

Küçük Melen Çayı Yatağı Civarında Yeraltı Suyu Akiferlerinin Tespitinde Düşey Elektrik Sondaj Verilerinin Kullanılması: Düzce Örneği

Ali ATEŞ¹, Burak YEŞİL²

¹ Düzce Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Müh. Bölümü, Düzce

² Düzce Üniversitesi, Düzce MYO, İnşaat Teknolojisi Bölümü, Düzce

Özet: Düzce ili, Konuralp yerleşkesi, Beçi Yörükler beldesinde, Küçük Melen Çayı yatağı çevresinde yeraltı suyu araştırmak amacıyla elektriksel özdirenç metodu uygulanmıştır. Çalışma Schlumberger elektrot sistemi uygulayan Düşey Elektrik Sondaj (DES) ölçümlerini kapsamaktadır. Çalışma alanı, Düzce Üniversitesi Yerleşkesi sınırları dışarısında, Küçük Melen Çayı yatağı kenarında, Düzce Üniversitesi'ne ait yaklaşık 40 m derinlikli kuyu verimi (5-10lt/sn) olan 2 sondaj kuyusu ve deposunun bulunduğu alan alüvyon bir ortamdır. Üniversitenin artan nüfusuna karşılık yetersiz kalan içme ve kullanma suyunun karşılanması amacıyla mevcut iki kuyunun derinliklerinin artırılarak veya yakın çevresine yeni sondaj kuyuları açılarak su miktarlarının artırılıp arttırılmayacağı araştırılmıştır. Veriler 4 adet istasyonda toplanmış ve değerlendirilmiştir. DES verilerinden ortalama üstte özdirenç 60-256 Ω m arasında değişen örtü tabakası ile onun altında özdirenç 112-1695 Ω m arasında değer alan kuru kumlu iri blok çakıl tabakası ve en altta ise özdirenç 48-60 Ω m arasında değişen siltli kumlu birimin olduğu anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yeraltı suyu, akifer, özdirenç, jeofizik

Using Geophysical and Drilling Values in Detecting Groundwater Aquifers around Small Melen River: Example of Düzce

Abstract: The electric resistivity method was applied to investigate the under ground water around the Küçük Melen river in Yörükler Beçi provision of Düzce in the University campus. This study includes the measures of vertical electric sounding (VES) that apply Schlumberger electrode system. The study area is situated near the small Melen River out of the border of Düzce University campus. Study area is situated at the place of alluvial deposits near the in the bed of Küçük Melen River in campus area which have approximately 40 m deep (5-10 lt/sn) and 2 drilling well and water tank. The amount of water was investigated to be increased or not, drilling new wells or increasing the depth of wells around the present well to supply increasing necessity of in sufficient amount of drinking or utilization water in return increasing population of University. The data were collected from four locations and evaluated. It was understood that there are sandy gravelly layer between and 60-256 Ω m changes at the lowest bottom layer and sandy gravelly layer between 112-1695 Ω m and 48-60 under the cover layer changes respectively.

Keywords: Underground water, aquifer, resistivity, geophysics

1. Giriş

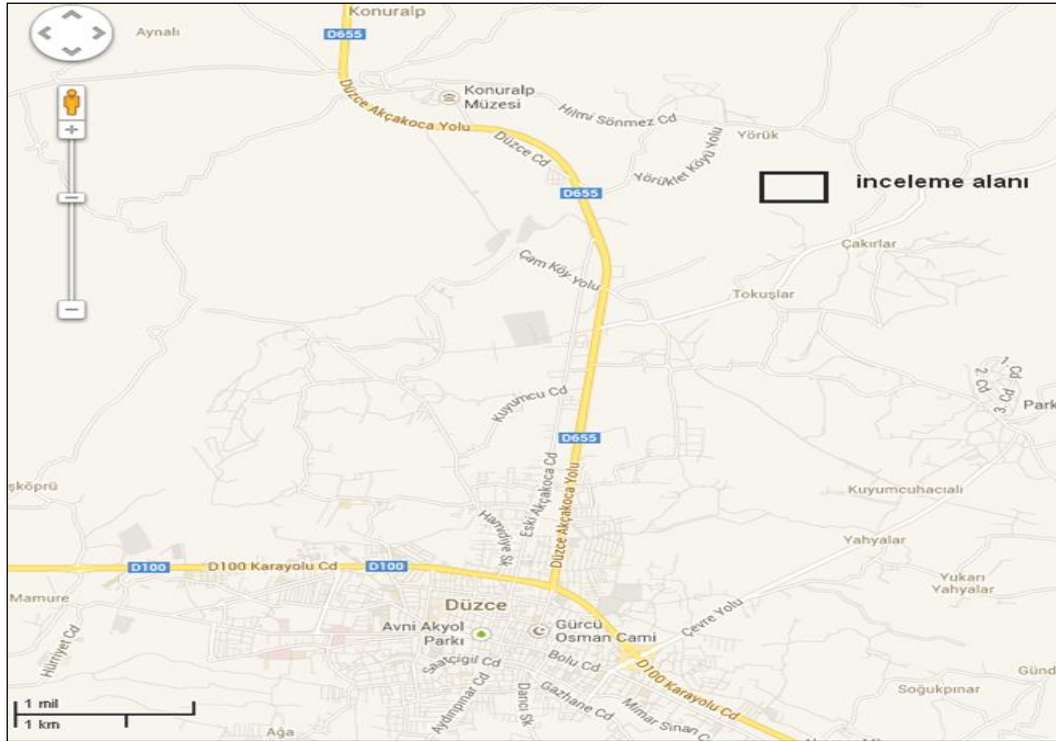
Günümüzde yer altı suyunun jeofizik metotlarla araştırılması hem ekonomik hem de kolay olması nedeniyle önem arz etmektedir. Bu nedenle, yer altı suyunun sedimanter havzalarda jeofizik yöntemlerle araştırılması hidrojeolojik özelliklerin iyi bir şekilde bilinmesini gerektirir. Şimdiye kadar yapılan çalışmalar jeofizik metotların su araştırmalarında diğer metotlardan çok daha güvenilir olduğunu göstermiştir (Carruthers, 1985), (Emenike, 2001).

