

Sondaj Atıkları Yönetim Sistemi, Vaka Çalışması

Alihan Bayram Petrol ve D. Gaz Müh. GEOS Enerji A.Ş. Ankara, Türkiye	Hüseyin Ali Doğan Petrol ve D. Gaz Müh. GEOS Enerji A.Ş. Ankara, Türkiye	Gökhan Bağatır Kimyager GEOS Enerji A.Ş. Ankara, Türkiye	Güney Doğanay Petrol ve D. Gaz Müh. GEOS Enerji A.Ş. Ankara, Türkiye
--	--	--	--

Özet

Bu bildiri, Manisa-Alaşehir bölgesinde jeotermal kaynak arayışı hedefi ile kazılan 6 adet derin (3000+ m) kuyuda GEOS Enerji tarafından uygulanan atık azaltıcı sistemlerin uygulamaları ve sonuçları değerlendirilmiştir. Sondaj operasyonlarında oluşan sondaj atığı miktarının metre başına 0,8-1,2 ton aralığında değişim gösterdiği hesaplanmıştır. Bu rakamlar doğrultusunda Türkiye’de yılda milyon ton seviyelerinde sondaj atığı oluşmaktadır. Bu atıklar, kullanılan kimyasal katkı malzemeleri ve kesilen kayaç yapılarında bulunan ağır metal içeriğiyle tehlikeli sınıfa geçebilmektedir. GEOS Enerji, oluşan atığı sondaj sahalarına kurduğu mobil sistem kullanarak yerinde ayrıştırmayı ve geri kazanım yolu ile azaltmayı hedeflemiştir. Atık suların geri kazanımında fiziksel ayrıştırma öncesinde kimyasal müdahaleler yapılmış ve koloit ebatlarda parçacıkların sudan uzaklaştırılması sağlanmıştır. Sondaj kesintileri ile kaybedilen ve atık durumuna geçen sondaj akışkanı ise fiziksel işlemlerle geri kazanılmış ve tekrar tekrar kullanılmıştır. Son olarak sondaj akışkanına yapılan sürekli temizlik ve bakım sayesinde kullanım ömrü uzatılmış, seyreltme kaynaklı oluşacak atıkların önüne geçilmiştir. Atık oluşumunu ve kaynak tüketimini azaltmaya yönelik olan bu sistemin kullanımı sonucunda 15m³/gün seviyesinde su tüketiminin önüne geçilmiş, %35-45 seviyesinde sondaj akışkanı kimyasalları kullanımı azaltılmıştır. Oluşan atık miktarı ise %70 üzerinde azalmaya ile 0,2-0,3 ton/metre seviyelerine gerilemiştir. Geri kazanılamayan ve atık olarak kalan kısım ise %20-30 arası nem miktarına sahip, katı formda ve taşınmaya uygun haldedir. Kalan sondaj atığı, çimento üretiminde alternatif hammadde olarak kullanılabilir veya düzenli depolama tesislerine kabul edilebilir niteliktedir. Sondaj atıklarının taşınması ve yönetmelikler dâhilinde bertaraf edilmesi ise belli bir ekonomik değer oluşturmaktadır. Ancak denetimdeki aksaklıklar ve sondaj atıklarının Atık Endüstrisi tarafından öncelik görmemesi sondaj atıklarının yönetiminde en büyük sorun durumundadır.

Anahtar Kelimeler:

