



ÖRNEK SAYILARININ BELİRLENMESİNDE SEKTÖR VE SAHALARA GÖRE FARKLI YAKLAŞIMLAR

Burak DEVECİ
Genel Müdür, Jeoloji Müh.

T. +90 312 442 8939
M. +90 532 151 2276
burak.deveci@bcagroup.com.tr

Ön İnceleme

Örnekleme çalışması öncesi ilk aşama Kavramsal Saha Modeli Oluşturulmasıdır. İki aşamadan oluşur:

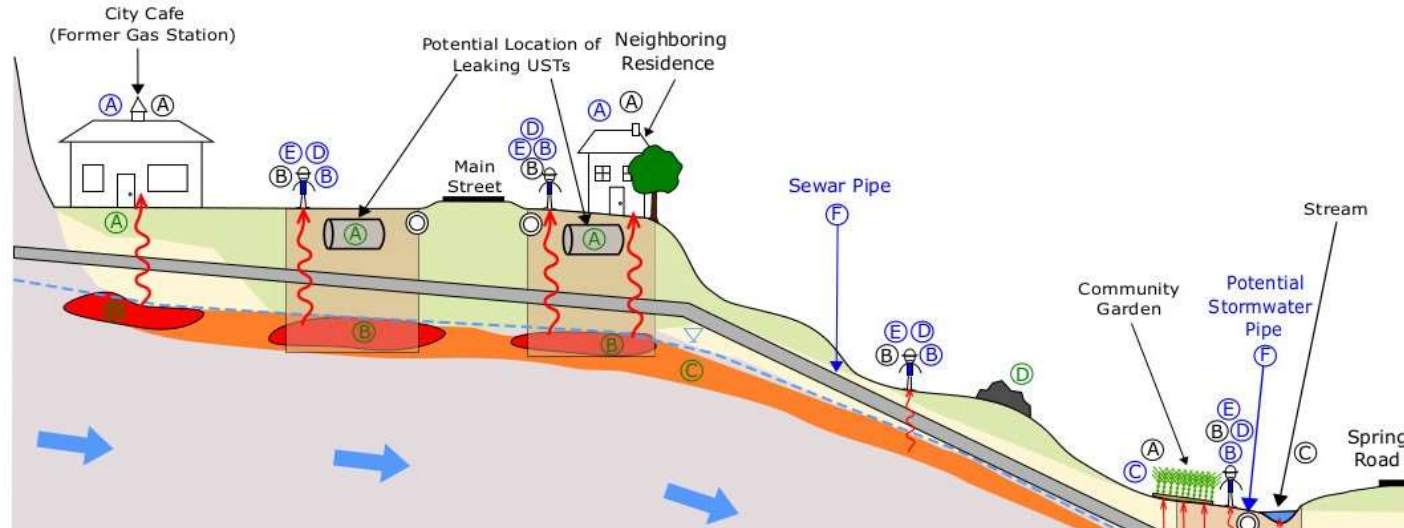
- ▶ Masa Başı Çalışma;
 - ▶ Kavramsal Saha Modelinde kullanılmak üzere saha içi ve dışı ile ilgili mevcut durumun, bilgilerin ve dokümanların toplanması.
- ▶ Saha ziyareti;
 - ▶ Masa başı çalışma sırasında elde edilen verilerin teyidi,
 - ▶ Ek bilgi toplanması,
 - ▶ Potansiyel erişim kısıtlamalarını veya saha araştırmasını etkileyecek özel gereklilikler belirlenmesi.



Örnekleme Yöntemleri

KSM oluşturulmasının ardından eksik bilgilerin tamamlanması amacıyla toprak/yeraltısuyu/toprak buharı/uçucu tozlardan örnekleme yapılır.

- ▶ Örnek yeri ve sayısı belirleme yöntemleri iki ana sınıfta toplanabilir;
 - ▶ Odaklanmış Örnekleme
 - ▶ Sistematik Örnekleme



Odaklanmış Örnekleme

Ön çalışmalar sırasında aşağıdaki verilere ulaşılabilmişse güvenilirliği yüksektir;

- ▶ Tüm majör kaynaklar biliniyorsa,
- ▶ Maruziyet yolları belirlenebilmişse,
- ▶ Jeoloji ve Hidrojeoloji konusunda yeterli bilgi mevcutsa,

Odaklanmış yaklaşımda örnekleme kaynaklarının ve taşınım yollarının doğrulanması ve risk seviyesinin belirlenmesi sağlanır.



Odaklanmış Örnekleme

- ▶ Operasyonel sahalarda altyapı ve saha faaliyetleri dikkate alındığında sistematik örnekleme gridlerinin kullanımı pratik olmayacağı için odaklanmış örnekleme kademeli olarak uygulanmaktadır.



Örnekleme Sayısının Seçimi

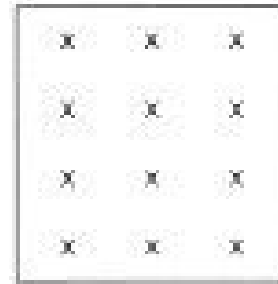
Odaklanmış örnekleme için;

- ▶ Örnek sayısı, potansiyel kirletici kaynakla doğru orantılı olarak arttırılır.
- ▶ Yeraltı suyu potansiyel taşınım yolu olarak belirlenmiş ise akış yönünü belirleyebilmek için asgari 3 noktadan örnek alınması gerekir.

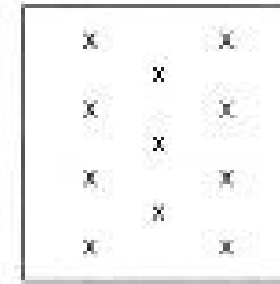


Sistematis Örnekleme

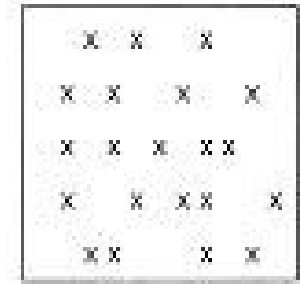
Potansiyel kirleticinin Fiziksel/Kimyasal özellikleri ve saha kullanım durumu dikkate alınarak belli gridler oluşturularak yapılan örneklemedir.