Su araştırmalarında rezistivite, sismik, manyetik, uzaktan algılama, elektromanyetik jeofizik yöntemleri kullanılmaktadır (Ariyo vd., 2003). Bunların içinde en etkili olanı Düşey Elektrik Sondajı (DES) ile yapılan elektrik özdirenç metodudur (Olayinka ve Mbachl, 1992), (Olorunnivo ve Olorunfemi, 1987).

Düzce İli, Merkez İlçesi, Yörükler Köyü'nde, Düzce Üniversitesi Yerleşkesi sınırları dışarısında, Küçük

Melen Çayı yatağı kenarında, Üniversitenin artan nüfusuna oranla içme ve kullanma suyunun yetersiz kalması nedeniyle Düzce Üniversitesinin içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılayan kuyular ve çevresinde Düni1 (AB/2=200m), Düni2 (AB/2=250m), Düni3 (AB/2=40m) ve Düni4 (AB/2=80m) noktalarında yapılan 4 adet düşey elektrik sondaj çalışması ile yer altı tabakalarının kalınlık ve öz direnç değerlerinin belirlenmesi, alanının hidrojeolojik özelliklerinin belirlenmesi ve olası yeraltı suyu bulduran formasyon profilinin çıkartılması, çalışma alanında su alınacak uygun kuyu yerlerinin tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır.

2. Çalışma Alanın ve Jeolojisi Morfolojisi



Şekil 1. İnceleme alanın yer buldurusu

2.1. Çalışma Alanının Genel Jeolojisi

Düzce ili ve yakın çevresindeki en yaşlı birim Prekambriyen yaşlı (Pey) birim olup inceleme alanının güney-batısında

İnceleme alanı Batı Karadeniz bölgesinde İstanbul ile Ankara illerinin arasında kalmaktadır. İklim olarak Karadeniz iklimi hâkimdir. Türkiye'nin en zengin bitki örtüsüne sahip yörelerinden olan bölgenin hem kuzey hem de güney mevkii sık ormanlarla kaplıdır.

Morfolojik açıdan bölgenin güney ve kuzeyindeki yükseltiler arasında göllerinde içinde bulunduğu basenler boyunca yaklaşık Doğu-Batı uzanımlı topografik olarak düşük eğimlere sahip düzlükler yer almaktadır. Bölgede Adapazarı-Bolu arasında düşük eğime (0-10) sahip alanlar afet bölgesinin % 20'sini oluşturmaktadır. İnceleme alanında eğim en fazla %5'tir.

yer alan Efteni Gölünün güney-doğusundaki Kuvaterner yaşlı tortul birimler ile dokanak halindeki Düzce Fayının güney kısmında mostra verirler. Ayrıca Düzce ilinin kuzey-batısında yer

alan Çilimli fayının kuzey ve kuzeybatısında da bu birime ait mostralara rastlanmaktadır. Genel anlamda fazlaca altere olmuş ve yer yer şistosite gösteren granit, granodiyorit karakteristiğindedir. Bu birim bazı kaynaklarda Yedigöller Formasyonu adı ile de anılmaktadır (M.T.A, 1999).

Paleozoyik; Kocatöngel Formasyonu (Okö); kumtaşı ara seviyeli silisli çamurtaşından oluşan formasyon Erken Ordovisiyen yaşlıdır. Düzce'nin Kuzeyinde Karacaören-Gürcühüseyinağa köyleri arasında Bolu Masifi temel kayaları üzerine uyumsuz olarak gelir. Kurtköy Formasyonu (Ok); çamurtaşı, siltaşı, çakıltası ara seviyeli kumtaşlarından oluşan formasyon Erken Ordovisiyen yaşlıdır. Düzce'nin güneydoğusunda Kaynaşlı civarında yüzeylenir. Ereğli Formasyonu (Ode); kireçtaşı ara seviyeli Şeyl-Kumtaşından oluşan formasyon Ordovisiyen-Alt Devoniyen yaşlıdır. Kaynaşlı'nın kuzeyinde yüzeylenir. Yılanlı Formasyonu (DCy); dolomitik kireçtaşı ve dolomitten oluşan formasyon Genç Devoniyen-Erken Karbonifer yaşlıdır. Çilimli'nin kuzeybatısında Dokuzlar köyü civarında çok sınırlı bir alanda gözlenir. Mesozoyik; Çakraz formasyonu (Ptkç); çakılltaşı, Kumtaşı, Çamurtaşından oluşan formasyon Permiyen-Triyas yaşlıdır. Düzcenin doğusunda Ereğli formasyonu ile dokunakta görülür (Özmen, 2000).

