şartları şeklinde sıralanabilir. Tüm bu faktörler göz önünde tutularak yapılan planlamalar yerleşim alanları için ekonomik, sosyolojik ve çevresel faydalar sağlayacaktır. Yerleşim alanlarının arazi planlaması, amaca yönelik saha ve laboratuvar

çalışmaları, bu çalışmalardan elde edilen verilerin toplanması, depolanması ve analizi, mevcut ya da olabilecek problemlere karşı uygulanabilir proje önerilerin tanımlanması süreçlerini içerir [1, 2]. Bu süreçlerin her aşamasında büyük hacimli veri tabanları kullanılmakta ve bunlarla ilgili farklı türden analizler yapılmaktadır. Bu gibi çalışmalarda Coğrafi Bilgi Sistemleri'nden (CBS) yararlanmak büyük faydalar sağlamaktadır [3]. CBS, çalışmada kullanılacak tüm verilerin istenildiği şekilde sayısal ortama aktarılması, depolanması, analiz edilmesi ve gerektiğinde veriler üzerinde sorgulamalar yapılabilmesine olanak sağlamaktadır [4]. CBS'nin oldukça geniş bir kullanım alanı vardır. CBS kullanımı ile coğrafik koordinatı olan her türden veri grubu ile ilgili analiz, sorgulama ve haritalama yapılabilmektedir.

Bir bölgede uygun yerleşim alanlarını belirlemek, güvenli binalar yapmak ve yaşam güvenliğini sağlamak için deprem tehlikesinin belirlenmesi gereklidir. Bu amaçla, son yıllarda, depremlerle birlikte oluşabilecek yıkıcı dinamik kuvvetler, yüzey faylanması, zemin büyütmesi, sıvılaşma ve toprak kayması gibi doğal olayların etkilerini azaltmak için mikrobölgeleme ya da diğer bir adıyla sismik mikrobölgeleme çalışmaları yapılmaktadır. Mikrobölgeleme, sismik tehlike ve risk değerlendirmelerinde en yaygın kabul gören tekniklerden biri olup sismik etkiye maruz kalan bölgelerde zemin davranışı etkilerinin değişimi olarak tanımlanabilir [5]. Bu çalışmalar öncelikli olarak, kent planlaması ve arazi kullanım amaçlı parametrelerin belirlenmesini hedeflemektedir.

Bu çalışmada Kocaeli ili Kandıra İlçesi kıyı şeridinde bulunan bir bölgenin yerel zemin



yüzeje yakın sığ seviyelerde ise bozunma ürünü killi – siltli birimler görülmektedir. Ayrıca kireçtaşlarında karstik boşluklar da tespit edilmiştir.

### 3. İNCELEME ALANININ GEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ (GEOTECHNICAL CHARACTERISTICS OF THE STUDY AREA)

İnceleme alanında geoteknik özelliklerin belirlenmesinde, bölgede yapılan 13 adet sondaj çalışmaları ve sondajlardan elde edilen numunelere ait laboratuvar deney sonuçlarından yararlanılmıştır. Derinlikleri 9 ile 20 m arasında değişen sondaj kuyularında kesilen birimler genellikle alüvyon ve Akveren Formasyonuna ait kireçtaşı ile bozunma ürünü killi - siltli seviyelerdir. Alüvyon kalınlığı, yapılan sondaj çalışmalarında, en kalın yerinde 20,00 m olarak tespit edilmiştir. Tablo 1’de ilk 5 sondaja ait litolojik bilgilere yer verilmiştir. Diğer sondajlarda da litolojik özellikler benzer karakterdedir.

Tablo 1. Sondaj Çalışmalarından Elde Edilen Litolojik Özellikler (Lithological Properties Obtained from Drilling Applications)

SK No	Derinlik	Litoloji	Formasyon
SK 1	0,00 – 8,50 m	Mavimsi Gri Renkli Kil Kum Ardalanması	Alüvyon
	8,50 – 10,50 m	Blok Gri Bej Renkli Kireçtaşı	
	10,50 – 20,00 m	Mavimsi Gri Renkli Kil Kum Ardalanması	
SK 2	0,00 – 15,00 m	Mavimsi Gri renkli Kum	Alüvyon
	15,00 – 20,00 m	Mavimsi Gri renkli Kil	
SK 3	0,00 – 10,50 m	Kahverengi Siltli Kumlu Kil	Akveren Formasyonu
	10,50 – 13,50 m	Gri Bej Renkli Kireçtaşı	
SK 4	0,00 – 1,70 m	Kahverengi Killi Kum	Akveren Formasyonu
	1,70 – 9,00 m	Gri Bej Renkli Kireçtaşı	
SK 5	0,00 – 12,00 m	Mavimsi Gri renkli Kum	Alüvyon
	12,00 – 20,00 m	Mavimsi Gri renkli Kil	