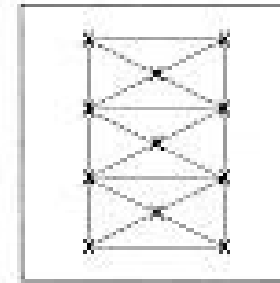
regular
systematic grid



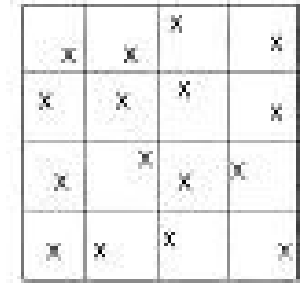
staggered start
regular grid



random



diamond triangle
hexagon systematic



systematic
unaligned grid

Sistemik Örneklemeye

Seçilmesi için genel kriterler;

- ▶ Odaklanmış araştırmalar için kullanılabilir temel KSM verisinin olmadığında ya da çok az olduğu durumlarda,
- ▶ Sahada iyileştirme çalışmaları öncesinde kaynağın detaylı karakterizasyonu sırasında,
- ▶ Saha, tarım gibi daha yüksek güvenilirliğe sahip olması gereken hassas bir üretim için kullanılması durumunda,



Örnekleme Sayısının Seçimi

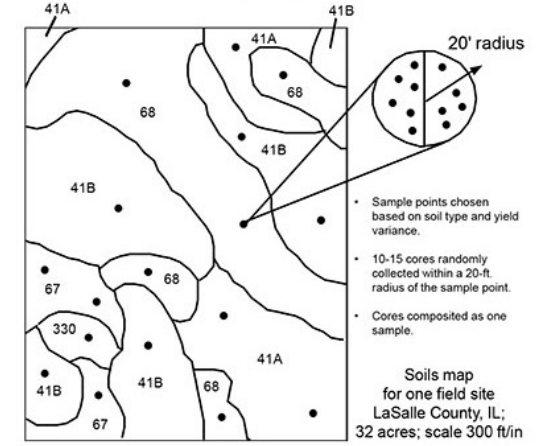
Sistemik Örneklemede aşağıda verilen denklemler kullanılarak örnek sayısı hesaplanır;

$$G=R/0.59 \quad (1)$$

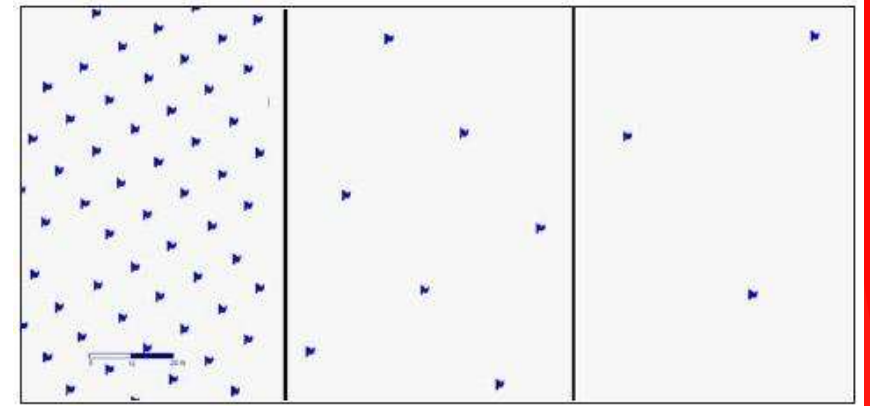
$$N=A/G^2 \quad (2)$$

değerleri hesaplanır. Denklem 1 ve Denklem 2’de

- ▶ G = örnekleme için kullanılacak gridin uzunluğu (m)
- ▶ R = örnekleme ile bulunmaya çalışılan olası yoğun kirlilik bölgesinin (YKB - hotspot) olası en küçük dairesel yarıçapı (m)
- ▶ N = alınması gereken örnek sayısı
- ▶ A = örnekleme yapılacak inceleme alanının toplam büyüklüğüdür (m²).



Soil Summary		-- Yield --	
Soil Type	Acres	Corn	Beans
41A Muscatine silt loam, 0-2% slope	8.8	167	51
41B Muscatine silt loam, 2-4% slope	12.1	165	50
67 Harpster silty clay loam	2.6	136	44
68 Sable silty clay loam	9.7	156	51
330 Peotone silty clay loam	1.0	<u>123</u>	<u>42</u>
		159	50



Teknik Rehberler Uyarınca

Kirlenmiş Saha Risk Değerlendirme Teknik Rehberi;

Bölüm 4.4: Hedef kirleticilerin her biri için referans kirletici konsantrasyonlarının hem **yüzey toprağı** için hem de **yüzey altı toprağı** için belirlenmelidir.

- ▶ Yüzeyde kirlilik tespit edilmesi durumunda bu alanlardan yüzey toprağı numunesi alınarak; tozuma, yutma ve deri teması taşınım yolları kontrol edilmelidir;
- ▶ Yüzey altı toprağında kirlilik tespit edilmesi durumunda, bu kirliliğın ulaştığı derinlikten veya mümkün olan durumlarda yeraltı suyundan numune alınarak, buharlaşma ve yeraltı suyu yutma ve deri teması taşınım yolları kontrol edilmelidir.



SEKTÖREL UYGULAMALAR - 1

- ▶ Bir şirket 50 yıldan fazla akaryakıt depolama tesisi olarak kullanılan bir sahada kapanma işlemleri sırasında toprak kirliliği kapsamında değerlendirilmesi talep edilmiştir.
- ▶ Potansiyel kaynakları, taşınım yollarını ve alıcıları dikkate alarak risk değerlendirmesi yapılmış, birincil riskin saha çalışanları ve komşu tesisi çalışanları olduğu anlaşılmıştır.
- ▶ Kirlenici kaynaklar dolun alanı ve ilgili yeraltı tesisatı, depolama tankları, geçici atık depolama alanı ve tesis arıtma tesisi olduğu tespitinde bulunulmuştur.
- ▶ Taşınım yolu olarak yeraltı suyu ve toprak buharı belirlenmiştir.



