

ERZURUM İLİNDE JEOLJİK VE JEOTEKNİK ÇALIŞMALAR İLE ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVAR SONUÇLARININ TEK ELDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Murat ALTUNDAĞ¹, Ünal İNCİ², Ömer Lütfü AYDIN³, Mehmet Alper ÖZCAN⁴, Ahmet BUĞA⁵, Resul AYYILDIZ⁶

¹Yüksek Harita Mühendisi, Erzurum Büyükşehir Belediyesi Başkanlığı, Genel Sekreter Yardımcısı, Erzurum, muraltundag44@gmail.com

²İnşaat Mühendisi, Erzurum Büyükşehir Belediyesi, Kentsel Dönüşüm Daire Başkanlığı, Erzurum, unalinci25@hotmail.com

³Yüksek Jeofizik Mühendisi, Erzurum Büyükşehir Belediyesi, İklim Değişikliği ve Sıfır Atık Şube Müdürlüğü, Erzurum, omerlutfuaydin@gmail.com

⁴Yüksek Harita Mühendisi, Erzurum Büyükşehir Belediyesi, Kentsel Dönüşüm Daire Başkanlığı, Erzurum, m.alperozcan@gmail.com

⁵Harita Mühendisi, Erzurum Büyükşehir Belediyesi, Kentsel Dönüşüm Daire Başkanlığı, Erzurum, ahmetbuga25@gmail.com

⁶Şehir Plancısı, Erzurum Büyükşehir Belediyesi, İmar ve Şehircilik Daire Başkanlığı, Erzurum, resulayyildiz25@gmail.com

ÖZET

Ülkemiz sınırlarında plaka tektoniği kuramının ortaya koyduğu hareketler aktif olarak gözlenmektedir. Ülkemizin en doğusundan batısına Kuzey Anadolu Fay Zonu, Doğusundan Güneyine Doğu Anadolu Fay Zonu ve Batısının tamamını kaplayacak düzeyde Batı Anadolu Fay Hattı mühendislik yapılarımızı tehdit eden unsurlardır. Bu bağlamda, ülkemizde yapılacak olan inşai faaliyetleri güvenilir kılmak için son yüz yılda, 10 adet Bina ve Deprem Yönetmeliği yayımlanmıştır. Bunların yanı sıra imar planı hazırlanacak olan bölgelerde, temel jeolojik değerlerin elde edilmesine dair birçok yönergede yürürlüğe girmiştir. Kamu kurum kuruluşları, özel sektör ve vatandaşlarımız hazırladıkları projeler öncesinde farklı ölçeklerde olmak üzere imar planlarına esas ve ruhsata esas olmak üzere jeolojik jeoteknik etüt raporu hazırlamaktadırlar. Bu etüt raporları içerisinde yüzlerce zemin mekaniği testi ve sonucu bulunmaktadır. Ancak bu sonuçlar sadece etütün sınırlı olduğu alanı ifade edecek cinsten olmaktadır. Jeolojik etütler haritalandırılırken genelde en küçük kareler yöntemi ile ifade edildiğinden veri seti sayısı ne kadar artar ise çalışmanın güvenilirliği ve ayrıntısı da o denli artar. Münferit olarak hazırlanan tüm etütlerin içeriği genelde hep aynı deneyleri içerdiğinden hepsinin tek bir sistemden yönetilmesi daha güvenilir veri sonuçları elde etmemizi sağlayacaktır. Ayrıca günümüzde jeolojik etütlerin hazırlanması yüksek maliyetli bir proje öncesi hazırlığı ifade etmektedir. Tüm verilerin tek bir sistemden kontrol edilebilmesi mükerrer test sayısını azaltacağı gibi ilgilileri sisteme giriş yaparak nokta bazlı olarak hazırlanan testleri ve sonuçlarına da ulaşabileceklerdir.

Anahtar Sözcükler: Jeolojik Etüt, Coğrafi Bilgi Sistemi, Zemin Mekaniği Testleri

ONE-STOP EVALUATION OF GEOLOGICAL AND GEOTECHNICAL STUDIES AND SOIL MECHANICS LABORATORY RESULTS IN ERZURUM PROVINCE

ABSTRACT

The movements revealed by the plate tectonics theory are actively observed on the borders of our country. The North Anatolian Fault Zone from the east to the west, the East Anatolian Fault Zone from the east to the south, and the West Anatolian Fault Line at a level covering the entire West of our country are the factors threatening our engineering structures. In this context, 10 Building and Earthquake Regulations have been published in the last hundred years in order to make the construction activities to be carried out in our country reliable. In addition to these, many directives regarding the acquisition of basic geological values have been put into effect in the regions where the zoning plan will be prepared. Before the projects they prepare, public institutions organizations, the private sector, and our citizens prepare geological geotechnical survey reports at different scales, as a basis for zoning plans and as a basis for license. These study reports contain hundreds of soil mechanics tests and results. However, these results are such that they only express the area where the study is limited. Since geological surveys are generally expressed with the least squares method when mapping, the higher the number of data sets, the higher the reliability and detail of the study. Since the content of all individually prepared studies usually includes the same experiments, managing all of them from a single system will enable us to obtain more reliable data results. In addition, today, the preparation of geological studies represents a high-cost pre-project preparation. Being able to control all data from a single system will reduce the number of repetitive tests, and those concerned will also be able to access the tests and results prepared on the basis of entry to the system.