İnceleme alanında yapılan sondajlar sırasında alınan zemin numunelerine ait laboratuvar sonuçları incelendiğinde, bölgede genellikle ince taneli zeminlerin hakim olduğu görülmektedir.

Zemin sınıfları ağırlıklı olarak yüksek ve düşük plastisiteli kil (CH – CL) olmakla birlikte yer yer siltli kumlara (SM) ve az da olsa yüksek ve düşük plastisiteli siltlere de (MH – ML) rastlanmaktadır. Alüvyona ait kil birimlerin rengi üstte kahverengi, altta yeşilimsi gri renkli, Akveren Formasyonuna ait killerin rengi ise kızıl kahvedir. Alüvyona ait killerin kıvamlilik indisi  $I_c$ , 0,25 - 1,14 arasında değişmekte olup Ulusay, 2001’e [10] göre kıvamı çok yumuşak – yumuşak – yarı sert – sert – yarı katı, Akveren Formasyonuna ait killerin kıvamlilik indisi  $I_c$  ise 0,80 - 1,20 arasında değişmekte olup kıvamı sert – yarı katıdır. Plastisite İndisleri (PI) ise alüvyonda 17 – 46 arasında değişmekte olup Burmister,1951’ e [11] göre orta – yüksek – çok yüksek plastisiteli, Akveren Formasyonunda ise (PI), 19 – 52 arasında değişmekte olup orta – yüksek – çok yüksek plastisitelidir.

Örselenmemiş numuneler üzerinde yapılan üç eksenli basınç deneyi sonuçlarına göre alüvyonda kohezyon (c) değerleri 0,35 – 0,64 kg/cm<sup>2</sup>, içsel sürtünme açısı ( $\Phi$ ) değerleri ise 2<sup>0</sup> – 4<sup>0</sup> olarak belirlenmiştir. Akveren Formasyonuna ait kesimlerde ise kohezyon (c) değerleri 0,29 – 0,96 kg/cm<sup>2</sup>, içsel sürtünme açısı ( $\Phi$ ) değerleri ise 2<sup>0</sup> – 5<sup>0</sup> arasında olarak belirlenmiştir. Tablo 2’de bazı örselenmemiş numunelere ait üç eksenli basınç deneyi sonuçları görülmektedir.

Tablo 2. Üç Eksenli Basınç Deneyi Sonuçları (Three Axial Pressure Test Results)

Sondaj No	Numune Tipi	Derinlik (m)	Üç Eksenli Basınç (UU)		Formasyon
			c (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Phi$ (°)	
SK 2	UD	2,50	0,35	2	Alüvyon
SK 3	UD	2,50	0,50	3	Alüvyon
SK 5	UD	2,50	0,42	3	Alüvyon
SK 7	UD	2,50	0,64	4	Alüvyon
SK 10	UD	2,50	0,29	2	Akveren Fm
SK 12	UD	2,50	0,96	5	Akveren Fm

Yapılan sondajlarda her 1.5 m de zeminlerin sıklık derecesinin tespitine yönelik olarak SPT (Standart Penetrasyon Testi) deneyi uygulanmıştır. SPT darbe sayılarının alüvyon birimdeki killi - siltli seviyelerde 2 ile 20 arasında değişmekte birlikte kumlu seviyelerde genelde 20 ile 30 arasında değiştiği görülmüştür. Akveren Formasyonuna ait birimlerde ise genelde 20 ile 50 arasında değişen SPT darbe sayıları mevcuttur.

İnceleme alanında Akveren Formasyona ait kireçtaşlarının rengi gri-bej renklidir. Akveren Formasyonuna ait kireçtaşları üzerinde yapılan

nokta yükü dayanım deneyi sonuçlarına göre dayanım değerleri ( $I_s$ ), 10 – 27 kg/cm<sup>2</sup> arasında değişmekte olup Bieniawski, 1975'e [12] göre düşük – orta dayanımlıdır. Bazı kayaç numunelerine ait nokta yükü dayanım deneyi sonuçları Tablo 3'de verilmektedir.