SEKTÖREL UYGULAMALAR - 1

Faz 2 çalışmaları:

Faz 2 çalışmalarının amaçları Faz 1 çalışmalarının sonuçlarına dayanarak operasyonel alanlar da dahil olmak üzere, söz konusu alanlara dair eksiksiz bir veri seti elde etmek için yapılmıştır. Bu amaçlar:

- ▶ Kirlenmiş alan varsa kaynağı belirlemek,
- ▶ Kontaminasyon varsa sığ akifere etkiyi belirlemek,
- ▶ Kavramsal Saha modelini güncellemek ve sağlık riski varsa belirlemek,
- ▶ İyileştirme stratejisinin taslağını çıkarmaktır.



SEKTÖREL UYGULAMALAR - 1

1. AŞAMA:

- ▶ 7 noktada sondaj yapılarak toprak ve yeraltı suyu numuneleri alınıyor,
- ▶ 3 noktada hafif serbest fazda ürün (HSFÜ) görülüyor,
- ▶ Ürün analizlerinde ürünün farklı yaşlarda jet yakıtı olduğu anlaşılıyor,
- ▶ Yeraltı suyu akış yönü belirleniyor,
- ▶ Hidrolik iletkenlik ve jeolojik birimler tanımlanıyor.

SEKTÖREL UYGULAMALAR - 1

2. AŞAMA:

- ▶ Ek olarak 9 Nuktada sondaj yapılarak toprak ve yeraltı suyu numuneleri alınıyor,
- ▶ Ek 3 noktada daha hafif serbest fazda ürün (HSFÜ) görülüyor,
- ▶ Ürün dağılım sınırları belirleniyor,
- ▶ Serbest fazdaki ürün ve hidrokarbona doymuş toprağın iyileştirme çalışmaları için detaylı hacim ve bütçe hesaplamaları yapılıyor.

SEKTÖREL UYGULAMALAR - 1

3. AŞAMA:

- ▶ Ek 5 Nuktada daha sondaj yapılarak HSFÜ yayılım sınırları belirleniyor,
- ▶ Bütün noktalardan yeraltı suyu numunesi alınarak kirlilik dağılımı belirleniyor.

SEKTÖREL UYGULAMALAR - 2

- ▶ 30 yaşında akaryakıt istasyonunda yeraltı depolama tanklarında ürün kayıpları raporlandığı belirlenmiş ve toprak kirliliği kapsamında değerlendirilmesi talep edilmiştir.
- ▶ Potansiyel kaynakları, taşınım yollarını ve alıcıları dikkate alarak risk değerlendirmesi yapılmış, birincil riskin tank değişimi sırasında sahada kısa süreli kazı çalışması yapacak olan inşaat çalışanları, tesis çalışanları ve komşu tesisi çalışanları olduğu anlaşılmıştır.
- ▶ Kirletici kaynaklar yeraltı tank alanı olduğu tespitinde bulunulmuştur.
- ▶ Taşınım yolu olarak, yüzeye yakın toprak (kazı sonucu yüzey toprağı olarak değerlendirilecek), yeraltı suyu ve toprak buharı belirlenmiştir.



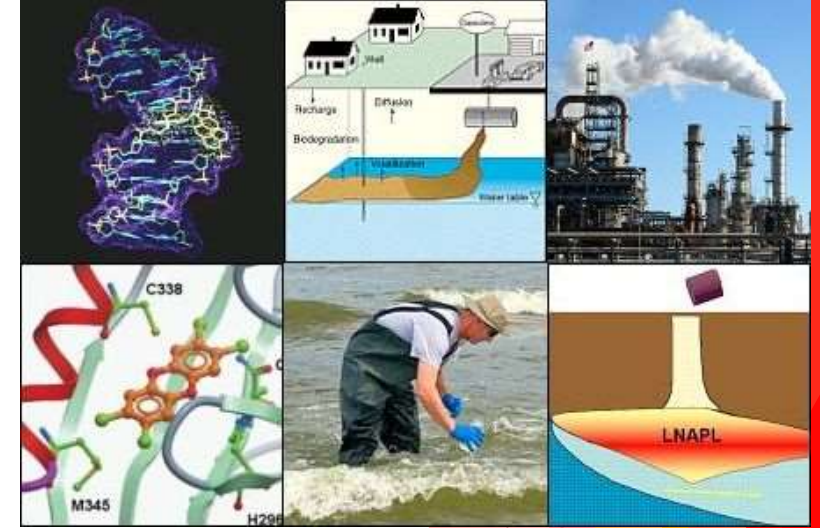
SEKTÖREL UYGULAMALAR - 2

Faz 2 çalışmaları:

