

KATI ATIK VE ÇEVRE

Sayı 63 Temmuz 2006



KATI ATIK TÜRK MİLLİ KOMİTESİ



KATI ATIK ve ÇEVRE

Sayı 63, Temmuz 2006

İÇİNDEKİLER

Okurlarımıza.....	1
Madencilik Sektöründe Çevresel Yönetim Yaklaşımları Hasan KÖSEOĞLU, Selnur UÇAROĞLU	3
Analitik Hiyerarşi Prosesi (Ahp) Kullanılarak Katı Atık Düzenli Depolama Sahası Yer Seçimi Müfide BANAR, Ilgın POYRAZ ACAR, Aysun ÖZKAN, Barbaros Murat KÖSE.....	17
Tekstil Endüstrisinde Geri Dönüşüm, Tekrar Kullanım, Geri Kazanım Uygulamaları İ. Ethem KARADİREK Selnur UÇAROĞLU....	28
Toplantılar.....	36
Yayınlar.....	38
Yazım Kuralları.....	39

KATI ATIK KİRLENMESİ ARAŞTIRMA ve DENETİMİ TÜRK MİLLİ KOMİTESİ

Kurucusu	Prof. Dr. Kriton CURI
Sahibi	Prof. Dr. Günay KOCASOY
Editörler	Prof. Dr. Günay KOCASOY Prof. Dr. Bülent TOPKAYA
Yazı Kurulu	Prof. Dr. Necdet ALPARSLAN Prof. Dr. Günay KOCASOY Prof. Dr. Bülent TOPKAYA Doç. Dr. Selmin BURAK Yrd. Doç. Dr. Müfide BANAR
Hazırlayan	Arş. İpek YILMAZ
Kapak Tasarımı	Arş. Gör. Özgür Bülent YALÇIN

Üç ayda bir yayınlanır (Yerel süreli yayın)

Yazışma Adresi

Katı Atık Türk Milli Komitesi
Boğaziçi Üniversitesi, 34342 Bebek-İstanbul
kocasoy@boun.edu.tr, 0212-2652187

Çevreyi korumak için bu dergi geri kazanılmış kağıda basılmıştır.

OKURLARIMIZA

Avrupa Birliği'ne katılım süreci kapsamındaki tarama çalışmaları kapsamında Atık Çerçeve Direktifi, Depolama Direktifi, Tehlikeli Atıklar Direktifi v.d. ile ilgili görüşmeler 3-11 Nisan 2006 tarihinde yapılmıştır. Katı atık yönetimi kapsamında endüstriyel atık yönetiminin yanı sıra büyük çoğunluğu düzensiz özellikte olan katı atık depolama sahalarının rehabilitasyonu da büyük önem taşımaktadır. Bu sayıda endüstriyel atık yönetimi, düzensiz atık depolama sahalarının rehabilitasyonunda Kuşadası örneği ve düzenli depolama alanlarında kullanılan örtü sistemleri hakkında bilgi verilmesi amaçlanmaktadır.

Saygılarımızla,

Yazı Kurulu

MADENCİLİK SEKTÖRÜNDE ÇEVRESEL YÖNETİM YAKLAŞIMLARI

Hasan KÖSEOĞLU¹, Selnur UÇAROĞLU²

¹Süleyman Demirel Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Isparta
hasank@mmf.sdu.edu.tr

²Akdeniz Üniversitesi Müh. Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Antalya
selnur@akdeniz.edu.tr

ÖZET Günümüzde dünya üzerinde yükselen çevresel duyarlılık, şirketleri gönüllü olarak çevresel performanslarını yükseltmeye zorlamıştır. Bu bağlamda temiz üretim teknikleri ve temiz üretimin mümkün olmasını sağlayan çevre yönetim sistemleri ele alınmaya başlanmıştır. Madencilik sektörü ise çevreye zarar verebilme potansiyeli açısından önde gelen endüstri alanlarından biri olduğu için daima temiz üretim ve çevre yönetim sistemleri tartışmalarının önemli konu başlıklarından biri olmayı sürdürmüştür. Sanayileşme ve teknolojik gelişmeler için gerekli mineralleri elde eden madencilik sektöründe yapılan kontrolsüz çalışmaların çevreye ve insan sağlığına zararlı etkileri bulunmaktadır. Bu durumun kontrolsüz bir şekilde devam etmesi durumunda bu etkiler doğal kaynaklara ciddi zararlar verip bir ülkenin uzun vadeli gelişim potansiyelini etkileyebilir.

Bu çalışmada madencilik sektöründe çevresel yönetim yaklaşımları; yönetim sistemleri, çevresel etkiler ve denetim esasları konu başlıkları ile ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çevresel yönetim, Madencilik endüstrisi, Atık azaltımı, Temiz üretim, Sürdürülebilir kalkınma

APPROACHES OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN MINING INDUSTRY

ABSTRACT Today environmental sensitivity is became a rising trend all over the world and this situation enforce companies to improve their environmental performance voluntarily. In this sense, application of cleaner production techniques and environmental management systems are began to discuss. By the approach of environmental hazards, mining industry is one of the leading industries in the world. Therefore, mining industry is one of the major topics of the discussion of cleaner production and environmental management systems. Mining industry which is acquiring the necessary minerals for industrialization and technological development may perform uncontrolled actions during operations and hence may create serious hazards for environment and human health. Continuing of this uncontrolled situation may affect the long term development potential of a country because of the destruction of natural resources.

In this work the aim is to discuss the environmental management systems in mining industry by the titles of management systems, environmental impacts and principals of auditing.

Keywords: Environmental management, Mining industry, Waste minimization, Cleaner production, Sustainable development

1. GİRİŞ

Ekonomik ve ekolojik kaynaklara artan talep, beraberinde bu kaynakların azalması ve/veya tükenmesi sonucunu getirmiştir. Bu zorluğun çözüm arayışlarında ise sürdürülebilirlik kavramı ortaya çıkmıştır. Bu kavram ilk olarak 1987 yılında "Our Common Future" başlıklı bir BM komisyonu raporunda filizlenmiştir (Frenz, 2000). Sürdürülebilirlik kavramının temeli ekonomik büyüme ile beraber, kaynakların ve çevrenin korunmasına dayanır. Bu bağlamda temiz üretim teknikleri ve temiz üretimin mümkün olmasını sağlayan çevre yönetim sistemleri ele alınmaya başlanmıştır. Madencilik sektörü ise çevreye zarar verebilme potansiyeli açısından önde gelen endüstri alanlarından biri olduğu için daima temiz üretim ve çevre yönetim sistemleri, tartışmalarının önemli konu başlıklarından biri olmayı sürdürmüştür.

Sanayileşme ve teknolojik gelişmeler için gerekli mineralleri elde eden madencilik sektöründe yapılan kontrolsüz çalışmaların çevreye ve insan sağlığına zararlı etkileri bulunmaktadır. Potansiyel etkiler arasında hava ve su kirliliği, madencilik atıklarının bertarafı ve toprak bozunması gibi faktörler sayılabilir. Günümüzdeki daha güncel konular ise toksik kimyasalların kullanımı, tehlikeli atıkların bertarafı, kazaların önlenmesi ve kazalara hazırlıklı olunması ve ozona zararlı maddeler ile sera gazlarıdır. Dünyanın bir çok yerinde, çeşitli madencilik proseslerinden (cevher zenginleştirme, sıyırma madenciliği vb.), geniş toprak parçaları etkilenmekte ve çok çeşitli atıklar üretilmektedir. Bunlara örnek olarak, yüksek hacimlerde atık taş/kaya, önemli miktarda proses atığı, havaya karışan toz ve gaz emisyonları verilebilir (Biswas vd., 2000).

Bu durumun kontrolsüz bir şekilde devam etmesi durumunda bu etkiler doğal

kaynaklara ciddi zararlar verip bir ülkenin uzun vadeli gelişim potansiyelini etkileyebilir. Tabii ki daha iyi bir proje planlaması, temiz teknolojiler ve dikkatli bir saha işletimi sayesinde bu zararlı etkilerden kaçınılabilir. Sürdürülebilir madencilik stratejilerinin yaşama geçirilmesi sektörün en önemli hedefleri arasındadır (Dimitrakopoulos ve Richardson, 2000; Wiber, 2000; McAllister vd., 1999).