Keywords: Geological Survey, Geographic Information System, Soil Mechanics Tests

1. GİRİŞ

Erzurum İl İdari Sınırları 1/25.000 ölçekli 219 adet paftadan oluşan 2.311.560 Hektar alanı kapsayan ülkemiz dördüncü büyük şehridir. Bu bağlamda yapılacak olan belediyeçilik çalışmalarında konumsal bilgiye ihtiyaç ve veri setlerinin tek elden takibi büyük önem arz etmektedir. Aktif tektonik hareket kuşağının en önemli noktasında yer alan Erzurum, ülkemizin en büyük iki fakı Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fayının kesişim noktasının 55 km kuzeyinde yer almaktadır. Bu durum şehircilik çalışmalarında ve ruhsat aşamasından önce hazırlanması gereken etütler noktasında çok hassas ve özenli çalışmayı gerektirmektedir. Ülkemiz bu konuda son on yılda, Zelzele Mıntıklarında Yapılacak Olan İnşaatlara Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi, 1944; Zelzele Mıntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi, 1949; Yer Sarsıntı Bölgelerinde Yapılacak Olan Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1953; Afet Bölgelerinde Yapılacak Olan Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1962; Afet Bölgelerinde Yapılacak Olan İnşaatlar Hakkında Yönetmelik, 1968; Afet Bölgelerinde Yapılacak Olan Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1975; Afet Bölgelerinde Yapılacak Olan Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1998; Depren Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, 2007; Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, 2018 sırası ile yayımlanmıştır. Bu yönetmeliklerin kamu kurum ve kuruluşlarına verdiği ödevler doğrultusunda ülkemizde 1/25000 ölçekli Nazım İmar Planları öncesinde; 1/25000 ölçekli Arazi Kullanımına Esas Jeolojik Jeoteknik Etüt, 1/5000 ölçekli Nazım İmar Planı öncesinde 1/5000 ölçekli Nazım İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, 1/1000 ölçekli Uygulama İmar Planına Esas 1/1000 ölçekli Mikrobölgeleme Etüt Raporu ve son olarak ruhsat öncesi Parsele Esas Zemin Etüt Raporu hazırlanmaktadır.

Bu etüt raporları içerisinde alanın jeolojisi, morfolojisi ve tektoniğinin tanımı sonrasında fiziki testler ve sonuçlarını barındırmakta bunlara bağlı olarak da inşai faaliyetlerde ve şehircilik çalışmalarında kullanılabilecek zemin sonuçları elde edilmektedir. Elde edilen tüm sonuçlar kendi raporu duvarları içerisinde kalmakta ve bir başka plan raporuna etki edememektedir. Günümüz itibarı ile revizyonları ile beraber 82 adet imar planına esas, 437 adet mevzi imar planı ile 612 adet ruhsata esas zemin etüdü ilimiz sınırlarına yapılarak sonuçlandırılmıştır. Hazırlanan Coğrafi Bilgi Sistemi tabanlı uygulama ile her birini il idari sınırları duvarı içerisinde görerek inceleyerek tek bir parça etüt halinde incelememizi ve sonuçlarını irdelememizi sağlayacak program ile mükerrer etütlerin önüne geçilirken; sonuçların güvenilirliği ile birbiri arasındaki korelasyonu daha iyi yapabileceğimiz, anlayabileceğimiz ve işleyebileceğimiz bir hale evirtiyoruz.

2. UYGULAMA

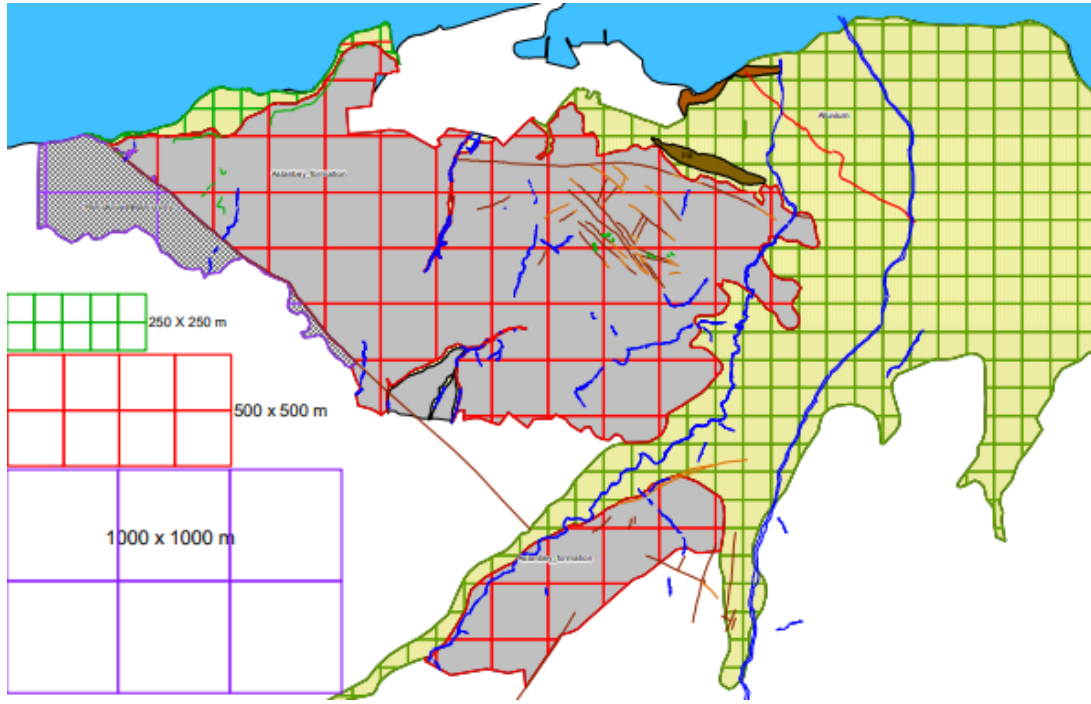
Bina ve bina türü yapıların tasarım, projelendirme, inşaa ve denetimi için yapılması zorunlu olan zemin ve temel etütlerinin planlaması, arazi araştırmaları ve laboratuvar çalışmalarının yapılması, sahada karşılaşılan zemin birimlerinin (zemin ve/veya kaya) mühendislik özellikleri ile yeraltı suyuna ilişkin verilerin toplanması, yerel deprem etkilerinin belirlenmesi ve elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda zemin ve temel etüt raporlarının hazırlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemiz mevcut mevzuat hükümleri kapsamında bir alanın fiziksel zemin parametrelerinin ortaya konması için bazı kriterlere göre etüt formatı belirlenmektedir. Bunların arasında nüfus, çalışma şekli, alan bütünlüğü gibi etmenler yer almaktadır.