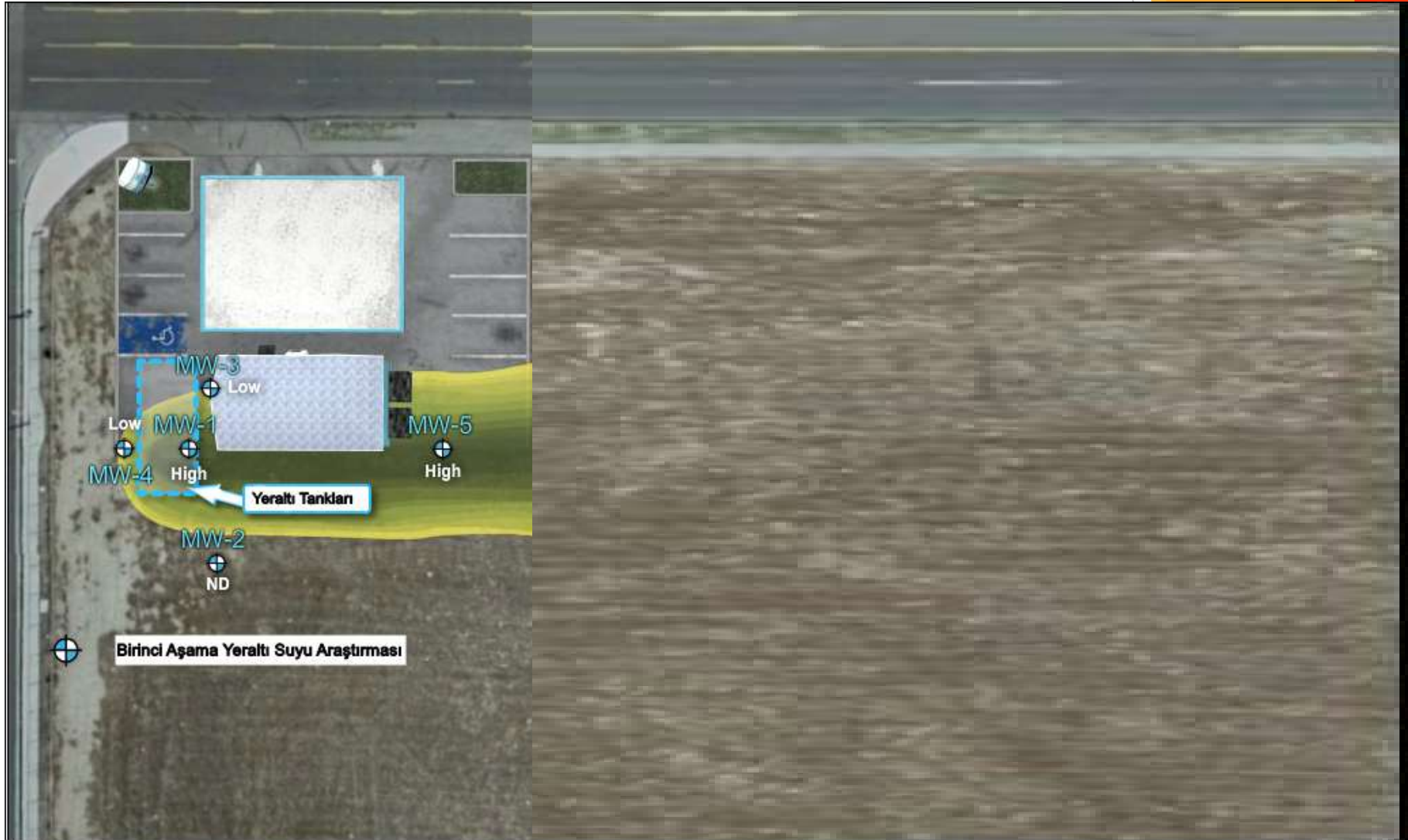
Faz 2 çalışmalarının amaçları Faz 1 çalışmalarının sonuçlarına dayanarak operasyonel alanlar da dahil olmak üzere, söz konusu alanlara dair eksiksiz bir veri seti elde etmek için yapılmıştır.

Bu amaçlar:

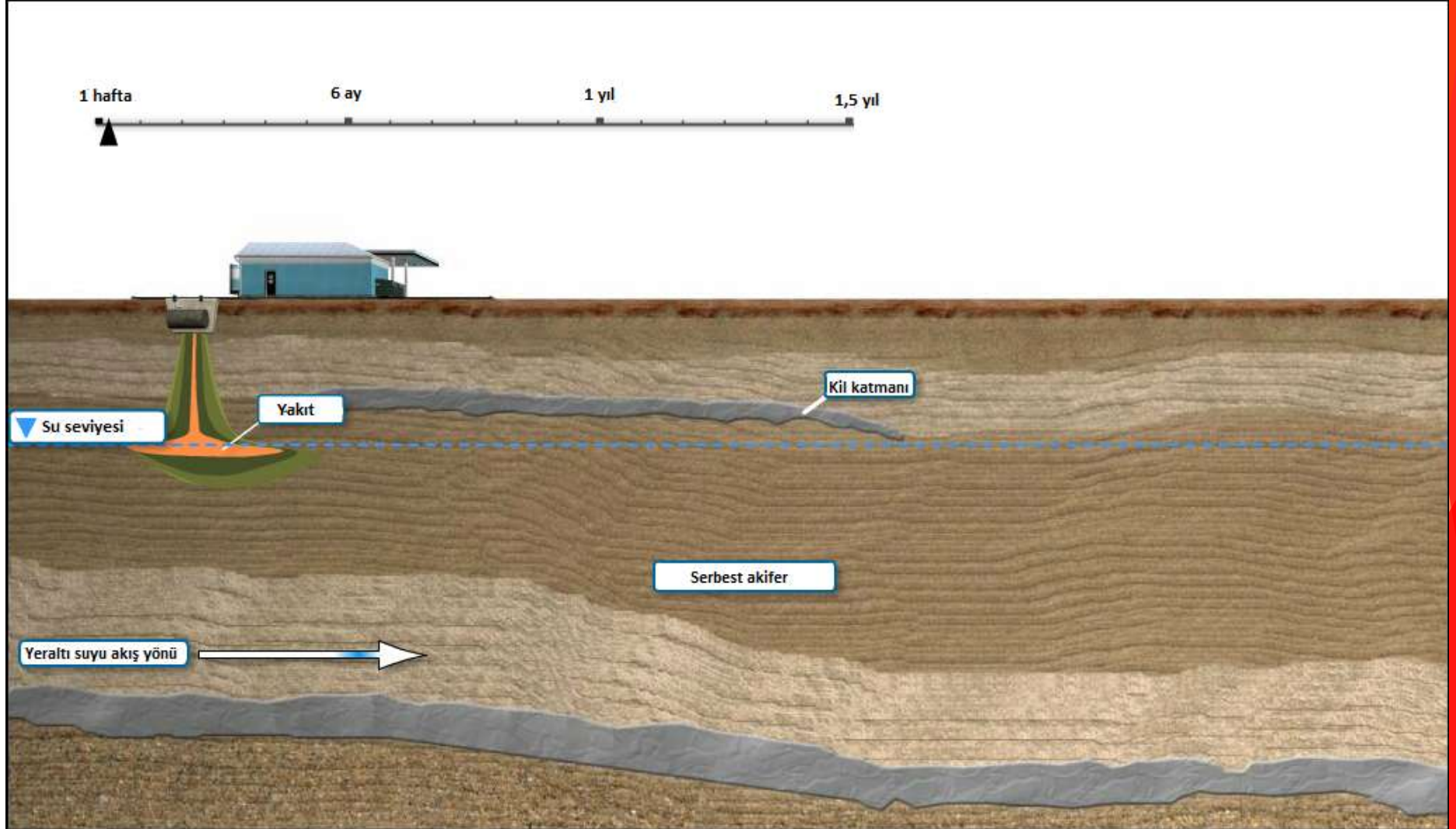
- ▶ Kirlenmiş alanın boyutlarını belirlemek,
- ▶ Kirliliğin sığ akifere etkisini belirlemek,
- ▶ Kavramsal Saha modelini güncellemek ve Sağlık riski varsa belirlemek,
- ▶ İyileştirme stratejisinin taslağını çıkarmak.