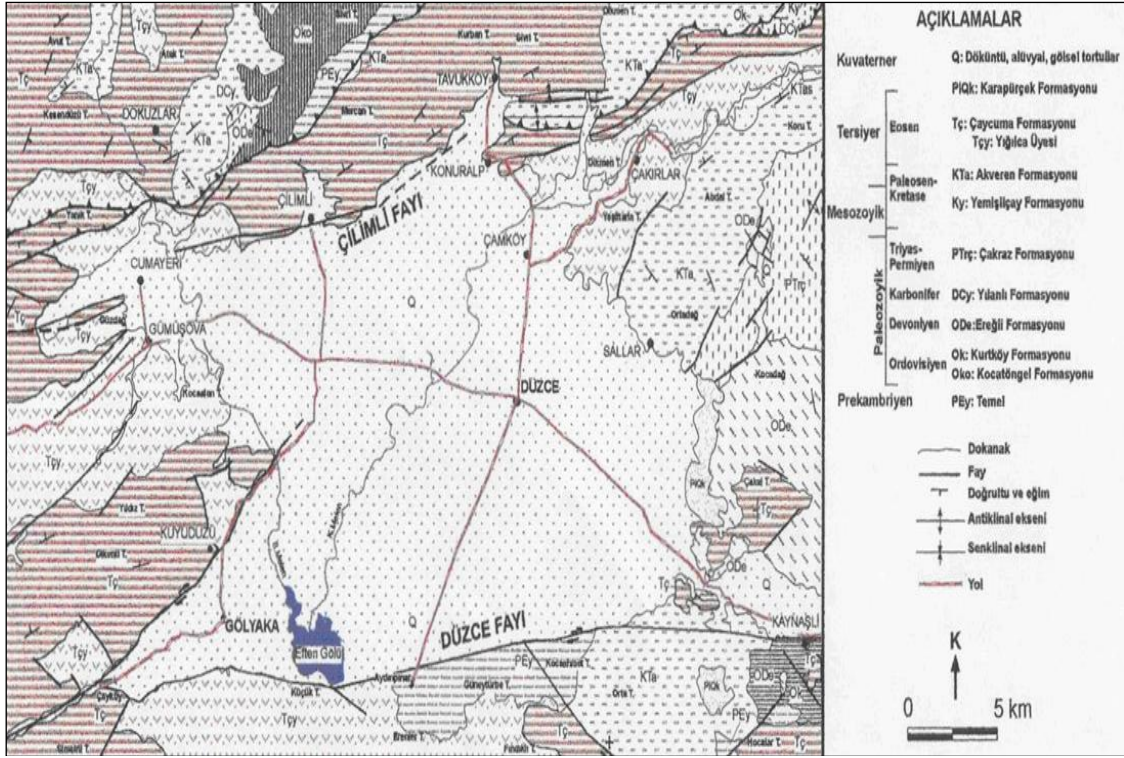
Yemişliçay Formasyonu (Ky); volkanik Kumtaşı, Kıltaşı, Aglomera, Andezitik-Bazaltik lav, Tüfit ve Mikritik Kireçtaşından oluşan formasyon Kretase-Paleosen yaşlıdır. Düzce'nin kuzeydoğusunda Yılanlı formasyonu ile birlikte sınırlı yayımlı olarak bulunur. Akveren formasyonu (Kta); kıltaşı, siltaşı ara seviyeli killi kireçtaşı-Marn ve Resifal Kireçtaşından oluşan

formasyon Geç Kretase-Paleosen yaşlıdır. Kaynaşlı'nın kuzeyinde Çapakbey ile Kaynaşlı arasında, kuzeydoğuda Yukarıbayır, Sallar ve Nalbantoğlu köyleri civarında, Ketenciler-Kurtköy arasında ve kuzeybatıda Domuzgözü tepe yöresinde yüzeyler (M.T.A, 1999).

Senozoyik; Çaycuma Formasyonu (Tç) ve Yığılca Üyesi (Tçy); kumtaşı-konglomera-marn-Tüfit (volkanik kumtaşı) ten oluşan Çaycuma formasyonu Erken-Orta Eosen yaşlıdır. Düzce'nin kuzeyi ve batısında iyi gözlenir. İçindeki geniş yayımlı volkanitler Yığılca Üyesi olarak ayrılır. Yığılca Üyesi başlıca Volkanik Kumtaşı, Tüf/Tüfit, Andezit-Bazaltik lavlar veya volkanik breşlerden oluşur. Erken-Orta Eosen yaşlıdır. Düzce'nin güneyi, batısı ve kuzeydoğusunda gözlenir (Özmen, 2000).

Karapürçek Formasyonu (PIQk); zayıf tutturulmuş çakıltası, kumtaşı, çamurtaşından oluşan formasyon Erken Kuaterner yaşlıdır. Düzce'nin doğusunda temel kayaların önünde etek düzlükleri teşkil edecek şekilde bulunur (Özmen, 2000).

Genç Çökeller (Q); Düzce havzasını dolduran tüm kırıntılı çökellerin (Geç Pleistosen-Holosen), depolama yerine bakmaksızın çakıl-kum-silt ve killerden oluştuğu görülür. Havza kenarlarında çok az miktardaki döküntü veya yamaç molozunun dışında alüvyal ve gölsel alanlarda depolanmış oldukları dikkat çeker. Düzce havzasındaki tortul kalınlığı hakkındaki bilgiler sınırlı sayıda sondaja esas itibariyle jeofizik verilere dayanır ve yaklaşık 260 m civarındadır (M.T.A, 1999) (Şaroğlu, 1992). Şekil 1 ve Şekil 2'de Düzce havzası jeoloji haritası ve genelleştirilmiş dikme kesiti verilmiştir.



Şekil2. Düzce havzasının jeolojik haritası [4]

Üst sistem	Sistem	Seri	Formasyon	Kalınlık (m)	KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMALAR
KUVATERNER						
			Karapürçek			Q: Döküntü, alüvyal, gösel tortullar
			PIQk: Karapürçek Formasyonu			PIQk: Zayıf tutturulmuş, çakıtaşı, kumtaşı, çamurtaşı
		Eosen	Çaycuma	~ 1200		Tç: Marn, çamurtaşı ara seviyeli kumtaşı
		Aİl-Orta Eosen	Yığılca			Tçy: Marn ara seviyeli volkanik kumtaşı, aglomera, tuf ve lav
			Akveren	500-700		KTa: Kiltası, silttaşı ara seviyeli killi kireçtaşı-marn ve resifal kireçtaşı
			Yemişliçay	200-300		Ky: Volkanik kumtaşı, kiltası, aglomera, andezitik-bazaltik lav, tufit ve mikritik kireçtaşı
			Çakraz	~ 500		PTç: Çakıtaşı, kumtaşı, çamurtaşı
			Yılanlı	100-150		DCy: Dolomitik kireçtaşı, dolomit
			Ereğli	400-500		ODe: Kireçtaşı ara seviyeli şeyl-kumtaşı
			Kurtköy	~ 1500		Ok: Çamurtaşı, silttaşı, çakıtaşı ara seviyeli kumtaşı
			Kocatöngel	800-1000		Oko: Kumtaşı araseviyeli silisli çamurtaşı
			PEy: Temel			PEy: Granit, amfibolit, migmatit, mermer ve sist

Şekil 3. Düzce havzasının genelleştirilmiş dikme kesiti [4]

2.2. İnceleme Alanının Jeolojisi ve Hidrojeolojisi

İnceleme alanında jeolojik birim (Qal) ile temsil edilir. Alüvyon (Qal), akarsu

yataklarında, eski çukurlar üzerine gelişmiş düz alanlardaki çakıl, kum, çamur çökeltileridir. (Şekil 4).