Ek-1 Plan Kademeleri-Yerbilimsel Etütler					
Plan Kademeleri ve Ölçek		Etüt Türleri ve Uygulanacak Format			
Plan	Ölçek	1., 2. ve 3. Deprem Bölgeleri ve Nüfus ≥ 30.000 Olan Yerleşim Birimleri (A)	Uygulanacak Format (A)	Diğer Yerleşim Birimleri (4. ve 5. Deprem bölgeleri ile 1.,2. ve 3. Deprem Bölgeleri ve Nüfus <30.000 de dahil) (B)	Uygulanacak Format (B)
ÜST ÖLÇEKLİ PLANLAR					
BÖLGE PLANI	1/100.000 -1/250.000	Arazi Kullanımına Esas Jeolojik Etüt	Format-1	Arazi Kullanımına Esas Jeolojik Etüt	Format-1
METROPOLİTEN İMAR PLANI	1/50.000-1/100.000				
İL ÇEVRE DÜZENİ PLANI (İl Bütünü)	1/100.000				
ÇEVRE DÜZENİ PLANI (birden fazla havza bazında)	1/100.000				
ÇEVRE DÜZENİ PLANI	1/25.000 -				
İMAR PLANLARI					
NAZIM İMAR PLANI (Büyükşehir Belediyelerince hazırlanacak)	1/25.000	Arazi Kullanımına Esas Jeolojik Etüt	Format-1	Arazi Kullanımına Esas Jeolojik Etüt	Format -1
NAZIM İMAR PLANI	1/5.000	Jeolojik- Jeoteknik Etüt	Format -3	Jeolojik- Jeoteknik Etüt	Format -3
		Mikrobölgeleme Etüdü (Belde vb yerleşimlerin Revize Çalışmalarında)	Format -4	Mikrobölgeleme Etüdü	Format -4
UYGULAMA İMAR PLANI	1/1.000	Jeolojik- Jeoteknik Etüt	Format -3	Jeolojik- Jeoteknik Etüt	Format -3
		Mikrobölgeleme Etüdü (Belde vb yerleşimlerin Revize Çalışmalarında)	Format -4	Mikrobölgeleme Etüdü	Format-4
MEVZİ İMAR PLANI	1/5.000 1/1.000	Jeolojik-Jeoteknik Etüt	Format -3	Jeolojik Etüt	Format -2
				Jeolojik- Jeoteknik Etüt	Format -3
KÖY YERLEŞME PLANI	1/5.000 1/1.000	Jeolojik-Jeoteknik Etüt (Nüfusa bakılmaksızın)	Format -3	Jeolojik Etüt	Format -2
				Jeolojik- Jeoteknik Etüt	Format -3

Tablo 1. Plan Kademeleri ve Yerbilimsel Etüt Sınıflamaları, *Afet İşleri Genel Müdürlüğü 10337 sayılı 2008 Genelgesi.*

Mikrobölgeleme çalışmaları, Coğrafi Bilgi Sistemi vasıtasıyla yapılan çalışmalar olduğundan, çalışmalar sırasında interpolasyon ve ekstrapolasyon yapılması gereken kısımlar olacaktır. Mikrobölgeleme çalışmalarında; inceleme alanı, her biri hücre olarak adlandırılan eşit alana sahip birimlere ayrılır. Bu işleme karelej (grid) adı verilir. İnceleme alanı için oluşturulan karelej, çalışmanın hassasiyetini belirleyecektir. Mikrobölgeleme haritalarının güvenilirliği zemin tabakalarının belirlenmesine ve iyi tanımlanmasına bağlıdır. Bu bilginin elde edilmesi için farklı yöntemler kullanılabilir. En ekonomik yöntem, veriyi hücre formatında toplamak ve gerekli yerlerde hücre yoğunluğunu artırmaktır. Oluşturulacak karelaja göre her bir hücre için jeolojik, jeofizik ve jeoteknik veriler toplanacaktır.