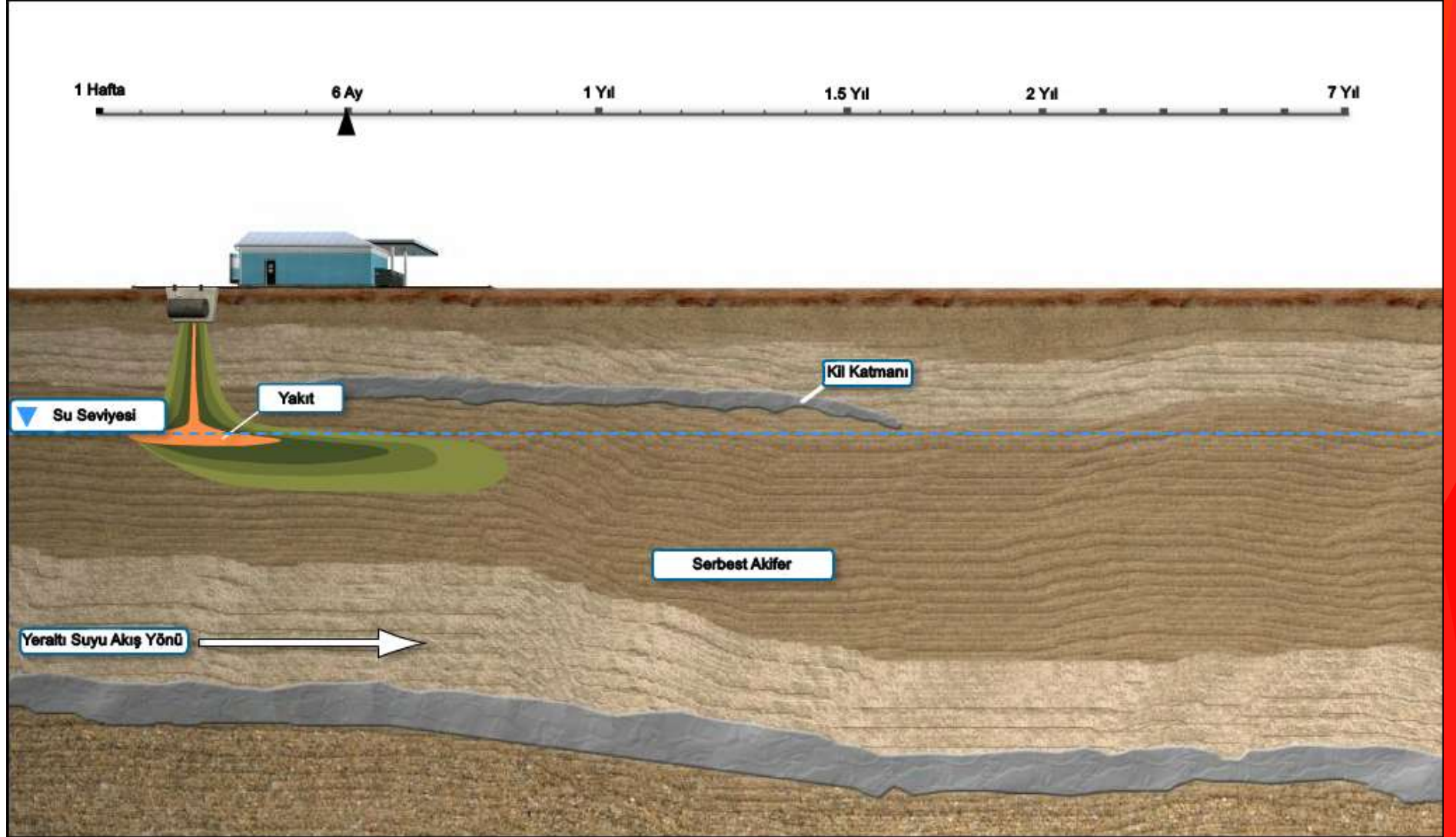
SEKTÖREL UYGULAMALAR - 2



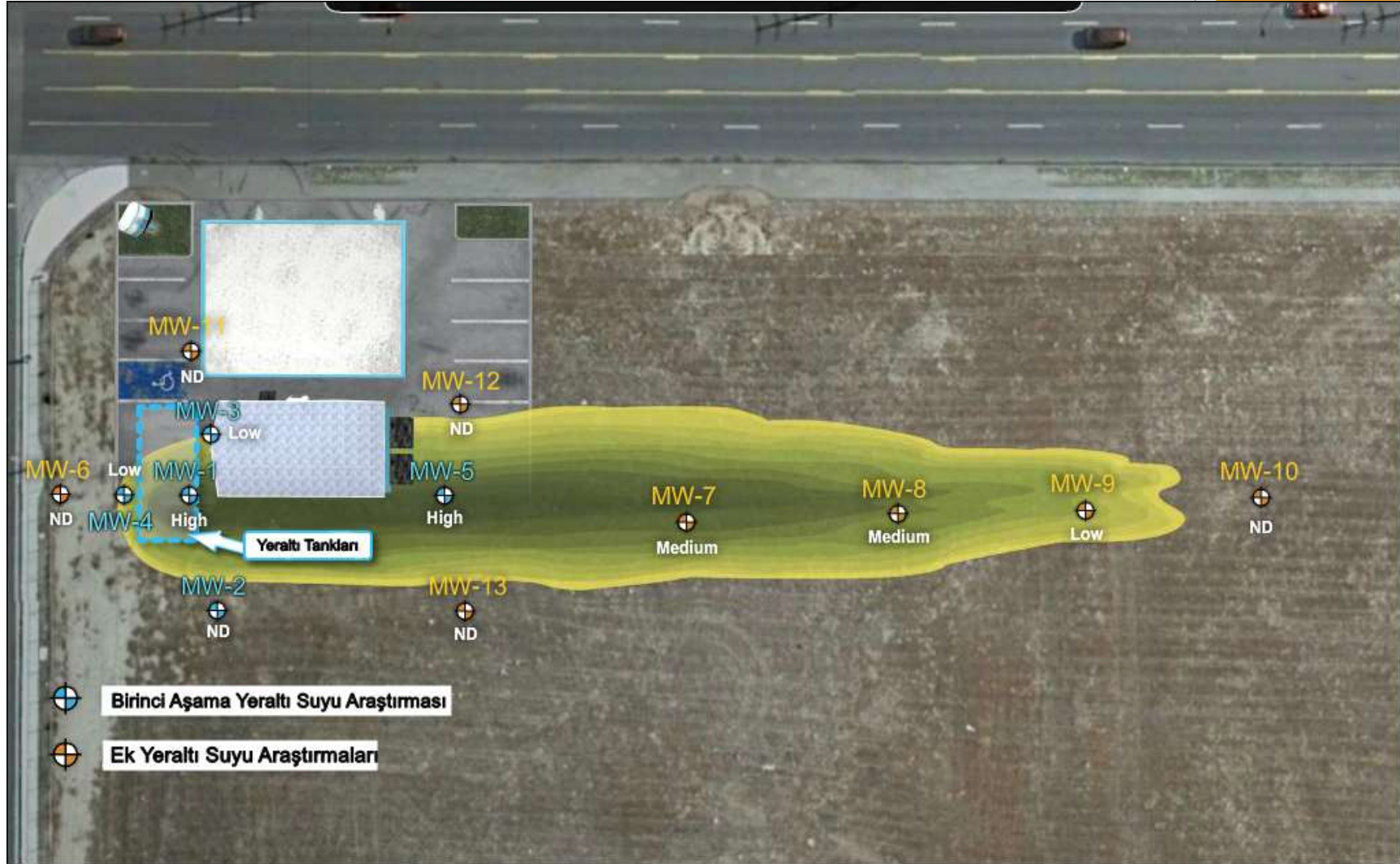
SEKTÖREL UYGULAMALAR - 2



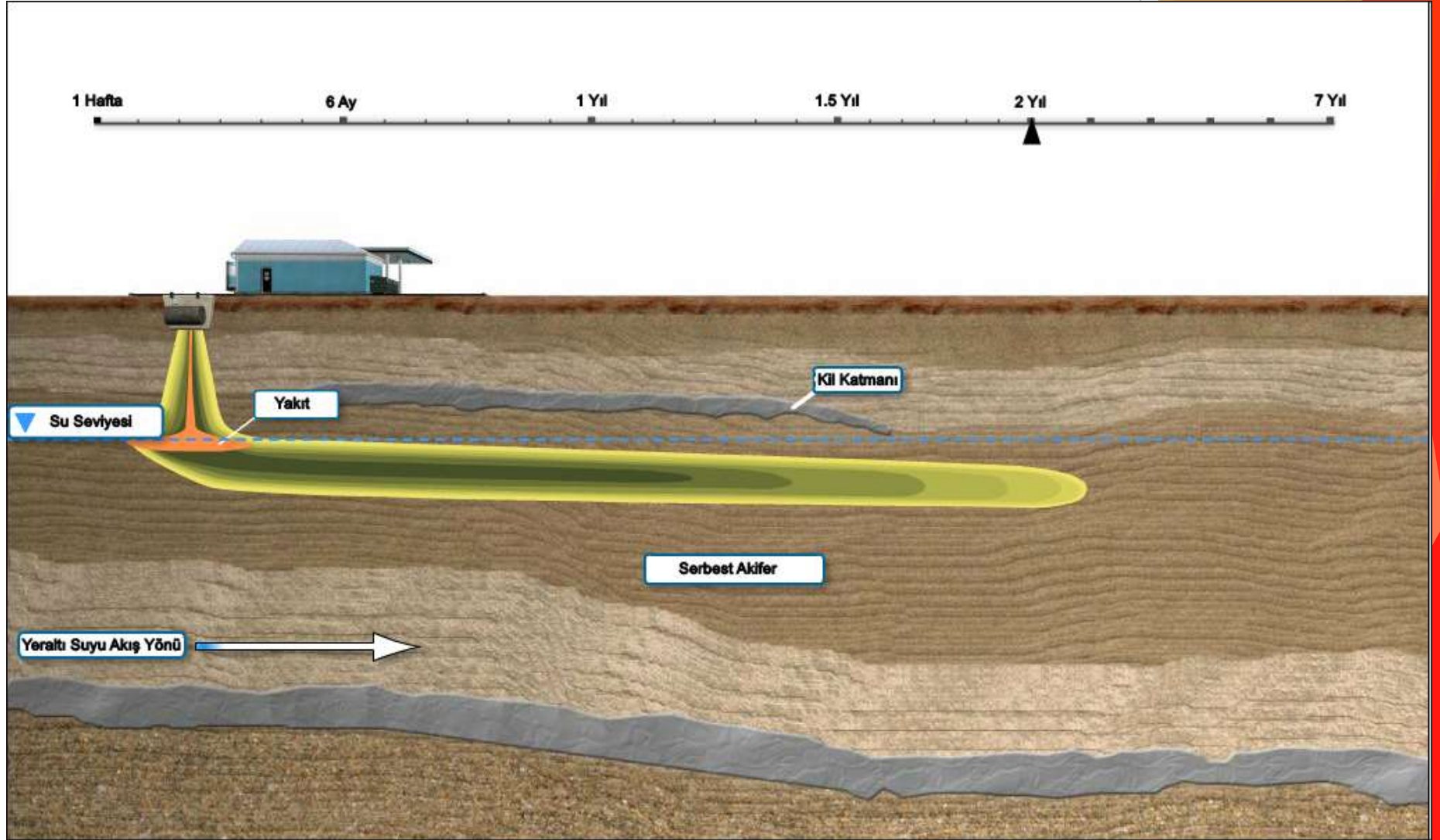
SEKTÖREL UYGULAMALAR - 2



SEKTÖREL UYGULAMALAR - 2



SEKTÖREL UYGULAMALAR - 2



SEKTÖREL UYGULAMALAR - 2



SEKTÖREL UYGULAMALAR - 3

- ▶ Eski bir enerji santralinde asbest söküm çalışmaları sırasında bölgenin asbest ile etkilendiği bilinmektedir. Ayrıca geçmişte sahadan boru bantlarından yapılan asbest içeren torbaların da sahada belli alanlara gömüldüğü bilinmektedir. Sahanın toprak kirliliği kapsamında değerlendirilmesi talep edilmiştir.