Atık Yönetimi, Yeniden Kazanım, Sondaj Sıvısı, Sondaj Çamuru ve Sondaj Atığı

Giriş

Yer altı zenginlikleri için araştırma yapılması, daha önceden bulunmuş olan kaynakların üretilmesi ve üretim yapılan alanların geliştirilmesi için yer kabuğunda çeşitli tekniklerle delikler açılması işlemine sondaj denir. Delik veya kuyu veya boşluk açılması için hangi teknik kullanılırsa kullanılsın değişmeyen sonuçlardan birisi atık üretimi olmaktadır. Açılan kuyunun boşaltılıp üretimi uygun hale getirilebilmesi için kazılan boşluk hacmi kadar sondaj hafriyatının kuyu tabanından yüzeye taşınması gerekmektedir. Bu tahliye sonucunda ise sondaj kesintisi kaynaklı katı atıklar oluşmaktadır. Hafriyatların yüzeye taşınması sırasında ise sondaj akışkanı adı verilen ve kuyu tabanı ile yüzeyde bulunan sondaj akışkanı tanklarının arasında devir daim eden bir akışkan kullanılır. Su bazlı sondaj akışkanları için, sığ sondajlarda bentonit ve bazı doğal katkı malzemeleri yeterli olabilirken, sondaj derinleştikçe daha komplike akışkanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu akışkanları elde edebilmek için ise kimyasal katkı malzemeleri kullanılmaktadır. Su bazlı sondaj akışkanlarının yanı sıra petrol ve sentetik yağ bazlı sondaj akışkanları da mevcuttur. Ancak hem yüksek maliyet hem de doğaya olan zararlarından dolayı kullanımları kısıtlıdır. Ancak daha önce de belirtildiği üzere hangi tip sondaj akışkanı kullanılırsa kullanılsın, sondaj kuyusundan çıkan kesinti atık olarak üretilmek ve bertaraf edilmek zorundadır.



Şekil 1 Sondaj Sahası Genel Görünüm

Sondaj atıkları birden çok atığın birleşiminden oluşmaktadır. Sondaj operasyonu sırasında üretilen ve sondaj hafriyatı olarak adlandırılabilir olan katı atıkların yanı sıra, sondaj boyunca sıvı atıklarda oluşmaktadır. Bunların başlıca kaynakları ise sondaj kesintileri ile birlikte atılan bulaşım halindeki sondaj akışkanları, vasfını yitirmiş sondaj akışkanları ile soğutma veya temizlik amaçlı kullanılan sulardır. Daha önce de belirtildiği üzere hangi tip sondaj akışkanı kullanılırsa kullanılsın, sondaj kuyusundan çıkan kesinti atık olarak üretilmek zorundadır. 0,8-1,2 ton/metre aralığında oluşan toplam atık miktarının %70-80 lik bölümünü ise bu sıvı atıklar oluşturmaktadır.

Atık Kaynakları

Sondaj sahalarında oluşan atıkları sondaj kesintisi, sondaj akışkanı atıkları ve atık hale gelmiş sular olarak gruplandırabiliriz. Türkiye’de yapılan sondajların genelinde ise bu atıkların tamamı “Çamur Havuzu (Mud-pit)” adı verilen ve yönetmeliklere göre geçirimsizliği sağlanmış çukurlarda toplanır. Bu çukurlar proje tanıtım dosyalarında bulunan sondaj programlarına göre kazılacak kuyu teorik hacminin en az 2 katı olmak zorundadır.

Jeotermal sondajlar gibi çok yüksek sıcaklıklarla yapılan çalışmalar sırasında kule pompası ve motorların zarar görmemesi için yapılan başlıca uygulamalardan birisi ısınan yüzeylerin su ile soğutulmasıdır. Motor ve pompa yüzeylerini soğutmak amaçlı püskürtülen su daha sonra lokasyon betonunda bulunan su olukları ile çamur havuzuna yönlendirilir ve tekrar kullanılmaz. Suyun bir diğer kullanım alanı ise kulenin günlük bakım ve temizlik çalışmalarında sarfiyatıdır. Temizlikler sırasında kirlenen su yine çamur havuzuna yönlendirilir ve atık haline gelir. Günlük ortalama 15-20m³ seviyesinde doğal kaynak suyu bu şekilde vasfını yitirmektedir.