Çalışmada kullanılacak karelej, jeolojik ve topoğrafik koşulların homojenliğine, yerel zemin koşulları ve olası afet tehlikesinin büyüklüğüne bağlıdır. Karelej yoğunluğu arttıkça hassaslık yükselecek, ancak, buna bağlı olarak elde edilmesi gereken yerbilimsel veriler ile ilgili çalışmanın bütçesi de önemli oranda artacaktır. Mikrobölgeleme çalışmaları için, jeoloji ve/veya topografyaya bağlı olarak aşağıdaki hücre boyutları önerilmektedir. Hücrelerin mümkün olduğunca karesel alanlar oluşturacak boyutlara sahip olmalarına dikkat edilmelidir. Dikdörtgen alanlarda değerlendirme problemleri ortaya çıkabilir. Homojen-kaya bölgeler için 500 ya da 1000 metre hücre mesafesi önerilir. Homojen-zemin bölgeler için 250 ya da 500 metre hücre mesafesi önerilir. Homojen olmayan bölgelerde 50, 100 ya da 250 metre hücre mesafesi önerilir (Homojen olmayan bölgelerde, koşulların değişkenliği göz önüne alınarak daha yoğun, sahaya özel hücrelerin seçilmesi önerilir). Gerçekte hücre boyutlarını belirleyecek en önemli parametre, çalışmanın bütçesi olacaktır.



Şekil 1. Karelaj Örneği, Afet İşleri Genel Müdürlüğü 10337 sayılı 2008 Genelgesi.

2.1. Erzurum Büyükşehir Belediyesi Jeolojik Jeoteknik Etüt Çalışmaları

Erzurum Büyükşehir Belediyesi merkez üç ilçe (Aziziye, Palandöken, Yakutiye) ve 17 dış ilçe olmak üzere geniş bir coğrafyada hizmet veren kamu kuruluşudur. Bu vesile ile yürüttüğü çalışmalar tek elden yönetilme, değerlendirme ve gösterilebilme yeteneğine sahip olmalıdır. İlimiz genelinde İmar Planına Esas her ölçekte jeolojik jeoteknik etütleri, mikrobölgeleme etütleri ve parsel bazında zemin etütleri yapılmaktadır. Erzurum Büyükşehir Belediyesi tarafından yapılan İl Genelinde Hazırlanan Mikrobölgeleme Etüt Testleri Tablo 2.'de gösterilmiştir.

Çalışma Adı	Alan (ha)	Sondaj (adet)	Sondaj (metre)	Sismik Kırılma (adet)	MASW (adet)	Düşey Elektrik Sondaj	Mikrotremor (adet)	Paleosismoloji Çalışması	Zemin Mekanik Deneyi
Erzurum Merkez Nazım ve Uygulama İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Etüt Raporu	50,000.00	181	3620	12	62	75	150	3	3638
Uzundere İlçesi Tortum Şelalesi Koruma Amaçlı Uygulama İmar Planı Etüt Raporu	590.00	12	240	0	42	8	50	0	258
Yakutiye İlçesi Uygulama İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Etüt Raporu (I. Etap)	5,600.00	44	880	31	0	0	28	4	898
Yakutiye İlçesi Uygulama İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Etüt Raporu (II. Etap)	1,700.00	141	2820	140	140	6	140	3	2838
Aşkale Nazım ve Uygulama İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Etütü	195.00	25	500	12	8	2	15	0	518
Aziziye Nazım ve Uygulama İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Etütü	882.00	32	640	30	12	0	15	0	658
İlca Nazım ve Uygulama İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Etütü	75.00	6	120	3	3	0	3	0	138
Çat Nazım ve Uygulama İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Etütü	663.00	24	480	15	15	7	0	0	498

Hınıs Nazım ve Uygulama İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Etüdü	870.00	46	920	13	19	2	12	0	938
Horasan Nazım ve Uygulama İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Etüdü	1,350.00	22	440	10	0	0	12	0	458
İspir Nazım ve Uygulama İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Etüdü	870.00	35	700	20	0	22	20	0	718
Karaçoban Nazım ve Uygulama İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Etüdü	1,353.00	113	2260	8	71	8	119	0	2278
Karayazı Nazım ve Uygulama İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Etüdü	655.00	15	300	15	0	4	15	0	318
Köprüköy Nazım ve Uygulama İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Etüdü	917.00	55	1100	0	71	8	65	0	1118
Narman Nazım ve Uygulama İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Etüdü	662.00	42	840	0	12	6	55	0	858
Oltu Nazım ve Uygulama İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Etüdü	525.00	35	700	12	0	0	20	0	718
Palandöken Nazım ve Uygulama İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Etüdü	2,600.00	69	1380	101	0	4	101	6	1398
Pazaryolu Nazım ve Uygulama İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Etüdü	1,124.00	46	920	0	70	2	76	0	938
Şenkaya Nazım ve Uygulama İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Etüdü	405.00	75	1500	30	18	4	62	0	1518
Tekman Nazım ve Uygulama İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Etüdü	305.00	21	420	8	12	0	0	0	438
Tortum Nazım ve Uygulama İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Etüdü	4,900.00	107	2140	0	92	5	115	0	2158
Uzundere Nazım ve Uygulama İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Etüdü	2,060.00	102	2040	51	12	19	51	0	2058
TOPLAM	78.301	1.248	24.960	511	659	182	1.124	16	25.356