Tablo 3. Kireçtaşı Örnekleri Üzerinde Yapılan Nokta Yükü Deneyi Sonuçları (Point Load Test Results on Limestone Samples)

Sondaj No	Numune Tipi	Derinlik (m)	Nokta Yükü $I_s$ ,kg/cm <sup>2</sup>
SK 3	CR	11,40	27,60
SK 3	CR	12,20	20,50
SK 4	CR	5,90	20,70
SK 4	CR	7,00	20,10
SK 4	CR	7,50	23,40
SK 8	CR	18,80	20,40
SK 8	CR	19,80	17,00
SK 9	CR	4,30	16,90
SK 9	CR	4,50	10,10
SK 10	CR	5,90	23,10
SK 10	CR	17,60	10,00

#### 4. İNCELEME ALANININ JEOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİ (GEOPHYSICAL CHARACTERISTICS OF THE STUDY AREA)

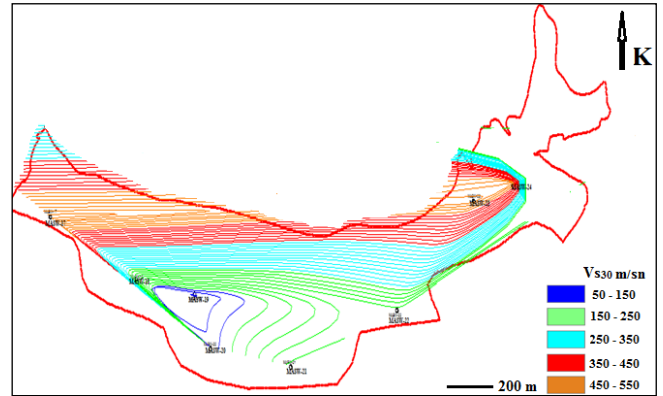
Çalışma alanındaki zeminlerin jeofiziksel özelliklerinin belirlenmesinde 15 adet sismik kırılma ölçümü, 10 adet MASW ölçümü ve 7 adet mikrotremor ölçümüne ait arazi çalışma sonuçlarından yararlanılmıştır. Bu ölçümlere bağlı olarak tabaka kalınlıkları, yer altı hız yapısı, zeminlerin dinamik-elastik mühendislik parametreleri, zemin hakim titreşim periyotları ve zemin büyütme belirlenmiştir. Tablo 4'de 15 profilde alınan sismik kırılma ölçüm sonuçlarına ait bilgiler yer almaktadır. Çalışma alanında sismik ölçümlerle belirlenen 1. Tabaka kalınlıkları genelde 3 ile 10 m arasında değişmekte olup bu seviyeler için yıkıcı deprem dalgası olarak bilinen S dalga hızları ( $V_s$ ), 196 – 436 m/sn arasında değişmektedir. İkinci tabakada ise  $V_s$  hızları 335 - 807 m/sn arasında değerler almaktadır.

İnceleme alanında kayma dalgası hızlarının ilk 30 m derinlikteki değişiminin tespiti için MASW ölçüm yöntemi sonuçları kullanılmıştır. MASW yönteminde veri toplama işlemi, arazi düzeni ve ölçü alımı, sismik kırılma yöntemiyle benzerlik göstermekle birlikte sismik kırılmada tabaka hız bilgileri elde edilebilirken, MASW yönteminde

Tablo 4. Sismik Kırılma Ölçümleri Sonucu Elde Edilen Dinamik Elastik Özellikler (Dynamic Elastic Properties Obtained from Seismic Measurements)

Tabaka No	$V_p$ (m/s)	$V_s$ (m/s)	h (m) (kalınlık)	$\rho$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$V_p/V_s$	$\nu$	$G_{max}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$E_d$ (kg/cm <sup>2</sup> )	K (kg/cm <sup>2</sup> )	$q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )
-----------	-------------	-------------	------------------	------------------------------	-----------	-------	---------------------------------	-----------------------------	-------------------------	-----------------------------

derinliğe bağlı  $V_s$  hızı değişimleri belirlenebilmektedir [13]. Ayrıca, deprem riski taşıyan bölgelerde uygulanan afet yönetmeliğinde, zemin sınıflarının belirlenmesinde ilk 30 m derinliğe ait ortalama kayma dalgası hızı bilgisi ( $V_{s30}$ ) gereksinimi vardır. İnceleme alanında yapılan MASW ölçümleri sonucu elde edilen  $V_{s30}$  değerleri 130 – 517 m/sn arasında değişmekte olup, belirlenen  $V_{s30}$  değerlerinin çalışma alanındaki değişimi Şekil 3'de verilen haritada görülmektedir.