Günümüzde endüstrilerin karşı karşıya kaldığı bir çok çevresel husustan ötürü sistematik bir çevresel programın uygulamaya konması artık zorunlu hale gelmiştir. Bu tip bir program planlama, çevresel etki değerlendirme, proseslerin günlük olarak kontrol edilmesi, düzenli izleme ve çevresel performansın denetlenmesi gibi elemanlardan oluşur. Günümüzde artık bir çok kuruluş çerçevesi net olarak belirlenmiş çevresel yönetim sistemlerini (ISO 14000) uygulamaya koymaktadır. Yatırımcılar artık çerçevesi net olarak belirlenmiş bir çevre yasasını, yatırıma engel olan bir faktör olarak görmemekte, ancak yasalarda da sık sık değişiklikler ile karşılaşmak istememektedirler.

Madencilik sektöründe uygulanacak çevre yönetim sistemlerinin temelleri Deming Modeli'ne dayanmaktadır. Sistemin kurucusu olan Edwards Deming "Bölümler arasındaki engelleri yıkın. Üretim ve hizmet sisteminizi sürekli ve sonsuza dek geliştirin" der. Deming döngüsü PUKO yani Planla-Uygula-Kontrol Et-Önlem Al kademelerinden oluşmaktadır. PUKO metodolojisi tüm proseslere uygulanabilmektedir (Millioğlu, 2005).

2. ÇEVRE YÖNETİM SİSTEMİ

Günümüzde dünya üzerinde yükselen çevresel duyarlılık, şirketleri gönüllü olarak çevresel performanslarını

yükseltmeye zorlamıştır. 90'lı yılların ortalarından itibaren ISO 14001 ve benzeri çevresel yönetim sistemleri geliştirilmiş, 1999 sonunda ise 13,500 şirket ISO 14001 sertifikası almaya hak kazanmıştır (Burman ve Österlund, 2000).

Çevresel problemlerin çözümü için kullanılacak sistematik bir yaklaşım, mutlaka çevre yönetim sistemleri ile desteklenmelidir. Her ne kadar uluslararası ve ulusal yönetim sistemleri olsa da alanında lider firmaların yaptıkları özgün çalışmalarda incelenip adapte edilebilir veya özgün bir sistem geliştirilebilir. Şirketin kendi bünyesinde özgün bir sistem geliştirildiğinde, bu sistemin çalışanlar tarafından anlaşılması daha kolay olacaktır ve katılım daha fazla olacaktır. Bir şirketin çevresel sisteminde aşağıdaki bileşenler bulunmalıdır:

- Şirketin hedeflerini ve ana konuları tanımlayan açık bir politika,
- Çevresel koruma konularında yönetimin açık olarak katılımı ve sorumluluk alması,
- Sorumluluk sınırlarının net bir şekilde tanımlanması,
- Program için yeterli kaynak ayrılması,
- Deşarjlar ve saha güvenliği için açık ve anlaşılır işletme standartları ve hedefler,
- Çevresel performansın düzenli olarak gözden geçirilmesi (örn. denetimler),
- Eğitim programları ve çevresel riskler hakkındaki bilgilerin artırılması,
- Sahada gelişen tüm olaylar için raporlama ve soruşturma sistemi,
- Kazalar, dökülmeler ve yangınlar için etkin planlama,
- Şirket içi ve kamuya açık raporlandırma,

UNEP, ICC veya uluslar arası madencilik birlikleri (ICME gibi) bu tip sistemlerin

madencilik sektöründeki spesifik bir projeye nasıl uygulanabileceği konusunda danışmanlık hizmeti vermektedirler (Balkau F., 1995, a).

3. MADENCİLİK SEKTÖRÜNDE ÇEVRE YÖNETİMİ SİSTEMİ

3.1. Sektörün Tanıtımı

Madencilik sektörü, sanayileşmenin temel girdilerini üreten bir sektördür. Üretimin ve ihracatın zamanla tarımdan sanayiye kayması, sanayi için gerekli olan hammaddelerin nitelikli ve ekonomik olarak elde edilmesini gerekli kılmıştır. Madencilik sektörü, gelişmiş sanayi ülkelerinin hemen hepsinde ekonomik kalkınmayı başlatan öncü sektör görevini üstlenmiştir. Bu nedenle ülkemizde de madencilik sektörünün önemi günden güne artmaktadır (<http://www.immib.org.tr/>).

Ülkemizde, sektörün ülke ekonomisi içerisindeki yerinin tespit edilmesi bakımından, madencilik sektörünün GSMH içindeki payı incelendiğinde, 1999 yılında 884 trilyonluk katma değer ile %1,13 pay alan madencilik sektörü, 2000 yılında 956 trilyonluk katma değer yaratmış ve toplam GSMH içerisindeki payı %1,1 olarak gerçekleşmiştir. Sektör, 2001 yılında ise 2.128 trilyonluk katma değer ile toplam GSMH içinde %1,2 paya sahip olmuştur. Gelişmiş ülkeler incelendiğinde, madencilik sektörünün GSMH içindeki payı ABD'de %4,2, Almanya'da %4, Kanada'da %7,5 ve Avustralya'da %8,7 düzeyindedir (<http://www.dtm.gov.tr/>).

3.2. Planlama Evresi

3.2.1. Çevresel konuların gözden geçirilmesi

Tablo 1'de madencilik projeleri için göz önünde bulundurulması gereken ana

potansiyel etkiler görülmektedir. Bunların birçoğu iyi bir planlama ve işletim sayesinde engellenebilmekte veya kabul edilebilir değerlere çekilebilmektedir. Ancak çevresel konuların, bilimsel gelişmeler ve sosyal sorunlara artan ilgi nedeniyle devamlı geliştiği ve değiştiği göz önünde bulundurulmalıdır. Bunlar

uzun vadede ciddi çevresel ve ekonomik zararlar yaratabilecek potansiyele sahiptirler. Bu yüzden madencilik sektöründeki yetkililerin bu konulara da eğilmesi daha da önem kazanmaktadır (Balkau F., 1995, a).

Tablo 1. Madencilğin Bazı Potansiyel Çevresel Etkileri (Balkau F., 1995, a)

Çevresel Etkiler
Saha etrafındaki ve atık deponi sahasındaki doğal habitatın yok edilmesi
Emisyonlar ve deşarjlar neticesinde komşu habitatların yok edilmesi
Nehir rejimi ve ekolojisinde, birikimler ve akım modifikasyonu sonucunda oluşan değişimler
Akiferlerde değişim
Arazide gözlenen şekil değişimleri
Kapatmadan sonraki yetersiz rehabilitasyona bağlı toprak bozunması
Toprağın stabilitesinin bozulması
Tesislerdeki yapılarda olası aksamalardan kaynaklanabilecek tehlikeler
Terk edilmiş tesis, ekipman ve binalar
Kirlilik Etkileri
Maden sahasından yapılan drenaj (asitli maden drenajı dahil)
Maden sahasından gelen sediment akıntısı
Madencilik sonucu nehir yataklarında oluşan kirlilik
Sahadan gelen kanalizasyon atıkları
Yağ, benzin vb. döküntüler
Aritma artıkları ve dökülmeler sonucu toprak kirliliği
Sahadaki ve bertaraf alanlarındaki kirlleticilerin toprağa geçmesi
Mineral işleme prosesleri sonucu oluşan hava emisyonları
Yaşam alanlarına veya habitatlara yakın sahalara için toz emisyonları
Metan gazı yayılması
İşçi Sağlığı Etkileri
Kimyasallara, kirlilik kalıntılarına ve ürünlere temas
Toz solunması
Tesis içindeki bazı emisyonlar
Taşıma, patlatma ve yakma gibi belli sınırlar dahilinde yapılan proseslerden kaynaklanan emisyonlar
Sahada kullanılan asbest, siyanür, cıva ve benzeri toksik maddelere maruz kalma
Isı, gürültü ve titreşime maruz kalma
Tesis veya sahadaki fiziksel riskler
Gayrisihhi yaşam koşulları