Tablo 2. Erzurum İl Geneline Hazırlanan Mikrobölgeleme Etüt Testleri

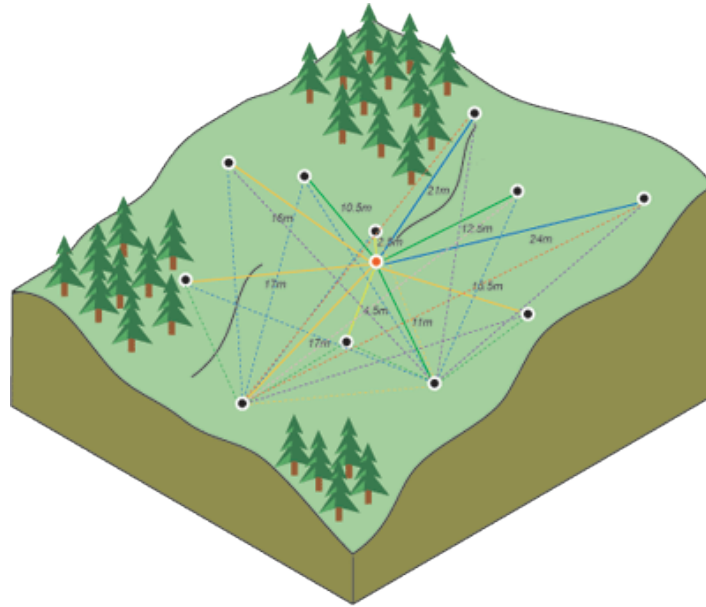
2.2. Zemin Bilgi Sistemi

CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri), özellikle son zamanlarda spatial verilerin değerlendirilmesi, görüntülenmesi ve öznetelikleri ile birlikte yorumlanabilmesi açısından vazgeçilmez bir teknoloji haline gelmiştir. Yapılan çalışmaların derlenmesi için CBS teknolojilerinden faydalanılmıştır. Bu kapsamda, verilerin derlenmesi ve tek bir veri tabanında tutularak sorgular yapılması ve verilerden anlamlı tematik haritalar üretilmesi için Zemin Bilgi Sistemi (ZEBİS) kurulmuştur. ZEBİS ile sondaj noktaları tek bir yerde toplanmış ve bu sayede sondaj noktaları uydu görüntüleri üzerinde bütünleşik olarak görüntülenebilmiştir. ZEBİS kurulabilmesi aşamasında ArcGIS Server ve ArcGIS Desktop yazılımları kullanılmıştır. Verilerin depolama aşamasında veri tabanı olarak PostgreSQL veri tabanı kullanılmıştır. PostgreSQL veri tabanı spatial uzantılı verileri depolamak ve sunabilmesi için 'PostGIS' uzantısı kullanılmaktadır. ArcGIS Desktop yazılımı üzerinde derlenen veriler ArcGIS Server yardımı ile servis edilmiş ve son kullanıcı ile yöneticilere sunulmuştur. Ayrıca ArcGIS yazılım grubunun bir özelliği olan WebMAP yayını yapılarak web üzerinde görüntülenebilen haritası üretilmiştir. Verilerin sahadan toplanabilmesi için ArcCollector uygulamasına hazırlanan uygulama açılmış ve tanımlanan alanlara sahadan veri aktarımı sağlanmıştır.

Jeolojik Etüt verileri tek tek incelendiğinde bazen anlamlı cevaplar vermezler, bu gibi etütlerin asıl gayesi inceleme alanının haritalanması esasına dayalıdır. Ölçüm alınan bir noktadan üretilen cevaplar ortam hakkında bilgi vermeyebilir bazen yanlış bilgi de verebilir. Bu gibi sorunların aşılması amacıyla birçok noktadan daha önce anlatıldığı üzere karelej yöntemi ile veriler alınarak bu veri setleri haritalandırılır. Alınan veriler GIS tabanında enlem boylam ve etüt sonucu olarak giriş yapılır ve bu veriler enterpolasyon yöntemiyle haritalandırılır.

Zemin mekanik deney sonuçları ve jeolojik jeofizik etüt sonuçlarının haritalarının üretilmesi için jeostatistiksel bir yöntem olan kriging (McBartney ve Webster, 1981; Lefhon v. diğ., 1988; Loibl v. diğ., 1994; Westenberger ve Frisvold, 1994; Ertürk v. diğ., 1995; Liu ve Rossini, 1996; Godzik, 1997; Philips v. diğ., 1997; Mulholland v. diğ., 1998; Holland v. diğ., 2000; Tayanç, 2000; Şen ve Öztopal, 2001) mekansal enterpolasyon metodu kullanılmaktadır. Jeostatik, konumsal değişkenlerin tahmin ve hesaplama problemlerinin çözümüne yönelik tekniklerin bir toplamı olarak tanımlanmaktadır (Matheron, 1971). Bu yöntem harita yapma, simülasyon ve analiz gibi çeşitli problemlerin çözülmesinde uzun zamandan beri kullanıla gelmiştir (ASCE, 1990). Jeostatistik, mekansal korelasyona dayanarak konumsal korelasyonun yapısını variogram modelleri kullanılarak göstermektedir (Clark, 1979). Veri setinin deneysel variogram modeli belirlendikten sonra hesaplanan kriging ise belirli bir bölgede veya coğrafik arazide mekansal değişimin en iyi lineer sapmasız hesaplayıcısı olarak tanımlanmıştır. Kriging, CBS ile kullanılan geleneksel enterpolasyon metotlarının birçok noksanlıklarını gidermektedir (Oliver ve Webster, 1990). Collins v. diğ., (1995) CBS'yi minimum bir hata payı ile gerçek dünyayı yansıtan verilerin ve çevresel koşulların modellenmesi için güçlü bir araç olarak sunmuşlardır.