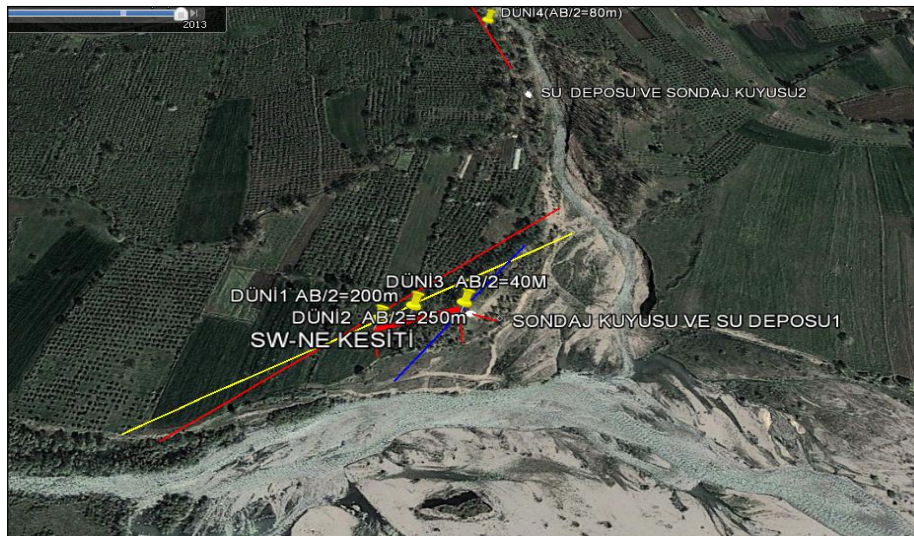


Şekil 4. Alüvyon zemin

İnceleme alanı Düzce ili, Merkezi ilçesi, Yörükler Köyü sınırları içerisinde Küçük Melen Çayı yatağı ile Kemerkasım köyünden gelen derenin kenarında yer almaktadır. Düzce Üniversitesi içme ve kullanma suyu için bu yatak kenarında 2 adet sondaj kuyusu mevcuttur. Bu kuyular hakkında resmi bir bilgi edinilememekle beraber sondaj kuyuları 35-40 metre aralığında olduğu bilgisi verilmiştir. Melen yatağı çakıl ocağının kenarında olmasından dolayı çakıl alımı nedeniyle yatak derinleşmiş çayın suyu ölçüm noktasından yaklaşık 12 metre aşağıya düşmüştür. Bu nedenle inceleme alanında yüzey suyu derinliği 12 metredir.

3. Metot

Yapılan etüde doğru akımla çalışan DSİ



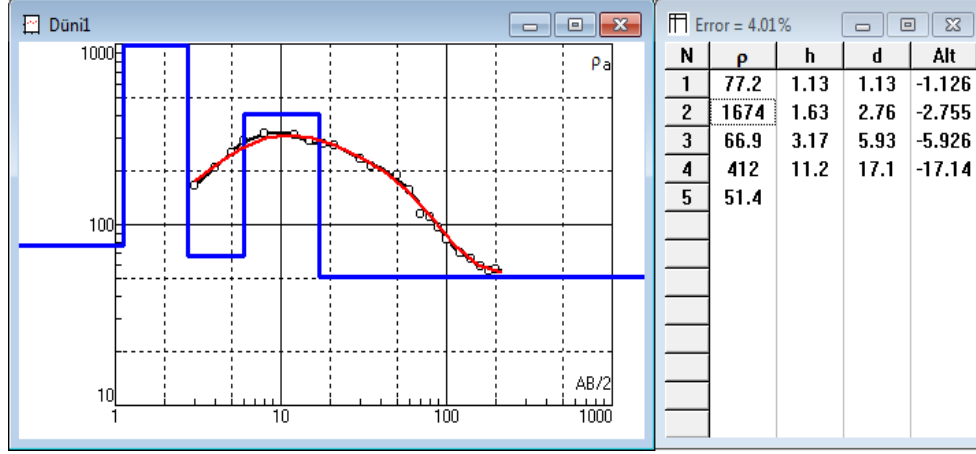
Şekil 5. Düşey elektrik sondaj yönteminin ölçeksiz arazi uygulaması

jeofizik laboratuvarı yapımı Derin açılımlı 203A Rezistivite aleti kullanılmıştır. Alıcı ve verici üniteleri ayrı ayrıdır. Verici ünitesi gerekli beslenme 12 voltluk aküden almaktadır. Vericinin çıkış akımı 0-500mA olup çıkış gücü 100 watttır. Alıcı ünitesi 2 potansiyel elektrodu arasındaki potansiyel farkı ölçer. Alıcı 3x9 voltluk pillerle beslenmektedir. 9 voltluk pillerden biri göstergeyi, diğer ikisi ise sistemi beslemektedir. Alıcının çalışma frekansı 0,5 Hz'dir. Elektrikli sondaj ölçümleri Schlumberger diziliminde $AB/2=40-250$ metre aralığında seçilmiştir. Schlumberger diziliminde akım elektrotları ile potansiyel elektrotları arasındaki uzaklık MN/AB diğer elektrot dizilimlerine göre çok küçük olduğundan yanal süreksizlikler karşı duyarlılığı az olan ve derin etüt çalışmalarında kullanılan bir elektrot sistemidir. Bu sistem orta noktaya göre simetriktir. Akım AB/2 kadar iner. Arazi çalışmaları bilgisayar ortamında değerlendirilmiştir. DES çalışmalarının arazi uygulaması aşağıda sunulmuştur. Düni1, Düni2 ve Düni3 ölçümleri kuzey doğu – güney batı yönlü Düni4 ölçümü kuzey batı güney doğu yönlü alınmıştır (Şekil 5).