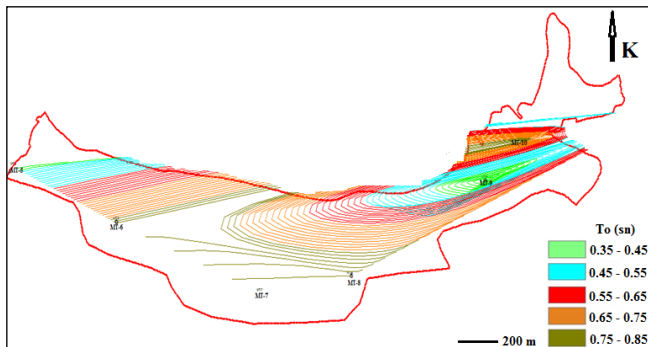


Şekil 3. İnceleme alanına ait  $V_{s30}$  haritası ( $V_{s30}$  map of the study area)

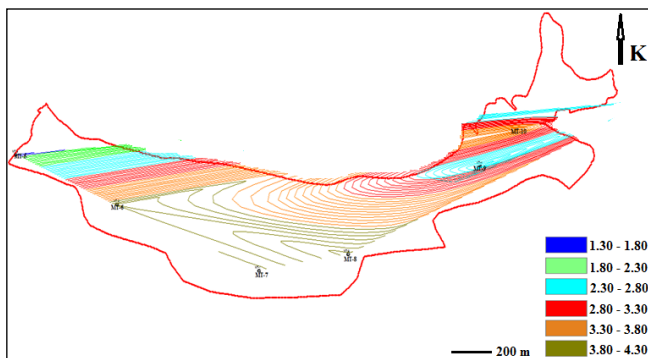
İnceleme alanında zemin hakim titreşim periyotları ve zemin büyütmelerinin belirlenmesinde ise 7 noktada uygulanmış olan, yer yüzeyindeki zayıf ve düşük genlikli titreşimlerin ölçüldüğü mikrotremor yöntemi sonuçlarından yararlanılmıştır. İnceleme alanında hakim periyotlar  $T_0$ , 0,36 – 0,83 sn aralığında, zemin büyütme belirlenmesinde ise 1,67 – 4,12 arasında değişmektedir. Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkındaki yönetmelik [14] uyarınca zemin hakim titreşim periyodu değerleri kullanılarak belirlenen yerel zemin sınıflarına göre inceleme alanında alüvyon ile temsil edilen alanlar Z4, Akveren Formasyonuna ait alanlar ise Z2 sınıfına girmektedir. Mikrotremor ölçümleri sonucu elde edilen zemin hakim titreşim periyodu ve zemin büyütme değerlerinin inceleme alanındaki değişimi, sırasıyla Şekil 4 ve Şekil 5'de verilen haritalarda görülmektedir. Hakim periyotların yüksek çıktığı Z4 sınıfı alanlarda büyütme değerlerinin de 4 civarında olduğu, tehlike düzeyi olarak orta – yüksek tehlike arz ettiği göze çarpmaktadır.