3.2.2. Çevresel etkilerin önlenmesi çalışmalarının planlanması

Bir maden işletmesinden yayılan potansiyel tehlike, çevresel etki değerlendirme (ÇED) raporu ile saptanabilir. ÇED raporu aynı zamanda bu tehlikelerin yaratacağı etkilerden kaçınmak veya bu etkileri azaltmak için gerekli planlama ve işletim seçeneklerini de ortaya koyar. Ayrıca olası çevresel etkilerin sağlıklı analizi için bölgenin veya alanın daha önceki ekolojik yapısı ve

temeli bilinmelidir. ÇED proje aşamasında yani gerekli düzenlemelerin en kolay yapılabileceği aşamada gerçekleştirilirse

daha verimli olacaktır. Ancak şirketlerde halen ÇED'i, yasal düzenlemelerin gerektirdiği noktada yani en son aşamada ele alma eğilimi mevcuttur. ÇED'in daha net sonuçlar veren etkin bir araç olarak kullanılması için daha fazla çaba sarf edilmesi gerekmektedir. Ayrıca günümüzde GIS (Geographical Information System) gibi teknolojilerle çok daha anlamlı ve geçerli ÇED raporları oluşturmak mümkün hale gelmiştir (Berry ve Pistocchi, 2000).

Günümüzde çevresel korumanın, ÇED raporunun alınması ile tamamlanmadığı artık açıktır. Maden tesisinin işletim süresi boyunca iyi bir çevresel performans

sergilemesi, tüm tesisin her yönüyle (yan üniteler dâhil) devamlı kontrol edilmesi ile mümkün olabilir. Büyük çaplı bir proje için ise bu kontroller bir “çevre yönetim sistemi” kapsamında gerçekleştirilmelidir. Periyodik olarak gerçekleştirilen denetimler sayesinde mevzuatlara uyumluluğun kontrol edilmesi ve “çevre yönetim sistemi”nin ne kadar etkin çalıştığının izlenmesi gittikçe yaygınlaşmaya başlamıştır. Ayrıca enerji kullanımı, saha kontaminasyonu, emisyonlar, atıklar, çalışanların sağlığı ve güvenliği gibi konularda spesifik denetimler yapılabilir. Küçük çaplı işletmeler, bu tip yönetim ve denetim sistemlerini anlamak ve kabullenmekte daha fazla zorlanabilirler, bunun için bu tip işletmelerde farklı yönetim ve denetim sistemleri uygulanabilir. Ayrıca bu tip işletmeler yönetim ve denetim sistemlerini kendileri kurup işletmekte yetersiz kalabilirler. Bu durumlarda yetkililer tarafından bu denetimler yapılmalı veya bu denetimleri yapacak kolektif bir yapı oluşturulmalıdır(Balkau F., 1995, a).

3.2.3. Çevresel yönetmelikler

Çevresel yönetmelikler, bir toplumun sosyal ve ekolojik değerlerinin korunmasını emniyet altına alır. Bu yönetmelikler oturtulabilirse, sektörlere sağlam bir çerçeve çizebilmektedirler. Çevresel yasaların içerdiği konular ana hatlarıyla şunlardır: ÇED veya diğer çevresel planlamalar, doğal alanların, tehlike altındaki türlerin, flora ve faunanın korunması, kültürel miras, yerli kültürler, su kalitesinin korunması (geçmişte deşarjlar, çıkış suyu deşarj standardına göre yapılırken artık eğilim alıcı ortam standardına göre deşarj yapılmasıdır), emisyonları sınırlandırmak ve insanların maruziyetini azaltmak için temiz hava yasaları, toprak kirliliğinin kontrolü.

Gürültü kirliliği, atık bertarafı ve kimyasalların kontrolü gibi diğer konularda çevresel yasalar doğrultusunda

düzenlenirler. Ayrıca bazen çevre koruma ile ilgili konular madencilik ile ilgili yasalarda da yer alabilirler. Örneğin; proseslerin güvenliği ve kimyasal maddelere maruziyetin azaltılması, atıksuyun arıtılması ve kontamine olmuş runoff’un kontrolü, hem işletim esnasında hem de sonrasında toprak erozyonunun önlenmesi ve yeşillendirme çalışmaları, katı atık bertarafı ve sahanın restorasyonu ile tüm ekipmanların sahadan uzaklaştırılması. Bu yasaların uygulanması ve kontrolünün sağlanması için yeterli kaynak ve çalışan personel olması gerekir. Birçok ülkede endüstriyel lisanslar ve izin harçları, gerekli kaynakları finanse edebilecek düzeyde tutulmaktadır.

Günümüzde artık hükümetlerde çevresel çalışmalar için ayırdıkları ödenek miktarlarını arttırmaktadırlar. Çevre bakanlıkları çevre koruma standartlarını oluşturmaya ve geliştirmeye, ÇED raporlarını gözden geçirmeye, yapılan planlamaları onaylamaya odaklanmışken madencilik bakanlıkları tesis izinlerinin idaresi, deşarjları düzenleme rehabilitasyon gibi konuları yaşama geçirmeyi yüklenmiştir (Balkau F.,1995, a).

3.3. Faaliyet Evresi

3.3.1. Temiz madencilik için teknoloji ve prosedürler

Çevreye hızlı biçimde zarar veren etkilerden kurtulmanın en etkili yollarından biri, uygun teknolojileri ve işletim prosedürlerini seçebilmektir. Bu tip bir çalışma planına uymak isteyen büyük çaplı bir işletme, güvenli bir çalışma ortamı oluşturmalı, sahaya ve yakın çevresine olan etkilerini minimum seviyede tutmaya çalışmalıdır. Kullanılan proseslerde, mevcut prosesler içerisinde en az atık deşarj eden proses tercih edilmelidir. Mümkün olan en yüksek miktardaki su tekrar kullanılmak üzere geri dönüştürülmeli, deşarj edilecek kısım

ise arıtmadan geçirilmelidir. Ayrıca madencilik sektöründe, geri dönüşüm ve geri kazanım ile ilgili çalışmalar incelenebilir (Mogi vd., 2000; Koca vd., 2000; Hall, 2000).

Kimyasal maddelerin taşınmasında güvenli metotlar uygulanmalıdır. Çalışanların tehlikeli maddelere maruziyeti, kişisel güvenlik ekipmanlarının kullanımı ve eğitimler ile azaltılmalıdır. Ortaya çıkan atıkların bertarafı, ekoloji ve güvenlik kriterlerine uygun olarak yapılmalıdır. Sahanın kapatılmasından sonra tüm ekipmanlar buradan taşınmalı ve gerekli restorasyon çalışmaları yapılmalıdır. Küçük çaplı işletmeler söz konusu olduğunda, tüm bu güvenlik ve yönetim sistemlerinin uygulanması madencilik kooperatifleri veya benzeri oluşumlar tarafından desteklenmelidir. Ayrıca küçük çaplı işletmelerin örnek alabileceği örnek çalışmalar sunulmalıdır. Cıva ve siyanür gibi zararlı ve tehlikeli maddelerin yerine kullanılacak alternatif kimyasallar veya prosesler desteklenmelidir.

Madencilik sektöründe yapılacak tüm çalışmalar, "Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi - YDD (Life Cycle Assessment)" kapsamında yapılmalıdır. YDD, proseslerin çevresel değerlendirilmesi yapılırken destek sağlayabilen bir elemandır. Özellikle sahaya özgü bilgilerin elde edilemediği durumlarda çok daha fazla yarar sağlamaktadır (Stewart ve Petrie, 1996; Giurco vd., 2000). UNEP veya benzeri örgütlerin çıkardığı yayınlar ile temiz teknolojiler ve proses opsiyonları incelenebilir. Ancak bir teknoloji ne kadar iyi olursa olsun işletilebildiği kadar etkin çalışır. Bu noktada bu teknolojiyi uygulayacak yönetimin önemi ortaya çıkmaktadır (Balkau F., 1995, a).