Şekil 2 Geleneksel Çamur Havuzu (Mud-Pit)

Sondaj akışkanının atık durumuna geçmesi ise iki farklı kaynakla gerçekleşmektedir. İlk olarak sondaj akışkanının kesintiler ile birlikte atılması sırasında oluşan kayıplar görülür. Sondaj kesintileri, sondaj akışkanı içerisinde yüzeye taşınır ve kulelerde bulunan titreşimli eleklerde ve hidrosiklonlarda sondaj akışkanı içerisinden ayrılır. Bu esnada kesinti ile birlikte bir miktar sondaj akışkanı da çamur havuzuna atılmaktadır. Bu miktarın, Alaşehir Bölgesinde tamamlanan sondajlar sırasında yapılan katı madde ve nem tayini testlerin sonucunda kütlece %60'a vardığı görülmüştür. Bir başka deyişle, kuyu tabanından çıkarılan her bir ton kesinti ile birlikte 1,5 ton sondaj akışkanı atık hale gelmektedir. Hacim olarak ise bu oran 1m³ sondaj kesintisi ile oluşan 3-4m³ sondaj akışkanı seviyesindedir.

Sondaj akışkanlarının atık hale geldiği bir diğer kaynak ise katı madde kirliliğine bağlı olarak sondaj akışkanının ömrünün tükenmesidir. Sondaj sırasında oluşan kesintilerin tamamı konvansiyonel yöntemlerle sondaj akışkanı içerisinden çıkarılamamakta ve zamanla akışkan içerisinde birikmeye başlamaktadır. Bu birikim zamanla sondaj akışkanının özgül ağırlığının artıp özelliklerini yitirmesine ve kontrolünün zorlaşmasına sebep olur. Kuyu emniyeti, kuyu temizliği, sondaj ilerlemesi ve sondaj operasyonun başarılı bir şekilde tamamlanması için en önemli enstrümanlardan birisi olan sondaj akışkanının kalitesini korumak için ise zaman zaman kesinti ile kirlenen miktarların sondaj sırasında çamur havuzuna atılması ve yerine yeni hazırlanmış sondaj akışkanı eklenmesi gerekmektedir. Bu operasyona seyreltme operasyonu denir. Seyreltme operasyonuna bağlı olarak ise kazılan metre başına 0,1-0,3m³ sondaj akışkanı atık haline gelmektedir.

Sondaj operasyonlarının kaçınılmaz ve azaltılamaz olarak değerlendirilecek atık grubu ise sondaj kesintileri kaynaklı atıklardır. Operasyonun hedefi yeryüzünde bir boşluk yaratmak olduğu için oluşacak hacmin boşaltılması gerekmektedir. Bu boşaltma işleminde ise doğal olarak sondaj kesintisi adı verdiğimiz kayaç kesintileri oluşmaktadır. Ancak, bu kayaç kesintilerinin inşaat gibi kuru hafriyatlardan farkı, sondaj akışkanlarının içerisinde kuyu tabanından yüzeye taşınması esnasında ıslanması ve yapı değiştirmesidir. Sondaj akışkanlarının içerdiği kimyasal katkı malzemeleri bu ıslanım sonucunda kesintilere bulaşmakta ve kesintileri inert atık durumundan tehlikeli veya tehlikesiz atık durumuna geçmesine sebep olabilmektedir. Jeotermal sondajlar özelinde yapılacak değerlendirmede ise hedef kayaçlar olan metamorfik kayaçların içeriği ve yapısı göz önüne alınmalıdır. Jeotermal sondajlar fay kırıkları içeren kayaçları ve bu kırıklar içerisinde ısınmış akışkanları hedefler. Fakat metamorfik kayaçlarda bulunan bu akışkanlar ağır metal içerikli olabilmektedir. Hedef çatlaklara ulaşana kadar ise daha önceden akışkan barındıran çatlaklar geçilmektedir. Her bölgede olmasa da, bu fay çatlakları pirit, bor, kadmiyum gibi ağır metaller içerebilmektedir. Bu durum oluşan kesintilerin tehlikeli atık sınıfına geçmesine sebep olabilmektedir.