SERİM NO												
SİS1	1	500	205	3,91	1,47	2,4	0,399	616	1724	2843	3,01	
	2	901	412		1,70	2,2	0,368	2883	7887	9944	7,00	
SİS2	1	551	275	4,90	1,50	2,0	0,334	1136	3031	3045	4,13	
	2	1103	537		1,79	2,1	0,345	5152	13855	14866	9,59	
SİS3	1	563	361	6,43	1,51	1,6	0,151	1968	4530	2162	5,45	
	2	1015	782		1,75	1,3	0,230	10700	16473	3760	13,68	
SİS4	1	607	393	7,14	1,54	1,5	0,139	2377	5414	2501	6,05	
	2	991	648		1,74	1,5	0,127	7303	16455	7344	11,27	
SİS5	1	595	370	11,74	1,53	1,6	0,185	2096	4966	2626	5,66	
	2	1486	674		1,92	2,2	0,370	8744	23966	30843	12,97	
SİS6	1	530	196	5,49	1,49	2,7	0,421	571	1624	3416	1,08	
	2	1327	375		1,87	3,5	0,457	2631	7665	29439	7,02	
SİS7	1	500	199	8,39	1,47	2,5	0,406	581	1632	2891	2,92	
	2	995	399		1,74	2,5	0,404	2772	7784	13541	6,95	
SİS8	1	446	205	10,16	1,42	2,2	0,366	599	1636	2036	2,92	
	2	1711	335		1,99	5,1	0,480	2238	6623	55385	6,68	
SİS9	1	467	255	3,63	1,44	1,8	0,288	937	2413	1893	3,67	
	2	1071	568		1,77	1,9	0,304	5721	14925	12713	10,07	
SİS10	1	509	255	4,77	1,47	2,0	0,332	957	2552	3538	3,75	
	2	1213	445		1,83	2,7	0,422	3623	10305	22088	8,14	
SİS11	1	584	368	3,60	1,52	1,6	0,171	2064	4832	2446	5,61	
	2	999	807		1,74	1,2	0,439	11350	12733	2260	14,06	
SİS12	1	531	211	6,17	1,49	2,5	0,406	663	1863	3313	3,14	
	2	1239	420		1,84	3,0	0,435	3244	9312	23908	7,72	
SİS13	1	643	249	3,94	1,56	2,6	0,412	968	2733	5164	3,89	
	2	1017	499		1,75	2,0	0,341	4359	11695	12294	8,74	
SİS14	1	430	436	6,91	1,41	1,0	0,180	2684	106227	968	6,15	
	2	1409	794		1,90	1,8	0,267	11974	30350	21741	15,08	
SİS15	1	673	311	9,69	1,58	2,2	0,364	1527	4167	5115	4,91	
	2	1358	653		1,88	2,1	0,350	8024	21660	24005	12,29	



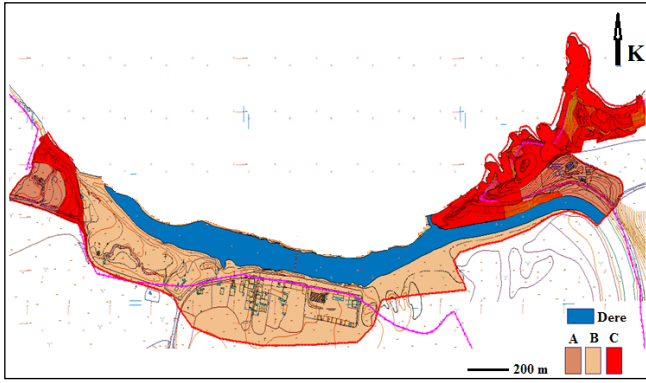
Şekil 4. İnceleme alanına ait zemin hakim titreşim periyodu haritası (Characteristic site period map of the study area)



Şekil 5. İnceleme alanına ait zemin büyütme haritası (Soil amplification map of the study area)

## 5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR (EVALUATIONS AND CONCLUSIONS)

Bu çalışmada jeolojik, jeofizik ve geoteknik verilerin birlikte kullanımı ile Kocaeli ili Kandıra İlçesi kıyı şeridinde yer alan bir bölgenin zemin özellikleri incelenerek çalışma alanının yerleşime uygunluğu araştırılmıştır. Yapılan arazi ve laboratuvar çalışmalarına ait sonuçlar irdelenerek, inceleme alanı içinde, doğal afet tehlikeleri ve/veya jeolojik - geoteknik özellikler nedeniyle yerleşime uygunluğu etkileyebilecek unsurlar değerlendirilmiştir. Bu çerçevede inceleme alanı, yerleşim açısından düşük, orta ve yüksek tehlikeli olmak üzere üç bölgeye ayrılmıştır (A, B, C). Şekil 6 da inceleme alanında yerleşim açısından tehlike düzeylerinin gösteren bölgeleme haritası görülmektedir.