3.3.2. Bazı özel çevresel konuların yönetimi

3.3.2.1. Sahaların rehabilitasyonu

Günümüzde toplum, maden şirketlerinden, kapatılan sahaların rehabilite edilmesi sorumluluğunun altına elini daha fazla koymasını beklemektedir. Şirket yöneticileri bu beklentiye şu anda sürdürmekte oldukları rehabilitasyon çalışmalarına eski sahaları da entegre ederek cevap verebilirler. Ayrıca rehabilite edilmiş veya kapatılmış sahaların farklı amaçlarla (çöp deponi sahası vb.) kullanımında gündeme gelmiştir (Ciccu vd., 2000). Bunun yanında bertaraf edilmesi gereken bazı malzemeler (atık taş/kaya vb malzemenin dolgu malzemesi olarak kullanılması gibi) rehabilitasyon çalışmaları sırasında kullanılarak atık vasfından kurtulurlar (Matsui vd., 2000). Rehabilitasyon çalışmaları sırasında yaşanabilecek yetki ve sorumluluk karmaşası ve izlenebilecek yöntemler gibi hususlar bazı yayınlarda incelenmiştir. (Waggit, 2000; Bonifazi vd., 2000; Visser, 1994; Visser, 1995).

3.3.2.2. Tehlikeli kimyasal atıklar

Tehlikeli kimyasallar; güç üretimi, yabani otlarla mücadele (kullanılan pestisitler ve bunların ambalajları), korozyon kontrolü (boyalar ve kostik temizleyiciler), tamirhaneler (yağlar, çözücüler, piller) ve laboratuvarlar (laboratuvar kimyasalları) gibi yan ünitelerden gelebilmektedir. Tüm bu noktalarda ve esas üretim proseslerinde kullanılan tehlikeli kimyasalların miktarı azaltılabilmektedir.

3.3.2.3. Tehlikeli maden atıkları

Basel Konvansiyonu kapsamında, tehlikeli maden atıklarının sınır ötesi taşınımına ilişkin (proses artıklarının geri kazanım için başka bir noktaya nakli dahil) sıkı düzenlemeler yapılmıştır. Bu konvansiyonun özellikle bazı madencilik

çalışmaları üzerinde ilave kontrol prosedürlerine (kimyasal analiz, dokümantasyon, sigorta taahhütleri) ihtiyaç duyulması sebebiyle hatırı sayılır bir etkisi olmuştur.

3.3.2.4. Kimyasal güvenliği

Cevherlerden yayılan kontaminantların yanında, dışarıdan gelen tüm kimyasallara maruziyetin azaltılmasını kapsar. Tesis yöneticileri kullanılan kimyasallar için tüm kullanım süresini kapsayan bir yaklaşım geliştirmeli ayrıca materyal yönetim planı oluşturmalarıdır. Bu plan kapsamında, kullanılan kimyasalların özellikleri, çevreye ve insana olabilecek potansiyel etkileri, nasıl taşınacağı ve depolanacağı gibi bilgileri içeren malzeme güvenlik formları oluşturulmalıdır.

3.3.2.5. Kazaların önlenmesi ve alınacak tedbirler

Kimyasal kazalarından ve fiziksel tehlikelerden kaynaklanan riskler, birçok büyük maden işletmesinde her zaman mevcuttur. Özellikle Türkiye'de madencilik sektörünün en riskli endüstriyel kollardan biri olduğu, SSK verilerine bakarak görülebilmektedir. Buna göre kömür işletmelerinde iş kazaları inşaat sektöründen sonra ikinci sırada, mesleğe bağlı hastalıklarda üçüncü sırada, kalıcı sakatlık ve ölümlerle sonuçlanan kazalarda ise birinci sırada gelmektedir (Selçuk vd., 2000). İş ve işçi sağlığı, çalışılan ortamın güvenliği ile ilgili bir çok araştırmada yayınlanmıştır (Golledge ve Stokes, 1985; Peay ve Schaffer, 1985; Butani, 1988; Hayduk ve Ritzel, 1988; Leigh vd., 1991; Bozkurt, 1993; Turin vd., 1995). Bu yüzden sektörde kazalara karşı bilinçlendirme çok büyük önem arz etmektedir. Kaza önleme ile ilgili yürütülen programların en önemli halkalarından biri sektör içi ve toplumsal iletişimidir. Bu sayede olası bir tehlikeye karşı çalışanlar ile birlikte yöre halkı da

aydınlatılmış olacaktır. UNEP'in APELL programı bu tip programlar için bir model oluşturmaktadır. Ayrıca literatürdeki kaza önleme analizi metotları (Gallagher vd., 1992; Littleton vd., 1992; Bhattacharjee vd., 1992; Staley ve Foster, 1996). ve risk değerlendirme çalışmaları incelenebilir (Simpson ve Moulton, 1995; Rowell, 1996; Staley, 1996; Van Der Vyer, 1997. Davies, 1997.).

3.3.2.6. Enerji ve global iklim değişiklikleri

Madencilik ve bağlı kolları enerjiye aşırı bağımlı sektörlerdir. Bu yüzden karbondioksit emisyonları ile ilgili her tür düzenleme bu sektörü önemli oranda etkiler. Sonuçta enerji verimliliği ile ilgili çalışmalar önem kazanmaktadır. Madenlerden yayılan metan gazı da önemli bir sera gazı olduğundan ele alınması gereken diğer bir konudur.

Madencilik endüstrisinin kullandığı ekipmanlar ile yaydığı zararlı gaz emisyonları için etkin bir eylem planı ortaya konmalıdır. Bu noktada sektörün kullandığı ekipmanları daha verimli çalışan ve çevreye daha az atık yayan yeni nesil ürünlerle değiştirmesi gereği ortaya çıkmaktadır. Yani çevre kirliliğini önlemenin etkin bir yolu da yeni teknolojik gelişmeleri izleyip bunları sisteme entegre etmektir (Leslie, 2000). Sektörün ürettiği zararlı emisyonlara örnek olarak CO₂, CO, NO_x, SO_x, Pb gazları ve tozlar verilebilir (Singh vd., 2000).

3.3.3. Madencilik yönergesi ve eğitim öncelikleri

Bahsedilen tüm bu konular hakkındaki yönergeler, değişik kaynaklardan elde edilebilir. UNEP'in hâlihazırda kaynakları olmakla beraber ICME gibi sektör birlikleri düzenli aralıklarla yönergeler hazırlamaktadır. Ayrıca birçok firma, enstitü veya sektör birlikleri temiz teknolojiler içeren madencilik çalışmaları

hakkında teknik raporlar hazırlayıp sunmaktadır. Bu raporlarda ilgili teknolojiler ayrıntılı olarak irdelenmektedir. Ayrıca bu tip dokümanlardaki teorik bilgilerin uygulamaya aktarımı için UNEP gibi organizasyonlar tarafından üst düzey hükümet ve şirket çalışanları için çevresel eğitim çalışmaları düzenlenmektedir. Bu çalışmalardaki amaç çevresel değerlendirme, denetleme, izleme ve çevresel programların kurulumu hakkındaki pratiğe yönelik becerilerin artırılmasıdır. Bu çalıştaylar, diğer organizasyonlar ve endüstri ile eşgüdümlü olarak gerçekleştirilmektedir. UNEP'in 1994 yılında yaptığı bir araştırmada, yeni mezun maden mühendislerinin bile çevresel problemler ve bunlar ile nasıl başa çıkılacağı konularında yeterli bilgiye sahip olmadıkları görülmüştür. UNEP ve benzeri kuruluşlar, seçilen bazı madencilik okullarında pratik çevre eğitimini geliştirmek üzere çalışmalar yapmaktadır (Balkau F., 1995, a).