- ▶ Potansiyel kaynakları, taşınım yollarını ve alıcıları dikkate alarak risk değerlendirmesi yapılmış, birincil riskin saha çalışanları ve komşu tesisi çalışanları olduğu anlaşılmıştır.
- ▶ Asbest tozlarının saha geneline yayılması sebebiyle sahanın tamamının kaynak olarak değerlendirilmesine karar verilmiştir.
- ▶ Atık gömülü olduğu bilinen alanlarda atık derinliklerinin tespiti amacıyla daha detaylı çalışma yapılmasına karar verilmiştir.



SEKTÖREL UYGULAMALAR - 3

Faz 2 çalışmaları:

Faz 2 çalışmalarının amaçları Faz 1 çalışmalarının sonuçlarına dayanarak operasyonel alanlar da dahil olmak üzere, söz konusu alanlara dair eksiksiz bir veri seti elde etmek için yapılmıştır. Bu amaçlar:

- ▶ Kirlenmiş alanlarda toprakta noktasal asbest konsantrasyonlarını belirlemek,
- ▶ İstatistiksel yöntemlerle saha genelinde maruziyet konsantrasyonlarını belirlemek,
- ▶ Kavramsal Saha modelini güncellemek ve Sağlık riski varsa belirlemek,
- ▶ İyileştirme stratejisinin taslağını çıkarmak.



SEKTÖREL UYGULAMALAR - 3

1. AŞAMA:

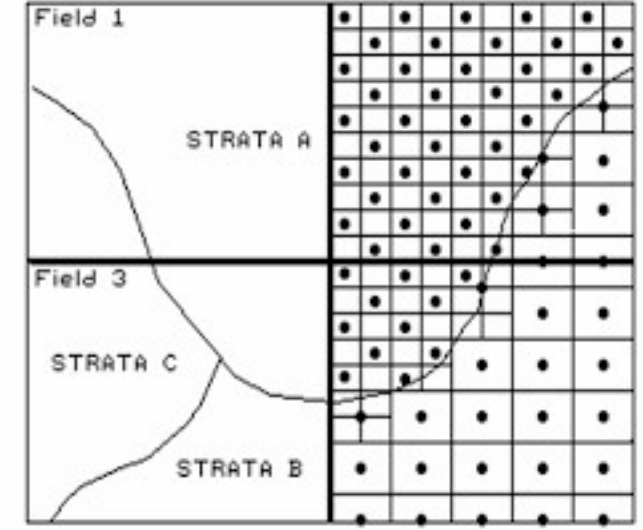
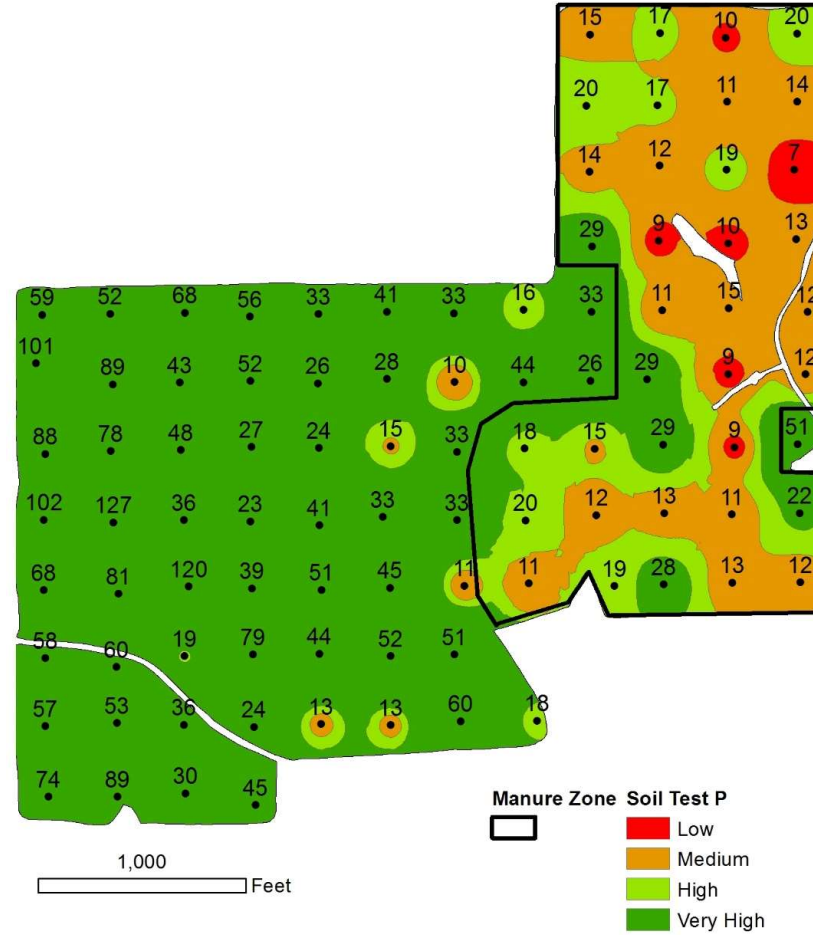
- ▶ Kullanım sıklığına/yoğunluğuna göre sahanın alanlara bölünmesi,
- ▶ Tespit edilmesi hedeflenen yoğun kirlilik bölgesi çapları belirlendi,
- ▶ Gilbert yönteminde bulunan formulasyon ile alan başına örneklenmesi gereken nokta adedinin belirlenmesi.