Şekil 6. İnceleme alanında yerleşime uygunluk için bölgeleme haritası; A: düşük tehlike, B: orta tehlike, C: yüksek tehlike (Zoning map for settlement suitability in the study area; A: low hazard, B: medium hazard, C: high hazard)

Düşük tehlikeli olarak değerlendirilen alanlar (A); inceleme alanında Akveren Formasyonu ile temsil edilen kireçtaşlarının hakim olduğu kesimlerdir. Arazi ve laboratuvar çalışmaları ile belirlenen mekanik ve dinamik özellikler göz önüne alındığında ve diğer alanlarla kıyaslandığında, bu kesimlerin yapılaşma açısından daha uygun yerel zemin koşullarına sahip olduğu söylenebilir. Bununla birlikte eğim derecesinin 10%'u geçtiği kesimlerde muhtemel stabilite sorunları için tedbir alınması yararlı olacaktır. Yerleşim açısından orta düzeyde tehlikeli alanlar (B), inceleme alanında eğim derecelerinin 0-10% arasında değiştiği alüvyon ile temsil edilen alanlardır. Yüksek plastisiteli killer ve gevşek kumların hakimiyeti altında olan bu kesimlerde SPT değerleri 5 – 15,  $V_{s30}$  değerleri 100 - 200 m/sn, zemin büyütme hızları ise 2 - 4 arasında değişmektedir. Bu alanlarda yapılaşmaya gidilirken yüksek plastisiteli killer için muhtemel şişme ve oturma problemleri, gevşek kumlar için ise muhtemel sıvılaşma problemlerine karşı gerekli önlemlerin alınmasında yarar vardır. Yüksek tehlikeli olarak değerlendirilen alanlar (C) ise inceleme alanının kuzeydoğu ve kuzeybatısında, Akveren Formasyonuna ait ve eğimin % 40'ın üzerinde olduğu tepelik bölgelerdir. Kireçtaşları ile temsil edilen bu kesimler, Karadeniz'e sınır konumunda olup yer yer karstik boşluklar da içermektedir. Bu kesimler yerleşime uygun değildir.

#### TEŞEKKÜRLER (ACKNOWLEDGMENTS)

Bu çalışmanın hazırlanmasında verilerin temini için destek veren Tömekçe İnşaat'a ve yardımcıları için Muhammed Yüce'ye teşekkür ederim.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] M. Costa Lobo, J. Mesones, A. Dal Cin, T. Franchini and J. Lourenzo, "Risk in planning a new paradigm. Risk Assessment and Management: Planning for Uncertain Future, 33rd World Planning Cong., September, Ogaki, Japan, pp. 17-18. pp. 103-107, 1997.
- [2] B. S. Şengezer, "Afet Etkilerinin Azaltılması Hedefinin Planlamada Önemi ve Rolü", Kentleşme ve Jeoloji Sempozyumu, İstanbul, pp. 17-26, 1998.
- [3] H. Demir, "Küçükçekmece-Halkalı Yerleşim Bölgesinin Yerel Zemin Koşullarına Göre Depremselliğinin İncelenmesi", Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2006.
- [4] P. A. Burrough, "Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment", Oxford University Press, 2. ed., 1998.
- [5] S. Sharma and W. D. Kovaks, "Microzonation of the Memphis, Tennessee area", A report on research sponsored by The U.S.G.S., No:14-08-0001-17752, 1980.
- [6] T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı), Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası, 1996.
- [7] Z. Ternek, C. Erentoz, H. N. Pamir, "Explanatory text of the geological map of Turkey- Istanbul Sheet", Mineral Research and Exploration, 1987.
- [8] S. Ramazanoglu, A. El Saiy, O. Abdelghany, H. Arman, "Structural, petrographic and mineralogical characteristics and diagenetic aspects of Kandıra stone from Northwestern Turkey", Scientific Research and Essays Vol. 7(4), pp. 460-467, 2012.
- [9] S. Ramazanoglu, A. Akinci, H. Arman, "Chemical and micro structural properties of Kandıra Stone", Kocaeli University, Mag. Appl. Geosci., 6: 100-108, 2006.
- [10] R. Ulusay, "Uygulamalı Geoteknik Bilgileri", TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları:38, Genelleştirilmiş 4. Baskı, Ankara, 381s., 2001.

- [11] D. M. Burmister, "Identification and classification of soil An appraisal and statement of principles", ASTM STP 113, Amer. Soc. for Test and Mat., Philadelphia, 1951.
- [12] Z. T. Bieniawski, "The point-load test in geotechnical practice", Engineering Geology, 9, M lpp., 1975.
- [13] C. B. Park, R. D. Miller, & J. Xia, "Multichannel analysis of surface waves", Geophysics, 64 (3), 800-808, 1999.
- [14] ABYYHY, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, İMO İzmir Şubesi Yayını, No: 25, 1998.