Derin sondajlarda kullanılacak olan sondaj akışkanları kullanılan baz sınıflara göre petrol bazlı, su bazlı, sentetik bazlı olarak sınıflandırılabilir. Bu sondaj sınıflarından petrol ve sentetik yağ bazlı olanlar ürettikleri atıklar açısından tehlikeli atık sınıfına girmektedir. Su bazlı sondaj sınıfları ise kullanılan kimyasal miktarı ve çeşidine göre tehlikeli veya tehlikesiz atık sınıfına girmektedir.

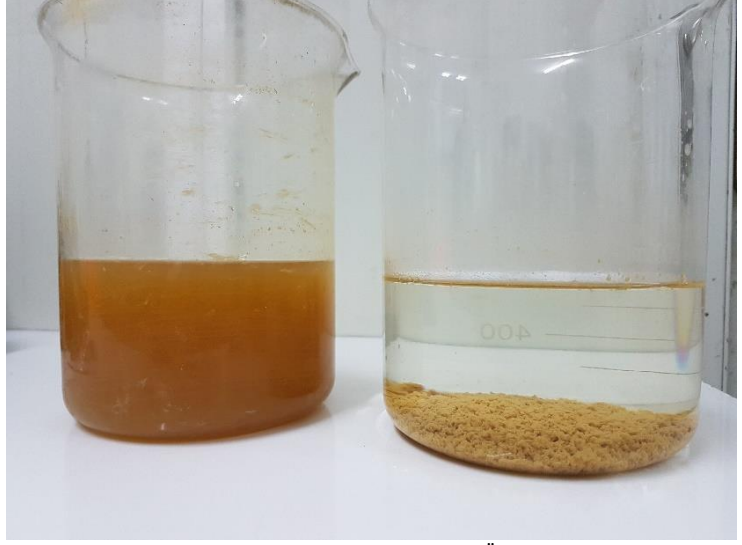
Sondaj Atık Yönetimi

GEOS Enerji sondaj akışkanları ve saha çalışmaları konusundaki tecrübelerini ve teknik birikimini kullanarak öncelikle atık kaynaklarını teşhis etmiştir. Böylece atık oluşumundan sonra bertaraf edilmesi yerine, atık oluşumunun kaynağında engellenmesi veya atık oluşum hızının kaynağında düşürülmesini amaçlamıştır. Bu doğrultuda atık suyun geri kazanımı, kesinti ile kaybedilen sondaj akışkanı geri kazanımı ve sondaj akışkanının temizlenmesi olmak üzere üç ana plan belirlenmiştir.

I. Atık Suyun Geri Kazanımı

Sondaj sahalarında ısınan ekipmanların soğutulması ve sondaj sahası içerisinde yapılan tüm temizlik işlerine bağlı olarak sürekli atık su oluşmaktadır. Su kaynaklı bu atıklar oluşan toplam atığın hacimce %55-60 kadarını oluştururken sıvı atıkların da %70 kadarını teşkil etmektedir. Bu oranlar göz önüne alındığı zaman öncelikle önlem alınması gereken atık kaynaklarından birisi olduğu görülmektedir.

Geleneksel uygulamalarda temizlik ve soğutma sonrasında kirlenen sular sondaj lokasyon betonu üzerine dağılmış olan oluklar aracılığı ile tüm atıkların toplandığı çamur havuzlarına yönlendirilmektedir. Bunun sonucunda atık su, katı atıklar ve sondaj sıvısı kaynaklı atıklarla karışmaktadır ve geri kazanımı yapılmamaktadır. Bu uygulama sonucunda günde 15-20m³ seviyesinde su kaybedilmektedir. Atık üretiminden daha önemli olan sonuç ise insan yaşamı için en önemli doğal kaynaklardan birisi olan suyun bu şekilde yok edilmesidir.