3.1. Düşey Elektrik Sondaj Yönteminin Değerlendirmesi

3.1.1. Dünil Verilerinin Değerlendirilmesi

İnceleme alanında Dünil noktasının ölçü karnesi, arazi eğrisi, ölçülen tabaka kalınlıkları (h) ve öz direnç (ρ) değerleri sunulmuştur (Çizelge 1) (Şekil 6).



Şekil 6. Dünil noktasının arazi eğrisi ölçülen tabaka kalınlıkları (h) ve öz direnç (ρ) değerleri

Çizelge 1. Dünil noktası ölçü karnesi

ADI ADRES	Düzce Üni.		NO: Dünil		ENL/BOY	40°53.550'K	31°11.508'E	
	AB/2	MN/2	K	I	ATT	RAKIM	162 m	
						VER	OKU	ROA
	3	1	12,56	100	1000	4	104	163
	4	1	23,55	100	1000	4	70	206
	5	1	37,68	100	1000	5	66	249
	6	1	54,95	100	1000	5	53	291
	8	1	98,91	100	1000	8	52	321
	12	1	224,51	100	100	2	56	314
	15	1	351,68	100	100	5	82	288
	18	1	507,11	100	100	6	66	279
	21	1	690,80	100	100	7	56	276
	30	1	1411,43	100	10	2	65	229
	35	1	1921,68	100	10	3	66	211
	50	10	376,80	100	100	7	70	188
	60	10	549,50	100	100	10	56	154
	70	10	753,60	100	10	2	61	115
	80	20	471,00	100	10	2	94	111
	90	20	604,45	100	10	3	96	97
	100	20	753,60	100	10	4	87	82
	120	20	1099,00	100	10	4	51	70
	140	20	1507,20	100	10	7	60	65
	160	20	1978,20	100	10	9	54	59
	180	20	2512,00	100	10	10	44	55
	200	20	3108,60	100	1	2	72	56

Dünil noktasının gerçek öz direnç değerleri; 0,00-1.13 metre arası çakıllı siltli killi zemin (77.2 Ω m) (geçirimsiz

zemin), 1.13-2.76 metre arası kuru blok çakıl (1674 Ω m) (yarı geçirimli), 2.76-5.93 metre arası çakıllı siltli killi zemin

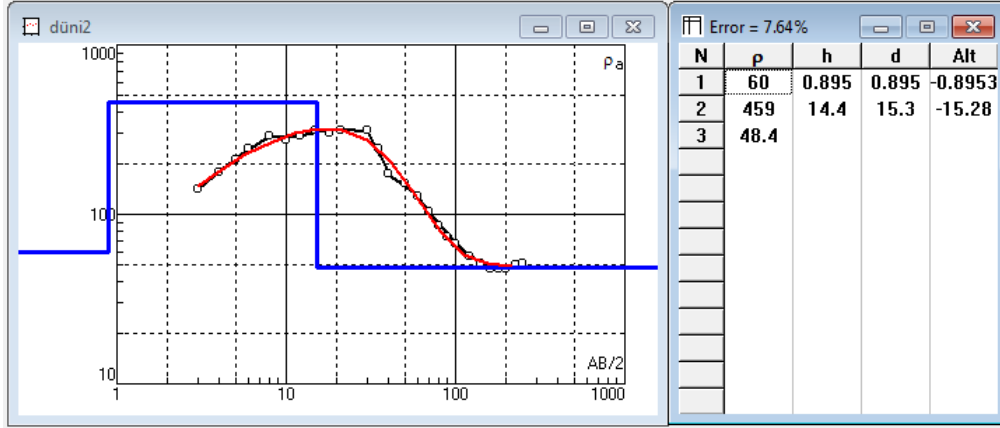
(66.9.2 Ω m), 5.93-17.1 metre arası sulu kumlu çakıl (239 Ω m) (geçirimli), 17.1 metreden sonra sulu çakıllı kumlu zemin (51.4 Ω m) (geçirimli) olarak yorumlanmıştır.

Düni1 noktasının görünür öz direnç değerleri; 12-160 metre aralığı suyu taşıyabilecek geçirimli kumlu çakıllı zemin olarak değerlendirilmiştir. 160

metre sonrası kumlu kil olarak yorumlanmıştır.

3.1.2. Düni2 Verilerinin Değerlendirilmesi

İnceleme alanında Düni2 noktasının ölçü karnesi, arazi eğrisi, ölçülen tabaka kalınlıkları (h) ve öz direnç (ρ) değerleri sunulmuştur (Çizelge 2) (Şekil 7).



Şekil 7. Düni2 noktasının arazi karnesi, ölçülen tabaka kalınlıkları (h) ve öz direnç (ρ) değerleri

Çizelge 2. Düni2 noktası ölçü karnesi

ADI	Düzce Üni.		NO: Düni2		ENL/BOY	40°053.542'K	31°011.403'E
ADRES	MN/2	K	I	ATT	RAKIM	160 m	
AB/2	MN/2	K	I	ATT	VER	OKU	ROA
3	1	12,56	100	1000	3	67	140
4	1	23,55	100	1000	4	60	177
5	1	37,68	100	1000	6	67	210
6	1	54,95	100	1000	6	53	243
8	1	98,91	100	1000	10	59	292
10	1	155,43	100	100	2	71	276
12	1	224,51	100	100	3	78	292
15	1	351,68	100	100	4	71	312
18	1	507,11	100	100	6	72	304
21	1	690,80	100	100	7	64	316
30	1	1411,43	100	10	2	88	311
35	1	1921,68	100	10	3	88	282
35	10	176,63	100	100	3	71	209
40	10	235,50	100	100	4	59	174
50	10	376,80	100	100	8	64	151
60	10	549,50	100	100	10	47	129
70	10	753,60	100	10	3	82	103

80	10	989,10	100	10	3	54	89
80	20	471,00	100	10	3	106	83
90	20	604,45	100	10	3	73	74
100	20	753,60	100	10	4	71	67
120	20	1099,00	100	10	5	52	57
140	20	1507,20	100	10	7	47	51
160	20	1978,20	100	10	9	44	48
180	20	2512,00	100	1	2	77	48
200	20	3108,60	100	1	3	92	48
225	20	3942,66	100	1	3	76	50
250	20	4874,85	100	1	3	63	51

Düni2 noktasının gerçek özdirenç değerleri; 0,00-0.90 metre arası kumlu killi zemin (60 Ω m) (az geçirimli zemin), 0,90-15,3 metre arası kuru kumlu blok çakıl (459 Ω m) (yarı geçirimli) 15.3metreden sonra çakıllı sulu siltli kum (48.4 Ω m) (geçirimli) olarak yorumlanmıştır.