3.4. Kontrol Evresi

3.4.1. Çevresel denetim prensipleri

Çevresel denetimlerin esas amacı çevresel performansı ölçmektir. Bu denetimi gerçekleştirmek için iki ayrı cepheden değerlendirme yapılabilir. İlki izlemesi yapılan mevcut çevresel durum, ikincisi ise çevresel performansı kontrol etmekte kullanılan yönetim sistemi. Mevcut çevresel durumun analiz edilmesi atık üretimi, enerji kullanımı, kimyasal güvenliği, saha kontaminasyonu ve diğer ilgili çevresel konuları kapsayan bir teknik denetim yoluyla yapılabilir. Ayrıca yönetmeliklere uyumlulukta bu denetim kapsamında incelenir. Bu denetimlerin her biri, teknik kılavuzlarda tanımlanan spesifik metodolojiler yoluyla yapılır. Yönetim denetimleri ise uygulanan çevre yönetim sisteminin çevresel performansı doğru olarak kontrol edip edemediğini

inceler. Yönetim sistemleri; yasalar, prosedürler, yetkililer, yönetim, bütçe, iletişim, izleme, raporlama, çalışanların motivasyonu ve eğitimi gibi konuları içerirler. Denetimde tüm bu bileşenler sıra ile incelenir. Denetimler özenli bir hazırlık safhası, denetim esnasında ciddi bir destek ve sonuçların etkin bir biçimde rapora dökülmesini gerektirir.

Denetimler şirketin kendisi tarafından veya diğer danışmanlık firmaları tarafından yapılabilir. Elde edilen sonuçlar, çalışanlar ve toplum ile paylaşılabilir. Ancak genelde bu denetimler, şirketin kendi içinde gerçekleştirilen ve gizli tutulan bir yönetim aracı olarak görülme eğilimindedir. Özellikle büyük madencilik şirketlerinin, bu denetimler ile ilgili önemli deneyimleri mevcuttur.

Günümüzde birçok madencilik firması, ÇED veya benzeri değerlendirmeler için önemli bütçeler ayırmaktadır. Daha gelişmiş ekipmanlar ile çalışmakta, işletim prosedürleri daha dikkatli hazırlanmakta, bozulma gözlenen toprak parçalarında restorasyon yapılmakta ve iş güvenliği prosedürleri uygulanmaktadır (Balkau F., 1995, b).

Yapılan tüm bu denetimlerin nihai hedefi ise şu soruların cevaplarını almaktır:

- Çevreye zararlı etkilerde bir azalma gerçekleştirildi mi?
- Çevreye zararlı etkilerin hangileri aynen devam etmektedir?
- Uygulanan önlemler sayesinde yönetmeliklere uyum sağlanabildi mi?
- Gelmekte olan yeni çevresel konular konusunda yeterli hazırlık var mı?
- Çevresel yönetim hedefleri konusunda sorumlu kişi ve/veya bölüm kim? Hedefler neler?

3.4.2. Denetimin rolü ve geçmişi

ICC'ye göre çevresel denetim, çevre yönetim sisteminin ne kadar iyi çalıştığına sistematik ve belgeye dayalı objektif bir değerlendirmesini gerçekleştiren bir yönetim aracıdır. Denetimin sonucunda şirket, çevresel performansı konusunda ve çevresel konuları nasıl yöneteceği konusunda bilgilendirilmiş olur. Ayrıca yönetmeliklere uyumluluğun sağlanmasının yanında işletme masraflarının düşürülmesi, daha az atık üretilmesi, kazaların ve arızaların azalması, işletim prosedürlerinin iyileştirilmesi gibi birçok pratik fayda sağlanmaktadır. Ayrıca şirketin, yeni gelişen çevresel konulara çok daha kolay uyum sağlayabilmesini sağlar. Denetim sonucunda şirketin fayda/maliyet oranı iyi olan planlanmış bir çevresel yönetim yaklaşımına mı, yoksa çok daha maliyetli olan; problemler oluştuğundan sonra hasarların giderilmesi esasına dayanan kriz yönetimi yaklaşımına mı sahip olduğu ortaya çıkar.

Çevresel denetimler, incelenecek konuya göre değişen yollarla gerçekleştirilebilir. Yönetmeliklere uyumluluk konusu, genelde çevresel denetimlerin en önemli bölümünü oluşturur. Şirketin çevresel denetimleri ise sadece deşarjların ve emisyonların ekolojik etkisi ve yönetmeliklere uyumu değil, çevresel kontrolün sorumluluğu, bu işlere harcanan kaynaklar ve ödenekler, güvenlik ve koruma için konan kuralların etkinliği gibi çok daha geniş kapsamlı konuları ele alır. Birçok madencilik firması günümüzde şirket içi denetimler gerçekleştirmektedirler. ICME kendi üyelerinden bazılarının denetim metodlarını gözden geçirmektedir. Daha öncede belirtildiği üzere birçok firma, denetimleri şirket yönetim planının bir parçası olarak görmekte ve kendi gerçekleştirmektedir. Bununla beraber danışmanlık firmalarının yaptıkları denetimlerinde bazı cephelerden avantajlı

olabileceğini bilmek gerekir. Denetimler, şirketin kendi oluşturduğu bir denetim takımı ile veya şirket dışından çevresel konulara hakim denetimler getirilerek gerçekleştirilebilir. Her iki yöntemde de denetimin yanlışlıklar için suçlayıcı bir mekanizma değil, hataların nerede ve neden kaynaklandığını inceleyen ve sonrasında sistemin geliştirilmesi için öneriler getiren bir süreç olduğu akıldan çıkarılmamalıdır.

Atık ve emisyon denetimlerinde, bir proseste önemli atıkların nereden kaynaklandığı ve neden yayıldıkları incelenir. UNEP ve UNIDO bu tip atık denetimleri için kapsamlı kılavuzlar hazırlamışlardır. İzlenen prosedürün bir örneği Tablo 2'de verilmiştir (Balkau F., 1995, b).

3.4.3. Denetim prosedürlerinin amacı ve faaliyet alanı

Çevresel denetimlerin ana amacı, zararlı etkilerin yönetimi hakkında önemli bilgiler sağlayarak çevrenin korunmasına yardımcı olmaktır. Bu arada kaynakların verimli kullanımı ile tasarrufta sağlanmaktadır. Diğer bazı yararlar ise şunlardır: şirketler arasında karşılaştırma ve bilgi değişimi, çevresel politikalar ve sorumluluklar hakkında çalışanların farkındalığının artırılması, olası tasarruf kaynaklarının tanımlanması, yönetim için çevresel bilgi temeli sağlanması, iyi çevresel performansın yönetim tarafından ödüllendirilmesinin veya değerlendirilmesinin önünü açması, yetkililerle ve/veya etkili organlarla yapılan görüşmelerde fayda sağlanması, çevre ile ilgili konularda yapılan sigorta işlemlerini kolaylaştırması ve maliyetleri azaltması.

Bir denetimin esas faaliyet alanı yapılan denetimin amacına göre değişecektir. Örneğin amaç sadece enerji kullanımı sonucu oluşan atıkların deşarjı ise bu prosesin işletim detayları yakından incelenirken yönetim ile ilgili faktörler

daha geri planda kalır. Şirketin bütünsel olarak ele alındığı denetlemelerde ise yönetsel organizasyonun denetlenmesi daha ön plandadır (Balkau F., 1995, b).

3.4.4. Şirket yönetim denetimleri

Şirketin gerçekleştirdiği çevresel denetimler; sahanın çevre üzerindeki etkisi, yönetmeliklerle uyumluluk, sahada üretilen atıkların yapısı ve miktarı, atık üretiminin azaltılması için olası imkânların değerlendirilmesi, olası kazaların ve rutin olmayan olası deşarjların risk analizi ve yönetimin yeterliliği gibi değerlendirmeleri kapsamaktadır. Elde edilen sonuçların analiz edilmesi ile şirketin çevre yönetimi için kullandığı prosedürler daha da geliştirilebilir.

3.4.5. Atık ve emisyon denetimleri

Bu denetimin amacı genelde sahadaki tüm önemli emisyon kaynaklarını tanımlamak özelde ise bunların neden oluştuklarını incelemektir. Denetim tekniği

basitçe kütle dengesi hesabına dayanmaktadır. Tesise giren hammadde ve diğer maddeler ile çıkan ürünler ve atıklar birlikte ele alınır. Genel değerlendirme Tablo 2'de görülen basamaklar ile yapılmaktadır.