Kriging aracı, her konum için enterpolasyon değerini belirlemek için belirli sayıda noktaya veya belirli bir yarıçap içindeki tüm noktalara matematiksel bir işlev uygular. Kriging, verilerde yersel ilişkili bir mesafe veya yön sapması olduğunu bildiğiniz zaman en uygundur yöntemdir. Genellikle toprak bilimi ve jeolojide kullanılır (URL-1.).



Şekil 2. Kriging Enterpolasyon Yöntemi (URL-1.)

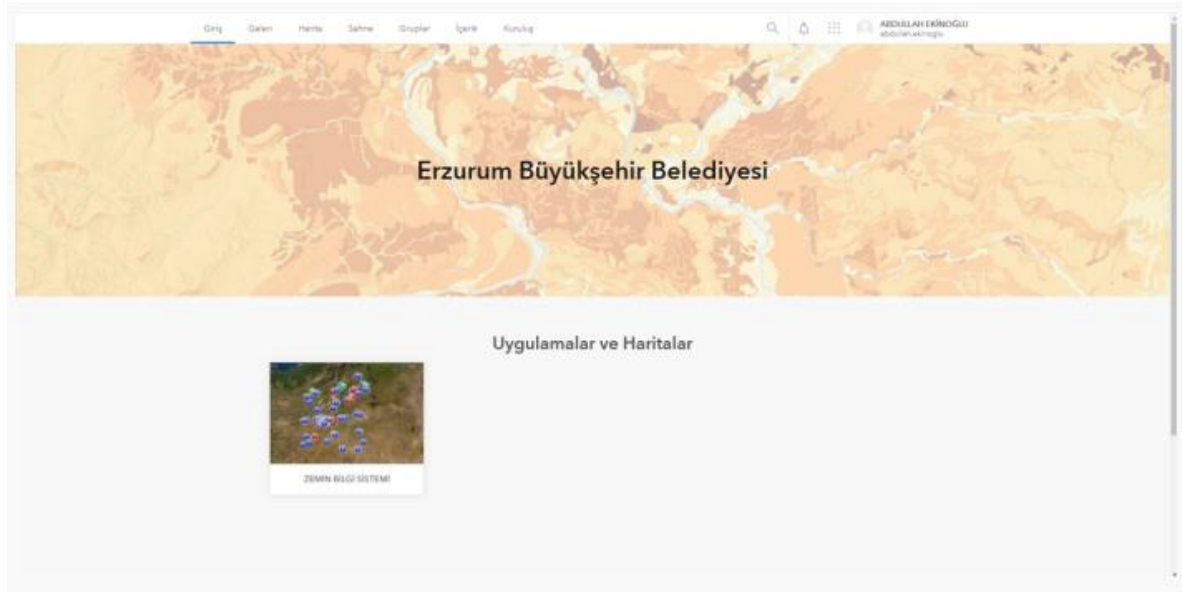
Kriging enterpolasyon yapısı itibariyle IDW (Interverse Distance Weight) enterpolasyonuna benzer. (1)'de kriging enterpolasyon yönteminin matematik modeli verilmiştir.

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(s_i) \quad (1)$$

λ_i : ağırlık değeri, Z_i : Ölçü Değeri, N : Ölçü Sayısı

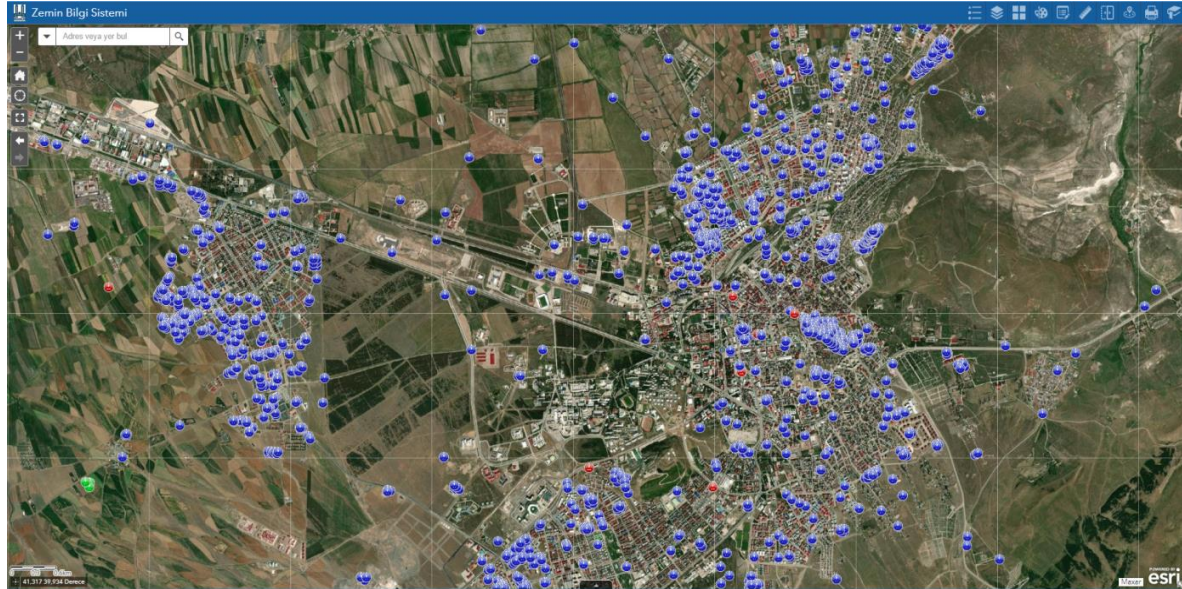
İlimiz sınırları içerisinde yapılmış olan parsel bazlı zemin etüt çalışmalarına ait verilerin bir platformda toplamak ve analizlerini yapmak için kurulan Zemin Bilgi Sistemi, sondaj verileri, deprem bilgileri, yaraltı su haritası, deprem tehlike haritası, ortofoto haritası ve toplanma alanları haritası verilerinden müteşekkildir. Ancak sisteme 30 metre derinlikte bulunan kayma dalga hızı haritası (Vs30), Zemin Hakim Titreşim Periyodu Haritası, Frekans Haritası,