Düni1 noktasının gerçek özdirenç değerleri; 12-160 metre aralığı suyu taşıyabilecek geçirimli kumlu çakıllı zemin olarak değerlendirilmiştir. 160 metre sonrası kumlu kil olarak

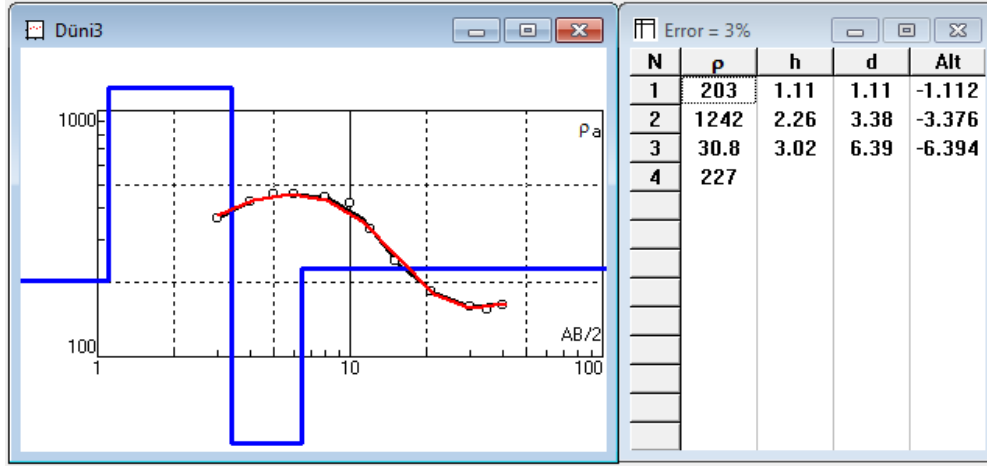
yorumlanmıştır.

3.1.3. Düni3 Verilerinin Değerlendirilmesi

Düni3 noktasının ölçü karnesi, arazi eğrisi, ölçülen tabaka kalınlıkları ve ohmaj değerleri ve görünür ve gerçek özdirenç kesiti sunulmuştur (Çizelge 3) (Şekil 8). Düni3 noktasında yeterli açılım alanı olmadığından açılım kısa tutulmuştur.

Çizelge 3. Düni3 noktası ölçüm karnesi

ADI	Düzce Üni.		NO: Düni3		ENL/BOY	40°053.542'K	31°011.513'E
	ADRES				RAKIM	165 m	
AB/2	MN/2	K	I	ATT	VER	OKU	ROA
3	1	12,56	100	1000	1	58	364
4	1	23,55	100	1000	2	72	424
5	1	37,68	100	1000	3	73	458
6	1	54,95	100	1000	3	50	458
8	1	98,91	100	1000	5	45	445
10	1	155,43	100	1000	10	54	420
12	1	224,51	100	100	2	59	331
15	1	351,68	100	100	4	56	246
21	1	690,80	100	100	9	48	184
30	1	1411,43	100	10	3	68	160
35	1	1921,68	100	10	4	65	156
40	10	235,50	100	100	4	55	162



Şekil 8. Düni3 noktasının arazi karnesi ölçülen tabaka kalınlıkları (h) ve öz direnç (p) değerleri

Düni3 noktasının gerçek öz direnç değerleri; 0,00-1.1 metre arası kumlu çakıl (203 Ω m) (az geçirimli), 1,1-3,38 metre arası kuru blok çakıl (1242 Ω m) (az geçirimli), 3,38-6.39 metre arası siltli killi kumlu zemin (30.8 Ω m) (yarı geçirimli), 6,39-40 metre arası yer yer kumlu sulu iri çakıllı zemin (227 Ω m) (geçirimli) olarak yorumlanmıştır.

İnceleme alanının görünür öz direnç değerleri; 10-40 metre aralığı suyu taşıyabilecek geçirimli kumlu çakıllı zeminde alınan su miktarı yazın yaklaşık 5lt/sn, kışın ise yaklaşık

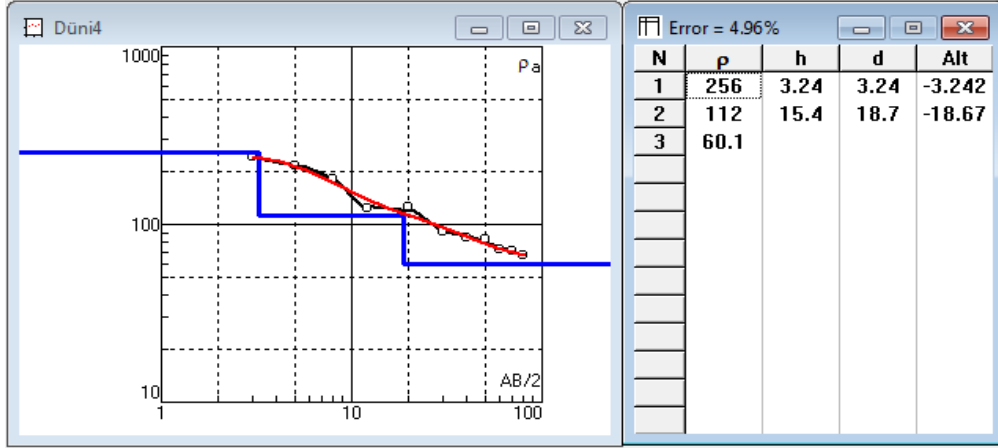
10litre/sn'dir. Düni3 noktası Düzce Üniversitesi'nin genel su ihtiyacının büyük bir miktarını karşılamaktadır.