3.4.6. Enerji denetimleri

Madencilik işletmelerinde yapılacak detaylı bir çalışma sonrası enerji tüketimlerini azaltmak mümkün olmaktadır. Bu çalışmalar kapsamında daha verimli işletim prosedürleri uygulamaya konmaktadır. Enerji tüketiminin azaltılması firmaya iki yönlü bir kazanç getirmektedir. İşletmenin enerji masrafları azalırken, aynı zamanda emisyonlara bağlı olarak çevreye verilen zarar azalmaktadır. Enerji denetimleri de, diğer denetim esaslarına sadık kalınarak yapılmaktadır. Aynı zamanda enerji tüketen belli noktalar (fırınlar, ışıklandırma, basınçlı hava sistemleri, sahada kullanılan motorlu araçlar vb.) için spesifik teknik kılavuzlar bulunmaktadır.

Tablo 2. Madencilik Sektöründe Atık ve Emisyon Denetimi için Ana Esaslar (Balkau F.1995, b)

Faz 1: Ön Değerlendirme
Denetim Hazırlığı
Adım 1: Denetim ekibinin hazırlanması ve organizasyon
Adım 2: Prosesleri temel işlemler bazında ayırmak
Adım 3: Temel işlemler bazında proses akım diyagramları oluşturmak
Faz 2: Kütle Dengesi
Proses girdilerinin tanımlanması
Adım 4: Girdilerin belirlenmesi
Adım 5: Su kullanımının kaydedilmesi
Adım 6: Atıkların geri dönüşümü ve yeniden kullanılması hakkındaki mevcut durum
Proses çıktıların tanımlanması
Adım 7: Ürünlerin ve yan ürünlerin miktarının ölçülmesi
Adım 8: Atıksuyun hesaplanması
Adım 9: Gaz emisyonlarının hesaplanması
Adım 10: Saha dışı atıkların hesaplanması
Kütle dengesinin kurulması
Adım 11: Girdi ve çıktı bilgilerinin bir araya getirilmesi
Adım 12: Ön kütle dengesinin kurulması
Adım 13 ve 14: Kütle dengesinin değerlendirilmesi ve iyileştirilmesi
Faz 3: Sentez
Atık azaltımı alternatiflerinin tanımlanması
Adım 15: Sahaya uygulanması mümkün atık azaltımı yöntemlerinin tanımlanması
Adım 16: Problemleri atıkların karakterizasyonu
Adım 17: Atıkların ayrılma olasılığının değerlendirilmesi
Adım 18: Uzun vadeli atık azaltımı yöntemlerinin tanımlanması
Atık azaltımı alternatiflerinin değerlendirilmesi
Adım 19: Atık azaltımı alternatiflerinin çevresel ve ekonomik yönleriyle değerlendirilip ortaya konması, uygulanabilir olanların listelenmesi
Atık azaltımı planının hazırlanması
Adım 20: Atık azaltımı planının tasarımı ve uygulanması

3.4.7. Diğer denetimler: Saha, güvenlik, sağlık, acil durum

Saha güvenliği, işçi sağlığı, endüstriyel hijyen ve acil durumlara hazırlıklı olunması gibi konularda denetim prosedürleri ile kontrol altında tutulmaktadır. Bu denetimlerde, yukarıda bahsedilen denetimlere paralel olarak, problemin kaynağının ve etkilerinin belirlenmesi ve düzeltici uygulamanın yaşama geçirilmesi yoluyla yapılır.

3.4.8. Denetim standartları

Günümüzde birçok sektörde çevresel denetimler için teknik kılavuzlar bulunmaktadır. Bu kılavuzlar sadece yol göstermek için önerilerde bulunmaktadır. Bu sebeple her tesis bu önerileri kendi proseslerine uyumlu olacak şekilde adapte etmelidir. Bu sayede söz konusu tesis için prosedürlerin uygulanmasında bir esneklik sağlanmış olmaktadır ((Balkau F., 1995, b).

3.4.9. Denetimde izleme, raporlama ve değerlendirme

3.4.9.1. İzleme

Denetimin tabanı bilgiye dayanmaktadır. İzleme ise bilginin doğru olup olmadığını veya ne kadar doğru olduğunu inceler. Bir işletmenin çevresel parametrelerinin izlenmesi için kapsamlı bir sistem oturtulmalıdır. Öncelikle tesis etrafındaki çevresel kalitenin mevcut durumunun tespitinin yapılması gerekmektedir. Böylece gelecekteki çevresel değişimlerin

değerlendirilmesi daha sağlıklı olarak yapılacaktır. Bir diğer aşama ise tesisin işletimi esnasındaki deşarjların ve emisyonların izlenmesidir. Bu sistemin yaratılması ve uygulanması ise belirli bir çevresel, istatistiksel ve mühendislik bilgi altyapısını gerektirmektedir. Denetleme gibi izleme yöntemleri de ulusal veya uluslararası kontrol prosedürleri

rehberliğinde gerçekleştirilmelidir. Örneğin Amegbey ve Ndur tarafından yapılan bir çalışmada, Gana'daki önemli bir maden tesisinden havaya yayılan partiküller izlenmiştir. Bu çalışmada tesisten yayılan partiküllerin oluşturduğu kirliliğin kaynakları, taşınım yolları ve sonuçları irdelenmiştir (Amegbey ve Ndur, 2000).

3.4.9.2. Raporlama

Bir şirketin çevresel performansı konusunda sadece yönetim değil devlet ve toplum örgütleri de bilgi sahibi olmak isteyebilirler. Günümüze kadar şirketlerin denetim sonuçları için geliştirdiği bakış açısı, bunların şirketin yönetim planları dâhilinde gizli kalması gereken bilgiler olduğu şeklindeydi. Ancak günümüzde birçok şirket, artık çevresel performanslarını şeffaf bir şekilde sunmakta ve bundan toplumsal bir prestij sağlayabilmektedir (Balkau F., 1995, b).

4. SONUÇ

Madencilik sektörü çevreye zarar verebilme potansiyeli açısından önde gelen endüstri alanlarından biri olduğu için daima temiz üretim ve çevre yönetim sistemleri tartışmalarının önemli konu başlıklarından biri olmayı sürdürmüştür. Madencilik sektöründe ekonomik kazançların yanında kaynakların ve çevrenin korunmasında önemli bir nokta olduğu, bu bilince sahip olmadan üretim yapan şirketlerin kaynakları verimsiz ve tehlikeli biçimde işlemesi sonucu uzun vadede global çapta ekonomi, ekoloji ve sağlık felaketlerine yol açacağı anlaşılmıştır. Bu kapsamda sürdürülebilir kalkınma esaslarına uygun bir madencilik felsefesi geliştirilmeye çalışılmış ve bu hedefe ulaşılabilmesi için çevre yönetim sistemlerinden faydalanılmaya başlanmıştır. Madencilik sektöründeki çevresel yönetimin en önemli ayaklarının; projelendirme öncesi yapılması gereken

ÇED, çevreye daha az zarar veren yeni ve temiz teknoloji kullanımı, sağlıklı bir atık yönetimi ve etkin bir denetim olduğu görülmüştür. Bunların yanında halk ve çalışan personelin eğitimi ve bu eğitimin öncelikleri, denetim prosedürlerinin amacı ve kapsamının net olarak belirlenmesi, çevresel performansın izlenmesi ve rapor haline getirilmesi gibi tamamlayıcı konularda etkin ve entegre bir çevresel yönetim yaklaşımının tamamlayıcı bileşenleridir.

Çevresel yönetim sistemlerinin uygulanması ve sağlıklı bir şekilde işletilmesi sonunda enerji ve atık miktarları konularında genellikle çok önemli tasarruflar elde edilebilmektedir. Sürdürülebilirlik kavramının uygulanmasını sağlayan çevresel yönetim sistemi aynı zamanda uygulayıcı şirketlere ekonomik yararlar sağlamaktadır. Bunun yanında toplumsal itibarı göreceli olarak düşük olan ve bu yüzden hareket alanları sınırlanan madencilik sektörüne haklı bir prestij ve hareket serbestisi getirecektir.