Standart Penetrasyon Testi Sonuçları gibi yüzlerce veri eklenebilecek kabiliyettedir. Sistem kapsamında şuan 1055 parsel için yaklaşık 3000 sondaj noktasının verileri sisteme aktarılmış olup, veri girişi güncel olarak devam etmektedir. İl idari sınırları içerisinde yapılan tüm test ve etütler tek bir platformdan yayımlanabileceği gibi, haritalama işlemleri içinde o denli fazla bilgi yüklenebilecektir.



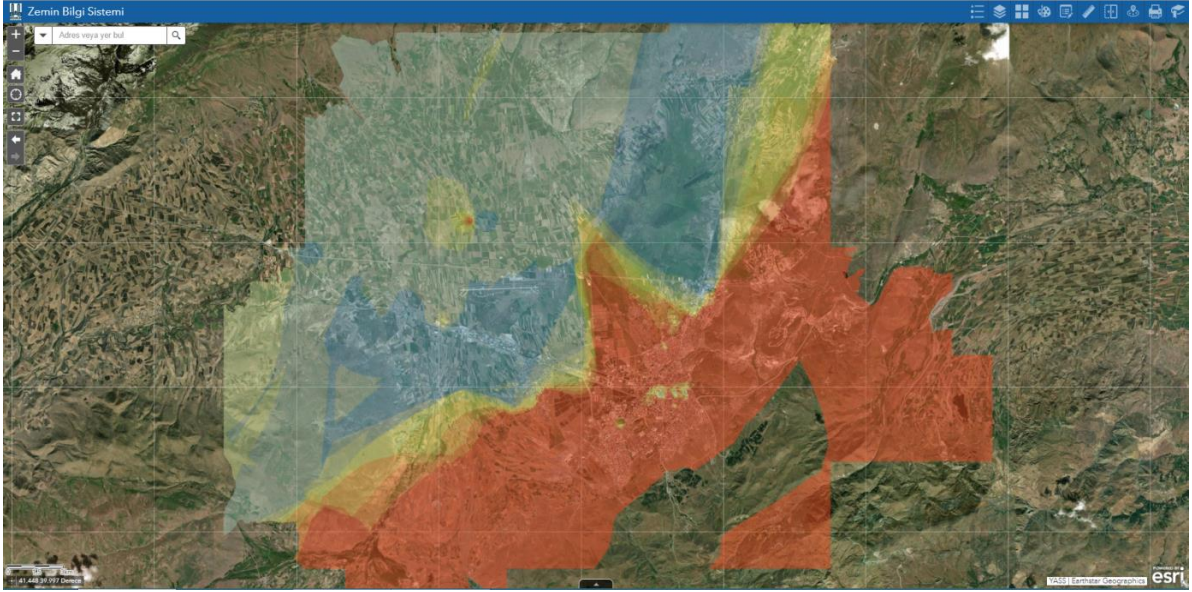
Şekil 3. Zemin Bilgi Sistemi

Başvuru esasıyla zemin mekaniği çalışmaları yapan üniversite, kamu kurum ve kuruluşları ile özel sektör temsilcileri bu verileri görebilmesi amacıyla kullanıcı adı ve şifreyle sisteme giriş yapılabilmektedir. Sistem tanımlanan öznitelik verileri üzerinden sondaj noktaları hakkında bilgi sahibi olunabilir. Sistem içerisine geçmiş yıllarda yapılmış olan imar planlarına esas jeolojik etütlerin sondaj noktalarının veri girişi sağlanmaktadır.



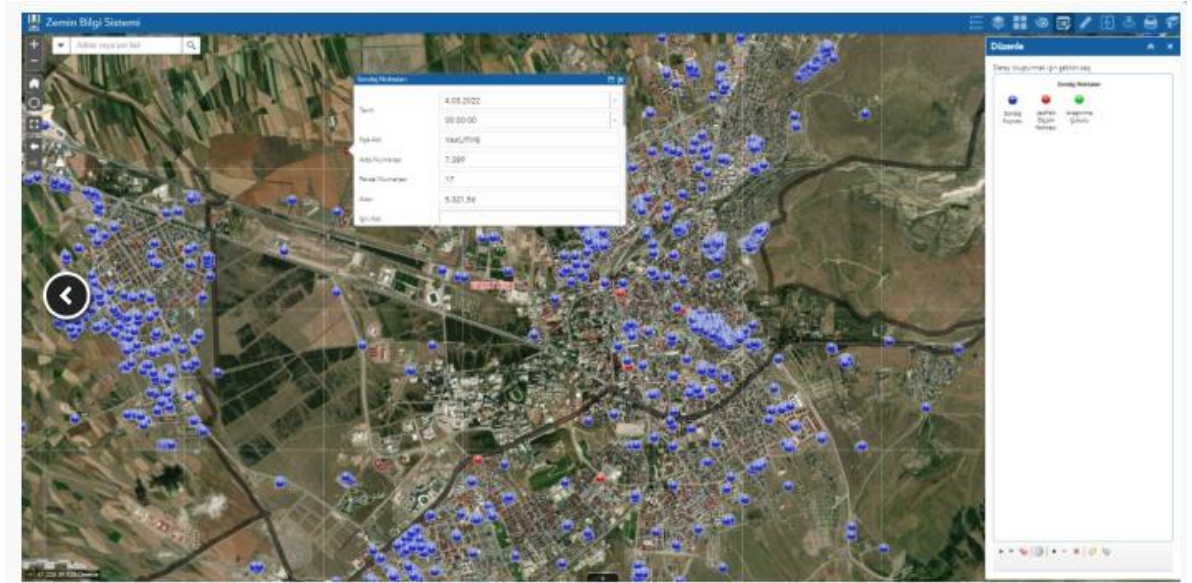
Şekil 4. Sisteme eklenen sondaj verilerinin uydu haritası ile birlikte gösterimi.