Şekil 3 Kirliliği ve Ayrıştırılmış Su Örnekleri

Su tüketiminin azaltılması için GEOS Enerji, öncelikle su için kapalı bir döngü sistemi kurmak ve geri kazanım ile kaynak tüketimini engellemeyi hedeflemiştir. Öncelikli olarak geleneksel sondaj sahası tasarımını değişikliğe giderek tek bir çamur havuzu yerine atık sular için ayrıca bir kirliliği toplama çukuru oluşturmuştur. Atık Su Havuzu'nda gün boyu biriken kirliliği su daha sonra "karıştırıcı tank"a aktarılmıştır. Tanktan alınan numuneler üzerinde yapılan laboratuvar testleri ile atık suyun işlenmesi için gerekli koagülant, flokülant miktarları belirlenmektedir. Atık su içinde kirliliği taşıyan başlıca iyonlar belirlenerek bu iyonların bertarafı için gereken diğer kimyasalların kullanım oranı belirlenmekte, son olarak laboratuvar ortamında temizlenmiş suyun yeniden kullanıma uygun olup olmadığı performans testleri ile kontrol edilmektedir. Laboratuvarda yapılan ön çalışmadan sonra, karıştırıcı tanktaki atık su içerisinde bulunan koloit boyutlarda katı maddelerin temizlenebilmesi için koagülasyon işlemi uygulanmıştır. Eklenen GEOCOL A ile kirliliği su ortamının elektriksel yük dengesi bozulmuştur ve flokülant enjeksiyonu öncesi atık suyun kimyası hazır hale getirilmiştir. Koagülasyonun tamamlanmasının ardından atık su PCP pompalar yardımı ile yüksek hızlı dekantörlere yönlendirilmiş ve aktarım hattı üzerinde flokülant enjeksiyonu yapılmıştır. Kullanılan katyonik ve uzun zincirli flokülantlar, yük dengesi ayarlanmış ortamda koloit maddelerle bağlanmış, daha büyük kütleler oluşturmuş ve böylece dekantör yardımı ile sudan uzaklaştırılmıştır. Üretilen temiz su depo tanklarına yönlendirilmiş ve tekrar kullanımı sağlanmıştır. Kurulan bu kapalı döngü sayesinde %95 seviyesinde su kurtarımı sağlanmıştır. Alaşehir bölgesinde tamamlanan 6 sondaj operasyonunda ise toplam 6,000m³ atık su temizlenerek tekrar kullanıma kazandırılmıştır.

II. Kesinti İle Kaybedilen Sondaj Akışkanının Kazanımı

Sondaj kesintilerinin yüzeye taşınması sondaj akışkanı sayesinde sağlanmaktadır. Sondaj kesintisinin sondaj akışkanından ayrılması ise konvansiyonel kule ekipmanlarından titreşimli elekler ile ve kule ekipmanları içerisinde yer alıyorsa hidrosiklonlarla yapılmaktadır. Her iki ekipman da kesintilerin tamamen kurumasını sağlayamamaktadır. Bu noktada kesintiler ıslak kalmakta ve kullanılabilir durumda olan sondaj akışkanı atık olarak kaybedilmektedir. Toplam kazılan hacmin 3-4 katına varan atık miktarları oluşan atık dışında tüketilen doğal kaynaklar ve kimyasal katkı malzemeleri bazında da düşünülmelidir.

GEOS Enerji kaybedilen bu sıvıların geri kazanılabilir ve teknik özelliklerinin korunabilir olduğunu gözlemlemiş ve bu doğrultuda titreşimli elekler üzerinde yaptığı teknik değişikliklerle daha şiddetli titreşimler üreten ve kesinti üzerindeki

sıvının serbest kalmasını sağlayan kurutma eleklerini sisteme dâhil etmiştir. Kule elekleri ve hidrosiklonlardan gelen ıslak kesintiler direk çamur havuzuna yönlendirilmemiş, önce kurutma eleğine alınmıştır. Burada yapılan kurutma işleminin ardından kurtarılan sondaj akışkanı dinlendirilmek ve sonrasında işlenmek üzere “yarı silindirik tank”lara aktarılmıştır. Dinlendirilen kurtarılmış sondaj akışkanı son olarak dekantörden geçirilerek katı maddelerinden arındırılmış ve sondaj akışkanı sistemine dâhil edilmiştir. Yapılan bu işlemler sonucunda Alaşehir bölgesinde tamamlanan 6 sondajda yaklaşık 2200m³ sondaj akışkanı kurtarılmıştır. Mali değeri olan bu sıvının kurtarımı ruhsat sahibi şirkete tasarruf sağlarken, %35-45 seviyesinde az tüketilen su kaynakları ve sondaj sıvısı kimyasalları doğa ve milli değer açısından önem arz etmektedir.