3.1.4. Düni4 Verilerinin Değerlendirilmesi

İnceleme alanında Düni4 noktasının ölçü karnesi, arazi eğrisi, ölçülen tabaka kalınlıkları ve ohmaj değerleri ve görünür ve gerçek öz direnç kesiti sunulmuştur (Çizelge 4) (Şekil 9). Düni4 noktasında yeterli açılım alanı olmadığından açılım kısa tutulmuştur.

Çizelge 4. Düni4 noktası ölçüm değerleri

ADI	Düzce Üni.		NO: Düni4		ENL/BOY	40°053.766'K	31°011,563'E
ADRES	MN/2	K	I	ATT	RAKIM	170 m	
AB/2	MN/2	K	I	ATT	VER	OKU	ROA
3	1	12,56	100	1000	2	76	239
5	1	37,68	100	1000	6	68	214
8	1	95,91	100	100	2	73	181
12	1	224,51	100	100	5	55	123
20	1	626,43	100	100	10	40	125
30	5	274,75	100	100	8	53	91
40	5	494,55	100	10	2	69	85
50	5	777,15	100	10	3	64	83
60	5	1122,55	100	10	4	52	73
70	5	1530,75	100	10	7	65	71
80	5	2001,75	100	10	7	47	67



Şekil 9. Dünü4 noktasının arazi karnesi ölçülen tabaka kalınlıkları (h) ve özdirenç (ρ) değerleri

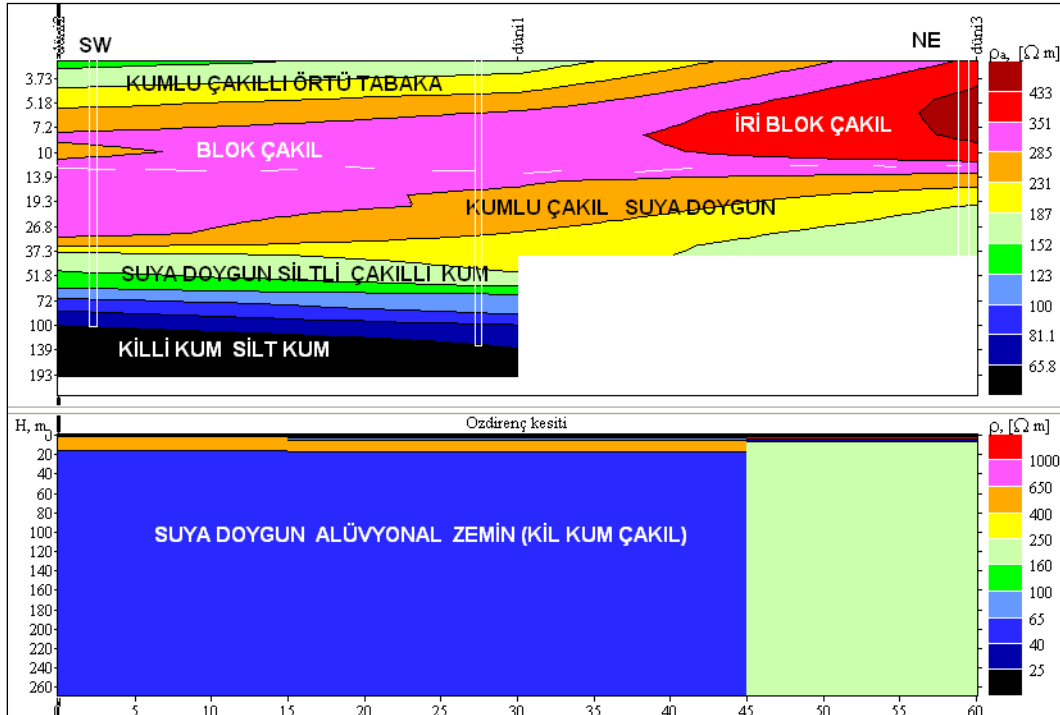
Dünü4 noktasının gerçek özdirenç değerleri; 0,00-3.24 metre arası yer yer kumlu killi çakıllı zemin (256 Ωm) (yarı geçirimli), 3.24-18.7m arası yer yer çakıllı killi sulu kumlu zemin (112 Ωm) (geçirimli), 18.6 metreden sonra sulu çakıllı siltli kumlu zemin (60.1 Ωm) (geçirimli) olarak bulunmuştur.

Dünü4 noktasının görünür özdirenç değerleri; 8-80 metre aralığı suyu

taşıyabilecek geçirimli kumlu çakıllı zemin olarak yorumlanmıştır.

3.1.5. Görünür ve Gerçek Özdirenç Kesitlerinin Yorumlanması

Dünü1, Dünü2 ve Dünü3 noktaları birbirine çok yakın olması(yaklaşık 30m) nedeniyle birleştirilerek görünür ve gerçek özdirenç kesiti oluşturulmuştur (Şekil 10).



Şekil 10. Dünü1, Dünü2, Dünü3 noktalarının görünür ve gerçek özdirenç kesitleri (ölçeksiz)

DES verilerinden elde edilen ortamın yer altı kesiti ortalama üstte özdirenci 60-256 Ωm arasında değişen örtü tabakası ile onun altında özdirenci 112-1695 Ωm arasında değer alan kuru kumlu iri blok çakıl tabakası ve en altta ise özdirenci 48-60 Ωm arasında değişen siltli kumlu zemin olarak yorumlanmıştır. Alanda yapılan su sondajların yaklaşık 40 metrede kumlu çakıllı zeminlerin bitiminde kesildiği bu derinlikten yaklaşık 5-10litre/sn su verimi elde edilmektedir. Sondaj derinliğinin suya doymuş siltli çakıllı kumun olduğu zemine kadar 110(\pm 10) metrelik bir sondaj yapılması durumunda mevcut su miktarının iki katına çıkabileceği kanaatine varılmıştır. Düni4 noktası diğer noktalara 400 metre uzak olması nedeniyle kesite eklenmemiştir.