Şekil 5’de gösterimi yapıldığı üzere YASS haritası gösterilmektedir. YASS haritası yapımında sisteme girilen sondaj verilerinden faydalanılmakta olup, kriging enterpolasyon yöntemi ile YASS haritası elde edilmiştir. Bu haritaya göre Erzurum İli metropolitan bölgesinin kuzey kısımlarına doğru zemin su seviyesi yükselmekte olup, güney ve topografik olarak dağlık olan güney bölgesinde zemin su seviyesi düşmektedir. Bu harita her bir sondajın eklenmesi ile kriging metodu ile yeniden hesaplanmaktadır. Ayrıca her bir yeni sondajın diğer sondajlar ile tutarlı veya tutarsız olduğu da harita üzerinden takip edilebilmektedir.



Şekil 5. Yer Altı Su Seviyesi (YASS) Haritası gösterimi.

Şekil 6'da gösterimi yapıldığı üzere eklenen noktalara farklı açıklama ve öznitelik bilgileri de eklenebilmektedir. Bu araştırmacıya binlerce sayfa etüt raporu içerisinde olan bilgilere çok kısa bir sürede ve inovatif bir yaklaşımla ulaşmasını sağlayabilmektedir.



Şekil 6. Öznitelik bilgilerinin gösterimi.

3. SONUÇ

Bu bildiri Erzurum Büyükşehir Belediyesi personelleri tarafından hayata geçirilen Zemin Bilgi Sistemi ve şehrimize kazanımlarını ifade etmektedir. Binlerce etüt raporunda bulunan milyonlarca zemin mekaniği testi sonuçlarını hızlı, ulaşabilir ve anlaşılabilir biçimde tek bir sayfada görmeyi sağlayan bu sistem yöneticilere karar aşamasında hızlı bir sonuç verirken proje mühendislerine proje öncesi fikir sahibi olmalarını sağlayacaktır. Zemin bilgi sistemi gibi etkin bir çalışma ağının tüm illerde kurulması ve geriye dönük tüm etüt raporu sonuçlarının işlenmesi ile ülkemiz zemin bilgi ağı oluşturulabilecek ve aktif tektonik kuşakta yer alan ülkemizi deprem ve zemin çalışmalarında üniversiteler, akademisyenler, kamu kurum ve kuruluşları tarafından etkin olarak

kullanılabilecektir. Akademik manada çok büyük kazanımlar elde edilebileceği gibi aynı zamanda kamu kaynaklarının mükerrer kullanımının da önüne geçecektir.

4. TEŞEKKÜR

Çalışmaya destek veren ve katkı sağlayan Erzurum Büyükşehir Belediyesi Başkanı Sayın Mehmet SEKMEN Beyefendiye, yöneticilerine ve personeline teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

McBratney, A. B. ve Webster, R., (1981). The design of Optimal Sampling Schemes for Local Estimation and Mapping of Regionalized Variables-II, *Comp. Geosci.*, 7, 335-365.

Lefhon, A. S., Knudsen, H. P., Logan, J. A., Simpson, J., Bhumralkar, C., (1988). An Evaluation of the Kriging Method to Predict 7-h seasonal Mean Ozone Concentrations for Estimating Crop Losses, *J. Air Poll. Control Assoc.*, 37, 595-602.

Loibl, W., Winiwarter, W., Kopsca, A., Zueger, J., (1994). Estimating The Spatial Distribution Of Ozone Concentrations In Complex Terrain, *Atmospheric Environment*, 28, 16, 2557–2566.

Westenbarger, D. A., Frisvold, G. B., (1994). Agricultural Exposure to Ozone and Acid Precipitation, *Atmospheric Environment*, 28, 18, 2895–2907

Matheron, G., (1971). The Theory of Regionalized Variables and Its Applications, CG Fontainebleau Collins, S., Smallbone, K., Briggs, D., (1995). A GIS Approach to Modelling Small Area Variations in Air Pollution Within A Complex Urban Env., in *Innovations in GIS*, Fisher, P., 245-253.

Oliver, M. A., Webster, R., (1990). Kriging: a Method of Interpolation for Geographical Information Systems, *International Journal Geographical Information Systems*, 4, 3, 313-332.

URL-1: ESRI, Resources for ArcMAP, Erişim Adresi: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/3d-analyst-toolbox/how-kriging-works.htm>, Erişim Tarihi:08.09.2022