Ayrıca, bu işlem öncesinde kütlece %60 seviyesinde ıslak olan sondaj kesintisi %15-20 seviyesine kadar kurutulmuştur ve ayrı olarak kazılmış katı atık çukuruna biriktirilmiştir. Bu işlem sonucunda sondaj kesintisi taşınabilir hale gelmiş olan atığın bertaraf ya da alternatif değerlendirme opsiyonlarına nakli de kolaylaşmıştır.



Şekil 4 Kurutulmuş Sondaj Kesintileri

III.Sondaj Akışkanının Temizlenmesi

Sondaj akışkanının asli görevlerinden birisi sondaj tabanında oluşan kesintilerin sirkülasyon ile yüzeye taşınmasıdır. Bu özelliği elde edebilmek için derin sondajlarda su, petrol ve sentetik yağ gibi çeşitli baz sıvılara kimyasal katkı malzemeleri eklenmekte, akışkanın fiziksel ve kimyasal özellikleri istenilen özelliklere getirilmektedir. Sondaj boyunca üretilen kesintiler çok değişken olmaktadır. Birkaç cm boyutunda olabilen kesintiler özellikle kil içeren kayalarda mikron seviyelerine düşmektedir. Yüzeye getirilen kesintiler eleklerle ayrıştırılırken %100 bir temizlik sağlanamaz ve zamanla akışkan içerisinde küçük boyutlu kesintilerin birikmeye başladığı gözlenir. Bu birikim zamanla akışkanı kirletmekte ve özelliğini kaybetmesine sebep olmaktadır. Özelliğini kaybeden ve akışkan halden çıkıp jel haline gelen sondaj akışkanları ile sondaj operasyonuna devam etmek, kazılan kuyunun kaybedilmesine kadar varan kötü sonuçlar doğurabilmektedir. Bu sebeple temiz bir sondaj akışkanı kullanımı önemlidir. Geleneksel sondajlarda bu kirlilik tam olarak önlenemediği için sondaj akışkanı kirlenene kadar kullanılmakta, kirlenmiş sondaj akışkanı çamur havuzuna atılmakta ve yerine yeni hazırlanmış sondaj akışkanı sisteme eklenerek sondaja devam edilmektedir. Bu durumda hem daha fazla atık oluşturulmakta hem de yeni hazırlanan akışkan için su ve kimyasal tüketiminde artış meydana gelmektedir.

GEOS Enerji, sondaj akışkanı sirkülasyonuna dâhil ettiği dekantörler ile günlük 150-300m³ sondaj akışkanını temizleyerek tekrar sisteme dâhil etmektedir. Değiştirilebilir hızlara sahip olan bu dekantörler ile katı madde temizliğini daha etkin sağlayarak sondaj akışkanının kullanım ömrünü uzatmaktadır. Alaşehir bölgesinde daha önce kazılmış ve konum olarak atık yönetimi yapılan kuyulara en yakın kuyularda ortalama 800-1200m³ sondaj sıvısı kirlenmeye bağlı olarak atılırken, atık yönetimi uygulanan 6 sondaj operasyonunda bu rakam en yüksek 55m³ seviyesinde gerçekleşmiştir.