Alan Kullanımı	Bölge	Tespit Edilmesi Gereken Yoğun Kirlilik Bölgesinin Yarıçapı (m)	Örneklenecek Alan (m2)	Örneklenecek Nokta Adedi	m2/örnek
Sık Kullanım / Çok İnsan	ALAN 1	40	11350	3	3783
	ALAN 2		11940	3	3980
	ALAN 3		83670	19	4404
	ALAN 4		49055	11	4460
Sık Kullanım / Az İnsan	ALAN 5	40	22955	5	4591
	ALAN 6		13695	3	4565
	ALAN 7		49285	11	4480
	ALAN 8		42420	10	4242
	ALAN 9		8245	2	4123
	ALAN 10		27670	7	3953
Orta Kullanım / Az İnsan	ALAN 11	60	137550	14	9825
	ALAN 12		144430	14	10316
	ALAN 13		48400	5	9680
	ALAN 14		200695	20	10035
Az Kullanım / Az İnsan	ALAN 15	100	233700	9	25967
	ALAN 16		138960	5	27792
	ALAN 17		42090	2	21045
	ALAN 18		9445	1	9445
	ALAN 19		43740	2	21870
	ALAN 20		9575	1	9575
	ALAN 21		11820	1	11820
	ALAN 22		14890	1	14890
	ALAN 23		29735	2	14868
Toplam	-	-	1385315	151	9174

SEKTÖREL UYGULAMALAR - 3

2. AŞAMA:

- ▶ Toprak analiz sonuçlarına göre literatür bilgisi de kullanılarak tozuyabilecek asbest konsantrasyonları hesaplandı,
- ▶ Elde edilen sonuçlarla istatistiksel yöntemler kullanılarak sahada maruz kalınacak %95 güven aralığıyla ortalama konsantrasyon hesaplanmıştır.



SEKTÖREL UYGULAMALAR - 4

- ▶ Bir fabrikada LNG tanklarında stok rakamlarının tüketimle örtüşmemesi üzerine yeraltı hatlarında kaçak olabileceği şüphesiyle sahanın toprak kirliliği kapsamında değerlendirilmesi talep edilmiştir.
- ▶ Potansiyel kaynakları, taşınım yollarını ve alıcıları dikkate alarak risk değerlendirmesi yapılmış, birincil riskin saha çalışanları olduğu anlaşılmıştır.
- ▶ LNG hattından kaynaklanan propan kaçağının yeraltı hattında hangi noktadan sızıntı yaptığının tespiti için sistematik toprak buharı örnekleme yapılmasına karar verilmiştir.



SEKTÖREL UYGULAMALAR - 4

Faz 2 çalışmaları:

Faz 2 çalışmalarının amaçları Faz 1 çalışmalarının sonuçlarına dayanarak operasyonel alanlar da dahil olmak üzere, söz konusu alanlara dair eksiksiz bir veri seti elde etmek için yapılmıştır. Bu amaçlar:

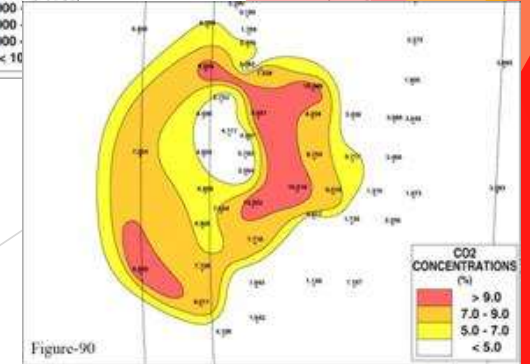
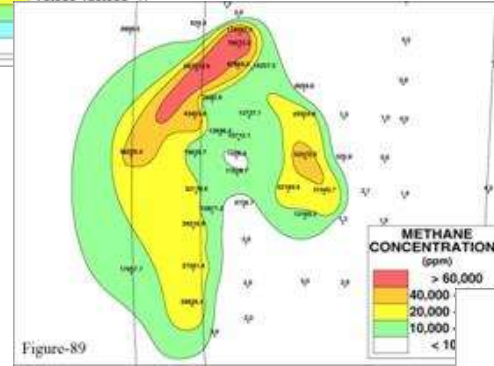
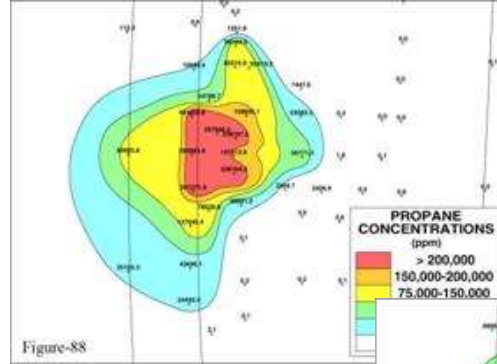
- ▶ Yeraltı boru hattı boyunca sistematik örnekleme için belli aralıklarla toprak buharı örnekleme noktası kurulumu,
- ▶ Kavramsal Saha Modelini güncellemek ve sağlık riski varsa belirlemek,
- ▶ İyileştirme stratejisinin taslağını çıkarmaktır.



SEKTÖREL UYGULAMALAR - 4

1. AŞAMA:

- ▶ Hat boyunca açılan buhar örneklem noktalarında yapılan ölçümlerde propan konsantrasyonuna bakıldığında kaçağın meydana geldiği kaynak noktası açıkça görülmektedir.
- ▶ Buna ek olarak propanın doğal yollarla parçalanıp parçalanmadığının anlaşılması için metan ve CO2 ölçümleri de tamamlanmıştır.
- ▶ Bu parametreler propanın oksidasyonu sonucu indirgenmesiyle oluşan ürünlerdir ve iyileştirme teknoloji seçimi için önemli bir veri sağlamaktadır.



Teşekkürler..

Sorular ve Cevaplar



Tiflis Caddesi 2/4
Çankaya / Ankara / Türkiye



+90 312 4428939



www.bcagroup.com.tr



<https://www.linkedin.com/company/bcagroup-consultancy&engineering-services>



iletisim@bcagroup.com.tr



www.facebook.com/bcagrouptr