4. Sonuç ve Öneriler

Düzce İli, Merkez İlçesi, Yörükler Köyü'nde, Düzce Üniversitesi Yerleşkesi sınırları dışarısında, Küçük Melen Çayı yatağı kenarında, Üniversitenin artan nüfusuna oranla içme ve kullanma suyunun yetersiz kalması nedeniyle Düzce Üniversitesinin içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılayan kuyular ve çevresinde Düni1(AB/2=200m), Düni2 (AB/2=250m), Düni3 (AB/2=40m) ve Düni4 (AB/2=80m) noktalarında yapılan 4 adet düşey elektrik sondaj çalışması ile yer altı tabakalarının kalınlık ve özdirenci değerlerinin belirlenmesi, alanının hidrojeolojik özelliklerinin belirlenmesi ve olası yeraltı suyu bulunduran formasyon profilinin çıkartılması, çalışma alanında su alınacak uygun kuyu yerlerinin tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır.

Düni1 ve Düni2 noktalarında 12-160 m aralığı suyu taşıyabilecek geçirimli kumlu çakıllı zemin olarak

yorumlanmıştır. Düni3 noktası 12-40 m aralığı geçirimli kumlu iri blok çakıllı zemin olarak yorumlanmıştır. Bu nokta Düzce Üniversitesi'nin genel su ihtiyacının büyük bir miktarını karşılamaktadır (5-10litre/s). Bu nedenle bu noktada derin sondaj uygun görülmemiştir.

Düni3 noktasındaki su kuyusunun debisinin düşmesinin en önemli dört faktörü, iklimsel değişim, melen çayının yatağının çakıl ocağı vasıtasıyla 12 m derine çekilmesi, mevcut hatta kaçakların olması ve pompaj sisteminin bakımlarının yapılmaması olarak değerlendirilmiştir. Mevcut hatta kaçakların düzenli olarak kontrol edilmesi ve pompaj sisteminin yıllık bakımlarının yapılması önerilir.

Düni4 noktası 8-80 m aralığı suyu taşıyabilecek kumlu çakıllı zemin olarak yorumlanmıştır. Bu noktanın yaklaşık 100 m güneyinde Düzce Üniversitesi'nin genel su ihtiyacının büyük bir miktarını karşılamaktadır (5-10litre/s).

Düni1, Düni2 ve Düni3 verilerinden elde edilen ortamın yer altı kesiti, ortalama üstte özdirenci 60-256 Ωm arasında değişen örtü tabakası ile onun altında özdirenci 112-1695 Ωm arasında değer alan kuru kumlu iri blok çakıl tabakası ve en altta ise özdirenci 48-60 Ωm arasında değişen siltli kumlu zemin olarak yorumlanmıştır. Alanda yapılan su sondajların yaklaşık 40 metrede kumlu çakıllı zeminlerin bitiminde kesildiği bu derinlikten yaklaşık 5-10litre/sn su verimi elde edildiği bilinmektedir. Sondaj derinliği artırılması durumunda suya doymuş siltli kumlu akifer olarak yorumlanan 40-110 metre aralığından da su alınabileceği kanaatine varılmıştır. Düni1 ve Düni2 noktaları veya arasında Sondaj derinliğinin 110(\pm 10) metre yapılması durumunda mevcut su

miktarının iki katına çıkabileceği kanaatine varılmıştır.

Arazide elde edilen kesitlere göre su sondaj kuyusunun açılacak yeni kuyu nedeniyle eski kuyunun veriminin düşme olasılığı çok yüksektir. Bu durum göz önüne alınarak Melen çayı yatağı boyunca doğu batı yönlü başka bir nokta seçimine gidilmesi düşünülebilir.

Alanda ilk 0.00-25.00 m aralığı iri blok çakıllı olması nedeniyle, en azından sondaj başlangıcının muhafaza borulu şekilde gidilmesine önem gösterilmelidir.

İnceleme alanı için önerilen Sondaj makinesi türü rotary makine sistemidir. En az 17,5 cm'lik delik çapı ile 110(±10m) metrelik su sondajı yapılması en az Ø=140 mm'lik P.V.C sondaj borusu kullanılması 7/15 filtre malzeme ile çakıllama yapılması ve gerekli kuyu temizliğinin sağlanması önerilir.

5. Teşekkür

Çalışmaya katkı sunan başta Deniz AKKURT ve Cemil ACAR olmak üzere İnşaat Daire Başkanlığı çalışanlarına teşekkür ederiz.

6. Kaynaklar

[1] Ariyo, S.O. Oduwole, M.O and Mosuro, G.O., (2003). "Hydro-geophysical evaluation of groundwater potentials of Awa-lieu. Southwestern Nigeria". Journal of the Nigeria Association of Ktydrogeologist (NAH) vol. 14, pp 31-36.

[2] Carruthers. R.M., (1985). "Reviews of geophysical techniques for groundwater evaporation in crystalline

basement terrain". British Geological Survey Report. NORGRG 85/3.

[3] Emenike, E.A., (2001). "Geophysical exploration for groundwater in a Sedimentary Environment". A case study from Nanka över Nanka Formation in Anambra Basin, SouTheastern Nigeria. Global Journal of Püre and Applied Sciences Vol. 7, No 1 pp 1-11.

[4] M.T.A Genel Müdürlüğü ve Ankara Üniversitesi (A.U), (1999), "17 Ağustos 1999 Depremi Sonrası Düzce (Bolu) İlçesi Alternatif Yerleşim Alanlarının Jeolojik İncelenmesi", TÜBİTAK Yer Deniz Atmosfer Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu Raporu 59s.

[5] Şaroğlu, F., Emre, Ö., Kuşçu, İ., (1992). "Türkiye Diri Fay Haritası", MTA Genel Müdürlüğü, Ankara

[6] Olayinka, A.I and Mbachl C.N.C. (1992). "A technique for The interpretation of electrical sounding from crystalline basement Areas of Nigeria", Journal of Mining and Geology vol. 27. pp 63-69.

[7] Olorunnivo, M.A and Olorunfemi. M.O, (1987). "Geophysical investigation for groundwater in Precambrian terrain, a case history from İkarç", Southwestern Nigeria, Journal of African Earth Sciences 6. pp 787-796.

[8] Özmen, B., (2000). "Düzce Bolu Bölgesinin Jeolojisi, Diri Fayları ve Hasar yapan Depremleri", Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem araştırma Dairesi, Ankara