Elde Edilen Sonuçlar

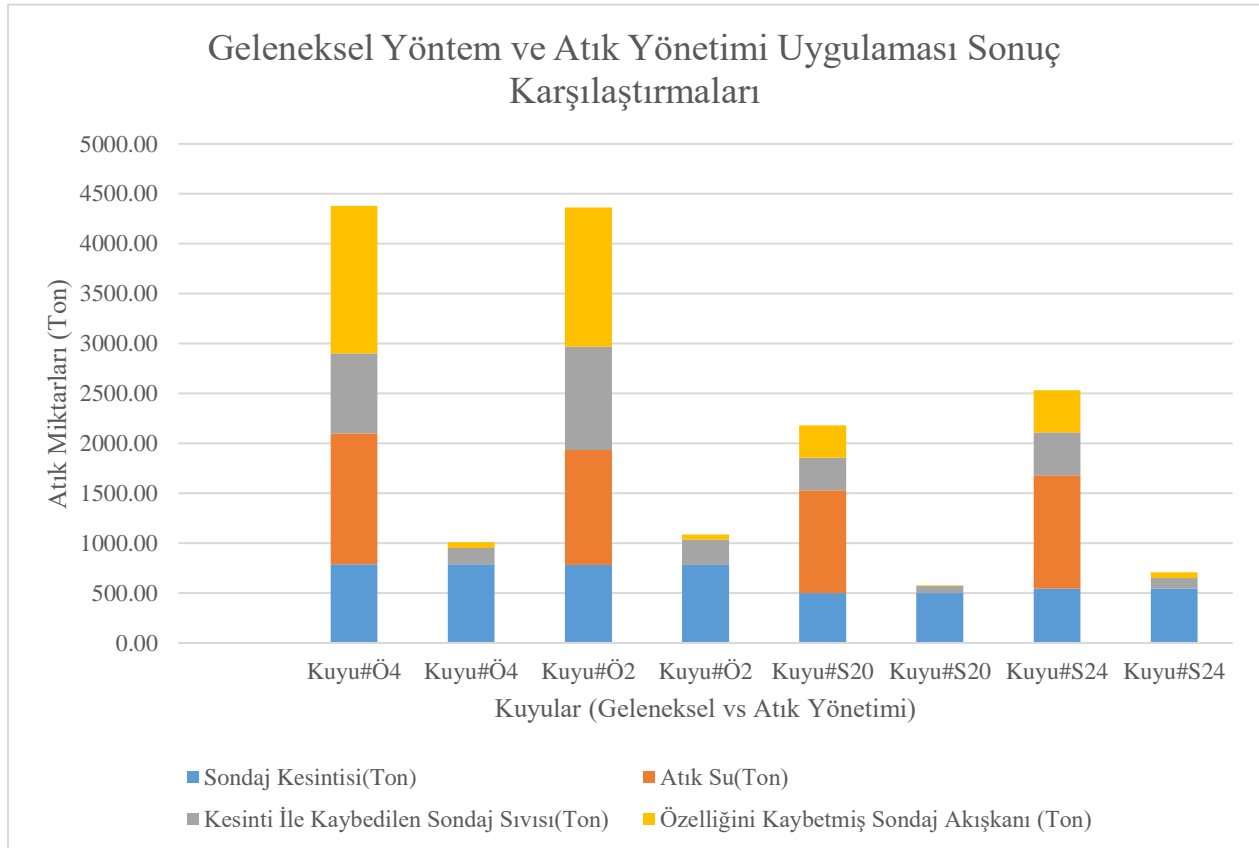
GEOS Enerji uyguladığı atık yönetimi programları ile aşağıdaki sonuçları elde etmiştir:

1. Oluşan toplam atık miktarında hacmen %70 üzerinde azalma
2. Oluşan toplam sıvı atık miktarında hacmen %90 üzerine azalma
3. Günlük su tüketiminde 15-20m³ seviyesinde azalma
4. Kimyasal katkı malzemelerinin tüketiminde %35-45 azalma
5. Katı atıkların kurutulmuş düşük nem oranına indirilmesi ve bu sayede düzenli depolama ve alternatif hammadde uygulamalarına uygun atık üretimi
6. Katı atıkların atık kamyonları ile taşınabilir hale gelmesi

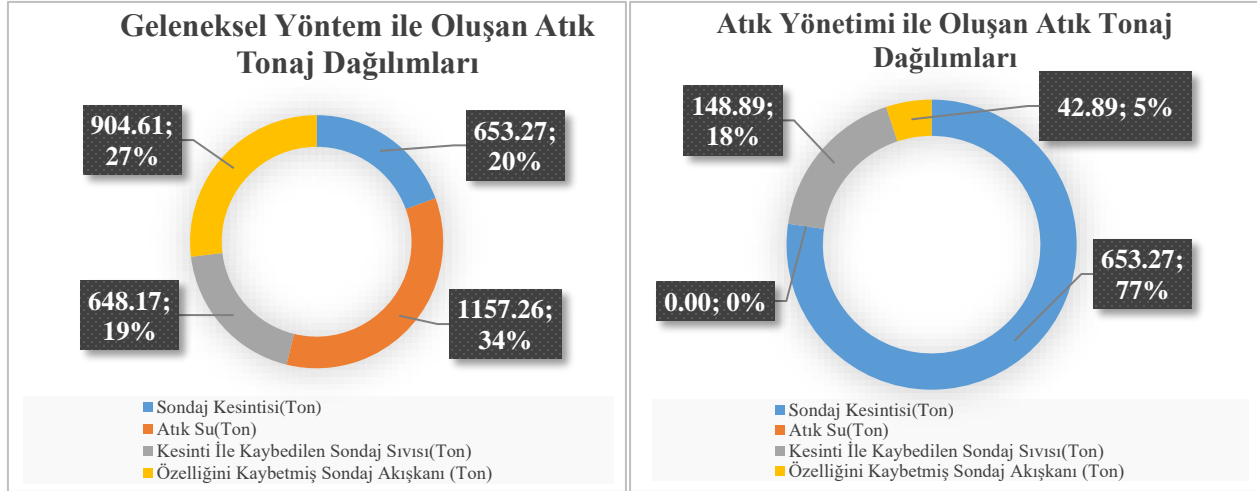
Madde madde yukarıdaki gibi sıralanabilecek sonuçların yanı sıra Atık Endüstrisi için de faydalı sonuçları olmuştur. Öncelikle atıklar sıvı ağırlıklı olmaktan çıkıp düşük nemli katı formuna kavuştuğu için daha önce taşınması, geri kazanımı veya bertarafı problemlili olan atık taşınabilir ve işlenebilir hale gelmiştir. Kalorifik değeri olmadığı ya da geri dönüşüm yapılamadığı için çok fazla rağbet görmeyen bu atıklar GEOS Enerji Atık Yönetim Sistemi ile çimento sanayiinde alternatif hammadde olarak kullanılabilir veya düzenli depolama tesislerine kabul edilebilecek hale gelmiştir. Ülke genelinde yapılan sondajların tamamı göz önüne alındığında milyon ton seviyesinde atığın nakliyesi, bertarafı veya hammadde olarak kullanımı milyonlarca liralık bir ekonominin de başlangıcını oluşturmaktadır.



Şekil 5 GEOS Enerji Atık Yönetimi Uygulaması Çamur Havuzu



Tablo I Geleneksel Uygulama ve Atık Yönetimi Sonucunda Oluşan Atık Miktarları ve Dağılımı



Tablo II Geleneksel Yöntem ve GEOS Enerji Atık Yönetimi ile Yapılan Sondajlarda Oluşan Atıklar Tonajları ve Dağılımları

KATKILAR

Sis Enerji A.Ş.'ye bu projenin uygulanması için verdiği destekten dolayı teşekkür ederiz.

BAŞVURULAR

- i. Engineers, A.A.o.D. (1999) Shale Shaker and Drilling Fluids Systems.
- ii. Landis, C.R., Collins, R.P., Anderson, E.A., Donald, D.M., Pullman, D.G. and Woods, R.H. (2013) Novel injection flocculation and compression dewatering unit for solids control and management of drilling fluids and methods relating thereto.
- iii. Mpfu, P., Addai-Mensah, J. and Ralston, J. (2004) Flocculation and dewatering behaviour of smectite dispersions: effect of polymer structure type. Minerals Engineering 17(3), 411-423
- iv. http://www.tpao.gov.tr/tp5/docs/rapor/sektorrapor_2806.pdf