5. KAYNAKLAR

Balkau F. Management of environmental issues at mines—an international perspective. First World Mining Environment Congress, New Delhi, India, 1995, a.

Balkau F. Environmental auditing at mines. First World Mining Environment Congress, New Delhi, India, 1995, b.

Bozkurt, R. Application of the modern accident prevention techniques to OAL mines (TKI). Master Thesis, METU, Ankara, 1993.

Amegbey, N. & Ndur, S. Air particulate matter monitoring in a major Ghanian mining town— The case study of Tarkwa. Conference on environmental

issues and management of waste in energy and mineral production, Canada, 2000.

Berry, P., & Pistocchi, A. A multicriterial geographical approach for the environmental impact assessment of open-pit quarries. Conference on environmental issues and management of waste in energy and mineral production, Canada, 2000.

Bhattacharjee, A., Ramani, R.V. & Natarajan, R. Injury Experience Analysis for Risk Assessment and Safety Evaluation. Mining Engineering. 44 (12): 1461-1466, 1992.

Biswas, T., Babu, Rao B., Sinha, B.P., Coste, B., Cottard, F. & Jucker, C. Regional environmental assesment and management of mines in India. Conference on environmental issues and management of waste in energy and mineral production, Canada, 2000.

Bonifazi, G., La Marca, F., Massacci, P. & Matocci, A., Soil venting for site remediation after hydrocarbon pollution. Conference on environmental issues and management of waste in energy and mineral production, Canada, 2000.

Burman, J.O. and Österlund S-E. Using ISO 14001 as a structure for integrated environmental training, Conference on environmental issues and management of waste in energy and mineral production, Canada, 2000.

Butani, S.J. Relative risk analysis of injuries in coal mining by age and experience at present company. Journal of occupational accidents. 10 (3): 209-216, 1988.

Ciccu, R., Manca, P.P. & Muntoni, A. Stability analysis of an abandoned open pit mine for landfill design. Conference on environmental issues and management of

waste in energy and mineral production, Canada, 2000.

Davies, M.P. Potential Problem Analysis: A Practical Risk assessment Technique for the Mining Industry. CIM Bulletin. 90 (1009): 49-52, 1997.

Dimitrakopoulos R. and Richardson K.S. Sustainable mineral development and environmental conservation: A frame work for decision-making. Conference on environmental issues and management of waste in energy and mineral production, Canada, 2000.

Frenz W. Sustainable development for mineral and energy industries (from a legal point of view). Conference on environmental issues and management of waste in energy and mineral production, Canada, 2000.

Gallagher, S., Bobick, T.G., & Unger, R.L. Reducing Back Injuries in Low-Seam Coal Mines Through Task Redesign. New Technology in Mine Health and Safety: 310-323, 1992.

Giurco, D.P., Stewart, M. & Petrie, J.G. The role of LCA in performance assessment in minerals processing—A copper case study. Conference on environmental issues and management of waste in energy and mineral production, Canada, 2000.

Golledge, P. & Stokes, M.J. Development and use of a computer based lost-time injury recording and analysis system. Proc. Of 21st International conference on safety in mines research institutes: 245-251, 1985.

Hall, S.T. Fine coal recovery utilizing landfill-derived liquids. Conference on environmental issues and management of waste in energy and mineral production, Canada, 2000.

Hayduk, J.L. & Ritzel, D.O. Diseases and injuries among coal miners as reported in a rural hospital. Journal of Occupational Accidents. 10 (3): 77-93, 1988.

İstanbul Maden ve Metaller İhracatçı Birlikleri web sitesi
<http://www.dtm.gov.tr/IHR/sektor/madencilik.htm>

Koca, H., Koca, S. & Karaoglu, M. Recovering of fine coal particles from tailing ponds of Ankara-Alpagut-Dodurga coal washing plant. Conference on environmental issues and management of waste in energy and mineral production, Canada, 2000.

Leigh, J., Mulder, H.B., Want, G.V., Farnsworth, N.P. & Morgan, G.G. Sprain/Strain back injuries in New South Wales underground coal mining. Safety Science. 14 (1): 35-42, 1991.

Leslie, D.R. Diesel emissions evaluation for the surface mining industry. Conference on environmental issues and management of waste in energy and mineral production, Canada, 2000.

Littleton, S.M.E., Grayson, R.L., Layne, L.A., Althouse, R.C. & Klishis, M.J. Risk Indices for Roof Bolting Injuries Using Microanalysis. Mining Engineering. 44 (2): 164-166, 1992.

Matsui, K., Sasaoka, T., Shimada, H., Ichinose, M., & Kubota, S. Disposal and utilization of mine waste rocks and fly ash as a coal mine backfill. Conference on environmental issues and management of waste in energy and mineral production, Canada, 2000.

McAllister, M.L., Scoble M., & Veiga, M. Sustainability and the Canadian mining industry at home and abroad, CIM Bulletin 92:85-92, (Placer Dome Inc. Sustainability Policy), 1999.

Millioğlu, A.K. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü E-Bülten, Sayı 4, Ocak 2005.

Mogi, G., Adachi, T., Yamatomi, J. & Mismi, S. Effects of recycling on sustainable supply for base metals. Conference on environmental issues and management of waste in energy and mineral production, Canada, 2000.

Peay, J.M. & Schaffer, L. A model health and safety program for the mining industry. Proc. of 21st International conference on safety in mines research institutes: 259-262, 1985.

Raczynski, A.M. Mining, sustainable development and the role of international financial institutions. CIM Bulletin 93:111, 2000.

Rowell, W. Practical Risk Assessment. Mining Technology. 78 (899):184-188, 1996.

Selçuk, A.S., Karpuz, C., Düzgün, H.Ş.B. & Sari, M. Analysis of Tunçbilek underground coal mine accidents based on risk analysis techniques. Conference on environmental issues and management of waste in energy and mineral production, Canada, 2000.

Simpson, G.C. & Moul, D.J. Risk Assessment as the Basis for the Introduction of New Systems. Mining Technology. 77 (891): 343-348, 1995

Singh, J.N., Nakra, S., Arora, R. & Parmar, N. Economic model for environment protection in lignite mines. Conference on environmental issues and management of waste in energy and mineral production, Canada, 2000.

Staley, B.G. Risk Assessment for Busy Mine Managers. Mining Technology, 78 (895): 67-70, 1996.

Staley, B.G. & Foster, P.J. Investigating Accidents and Incidents Effectively. Mining Technology. 78 (895): 67-70, 1996.

Stewart, M. & Petrie, J.G. Life cycle assessment for process design—the case of mineral processing. in Sanchez, M.A., Vergara, F. & Castro, S.H. (eds), Clean Technology for the mining industry. Concepcion, 1996.

T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı web sitesi

<http://www.immib.org.tr/MADEN/INDEX.ASP>

Turin, F.C. & Others. Human factors analysis of roof bolting hazards in underground coal mines. USBM RI-9568, 25 pp. 1995.

Van Der Vyer, A.C. The Foundation to practical Risk Assessment. Journal of the Mine Ventilation Society of South Africa. 50 (1): 29-31, 1997.

Visser, W.J.F. Contaminated land policies in some industrialized country. 2nd Edition. The Hague 1994.

Visser, W.J.F. Comparison of various international approaches to contaminated land. ISWA, Palermo 29 November-1 December 1995.

Waggit, P., The South Alligator Valley, Northern Australia, then and now: Rehabilitating 60's uranium mines to 2000's standards. Conference on environmental issues and management of waste in energy and mineral production, Canada, 2000.

Wiber, M. Environmental management-a gateway to social acceptability. CIM Bulletin 93:110-111, 2000.

ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ (AHP) KULLANILARAK KATI ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA SAHASI YER SEÇİMİ

Müfide BANAR^{1*}, Ilgın POYRAZ ACAR², Aysun ÖZKAN¹, Barbaros Murat KÖSE¹

¹Anadolu Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Çevre Mühendisliği Bölümü İki Eylül Kampüsü 26480 Eskişehir
e-posta: mbanar@anadolu.edu.tr

²Anadolu Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü İki Eylül Kampüsü 26480 Eskişehir
ipoyraz@anadolu.edu.tr

ÖZET: Bu çalışmada, halen, bir katı atık düzenli depolama sahası olmayan Eskişehir İli için yakın gelecekte kurulması muhtemel düzenli depolama sahasının yer seçimiyle ilgili bir ön etüd araştırması yapılmıştır. Entegre Atık Yönetimi sisteminin önemli bir bölümünü düzenli depolama sahası oluşturduğundan, bu çalışmanın Eskişehir için yol gösterici bir misyon üstleneceği düşünülmektedir. Ancak, bu çalışma kapsamında, alternatif sahalara sadece teknik açıdan karşılaştırılabilmiş, ekonomik ve sosyal kriterlerin bir diğer çalışmada ele alınması hedeflenmiştir.

Oldukça detaylı bir veri toplama sürecinden oluşan çalışmada, belirlenen dört alternatif sahadan en uygununun seçilebilmesi için, Expert Choice 2000 yazılımı kullanılarak AHP (Analytical Hierarchy Process) yöntemi uygulanmış ve 3 no'lu alternatif olan mevcut saha, en uygun saha olarak ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Analitik Hiyerarşi Prosesi, Çok Ölçütlü Karar Verme, Düzenli Depolama Sahası Yer Seçimi, Kentsel Katı Atık Yönetim Sistemi

CHOOSING THE SOLID WASTE LANDFILL SITE BY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS

ABSTRACT: The great majority of solid waste generated worldwide (residential, commercial and industrial) is currently disposed of in landfill. In the implementation of new landfill, the single most important issue for management is to find a location that is acceptable to the public and to local regulations and technical factors.

In this point to support the decision-makers of the city where this study had been conducted, four alternative landfill sites had been proposed and comparably evaluated based on their weights that were obtained by AHP method. And, the Site 3 which is the current site is chosen as the best alternative one.

Keywords: Analytic Hierarchy Process, Multicriteria Decision Making, Landfill Site Selection, Municipal Solid Waste Management System.

1. GİRİŞ

Nüfus artıp, kısıtlı doğal kaynaklar azaldıkça, yaşamın sürdürülebilmesi

için yeni kaynaklara ihtiyaç duyulur. Üretim ve kaynak tüketimine dayanan faaliyetlerden ortaya çıkan katı, sıvı ve gaz atıkların etkin yöntemlerle

uzaklaştırılması, günümüzde, insanlığın karşı karşıya bulunduğu en önemli sorunlardan birisidir.

Etkin Atık Yönetimi sorunu, hızla gelişmekte olan ülkemiz için de büyük önem taşımaktadır. Yaşam seviyesinin yükselmesine paralel olarak atık miktarı artarken, mevcut tesislerin pek çoğunda teknolojinin öngördüğü şartların yerine getirilememiş olması konunun ciddiyetini daha da arttırmaktadır.

Katı atık yönetiminin hiyerarşik düzeni içerisinde en sonda yer alan depolama seçeneği halen tüm dünyada en fazla tercih edilen yöntem olarak kullanılmakta, Türkiye’de de ekonomik bir yöntem oluşu nedeniyle en fazla başvurulan bertaraf sistemi olarak yerini almaktadır. Buna rağmen, ülkemizdeki düzenli depolama alanına sahip belediye sayısı halen 16 olup, atıkların % 67’si düzensiz depolama alanlarına gönderilmektedir.

Bu çalışmada, halen, bir katı atık düzenli depolama sahası olmayan Eskişehir İli için yakın gelecekte kurulması muhtemel düzenli depolama sahasının yer seçimiyle ilgili bir araştırma yapılmıştır. Oldukça detaylı bir veri toplama sürecinden oluşan çalışmada, belirlenen dört alternatif sahadan en uygununun seçilebilmesi için Expert Choice 2000 yazılımı kullanılarak, AHP (Analytical Hierarchy Process) yöntemi uygulanmıştır.

2. DEPOLAMA SAHASI YER SEÇİMİ

Katı atık depolama tesisinin tasarımında ilk adım, uygun saha seçimidir. Depolama sahası yer seçimi çalışmalarındaki temel hedefler: (1) halk sağlığı risklerini minimuma indirmek (halk sağlığı ve güvenlik koşulları); (2) doğal çevreye olan etkiyi

minimize etmek (çevresel koşullar); (3) tesis kullanıcılarına hizmet seviyesini maksimize etmek (sosyal koşullar); ve (4) maliyeti minimize etmektir (ekonomik koşullar) (Anwar, 2002).

Katı atık depolama sahası yer seçimi; çevresel, mühendislik ve ekonomik kriterlerin gözönüne alındığı, adım adım gerçekleştirilmesi gereken zorlu bir süreçtir. Sahanın yerine karar verilirken, nicel kriterlerin yanında politik ve sosyal yönden önemli olan nitel kriterlerin de göz önüne alınması gerekmektedir.

Katı atık düzenli depolama sahası yer seçimi için titizlikle dikkate alınması gereken parametreler aşağıda özetlenmiştir:

- Meskun sahalara uzaklık,
- İçme ve kullanma suyu toplama alanlarının durumu,
- Çevredeki yeraltı suyu hareketleri,
- Jeolojik, jeoteknik ve hidrojeolojik yapı,
- Tektonik yapı,
- Çevredeki trafik durumu,
- Taşıma mesafesi,
- Sahanın çevreden görünüşü,
- Sahanın depolama kapasitesi.

Ayrıca bir sahanın uygunluğunun belirlenmesinde, ulusal yasal yaptırımlar da göz önüne alınmalıdır. Türkiye’de 1991 yılında yayımlanan Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği’nde depolama sahası yer seçimi ile ilgili aşağıdaki koşullara uyulması gereklidir.

- Depo tesisleri, en yakın yerleşim bölgesine uzaklığı 1000 metreden az olan yerlerde inşa edilemez. Ancak, depo tesislerinin çevresinde tepe, yığın ve ağaçlandırma gibi tabii engeller varsa mahalli çevre kurullarının kararı ve gerektiğinde Müsteşarlığın uygun görüşü ile, bu mesafeden daha az olan

yerlerde de ilgili belediye ve mahallin en büyük mülki amirliğince depo kurulmasına müsaade edilebilir.

- Taşkın riskinin yüksek olduğu yerlerde, heyelan, çığ ve erozyon bölgelerinde, içme, kullanma ve sulama suyu temin edilen yeraltı suları koruma bölgelerine katı atık depo tesislerinin yapılmasına müsaade edilemez (Çevre ve Orman Bakanlığı, 1991).

3. ESKİŞEHİR KENTİNDE KATI ATIK YÖNETİMİ

Eskişehir merkez ilçe nüfusu 2000 yılında yapılan son nüfus sayımı sonuçlarına göre 557.028 kişidir ve kentte, günde yaklaşık 600 ton evsel atık çıkmaktadır. Ortaya çıkan bu atıklar şehrin güneydoğusunda ve şehir merkezine 10 km mesafede yer alan vahşi katı atık depolama sahasında depolanmaktadır. Saha yaklaşık 50 m derinliğindeki bir vadinin yamacında yer almakta olup, 164 hektarlık alanın 10 hektarlık bir kısmını kapsamaktadır. 19 yıldır döküm yapılan sahada yaklaşık 2.500.000 m³lük bir atık hacmi sözkonusudur. Yapılan nüfus projeksiyonuna göre, kentin 2025 yılındaki nüfusu 1.146.638 ve bu yıl için 25 m yüksekliğindeki depolama sahası için atık hacmi 9 milyon m³tür.

Sahaya iki alt belediyenin ve onlara bağlı olarak çalışan iki ayrı taşeron firmanın araçları ile şehirden toplanan evsel nitelikli atıkların dışında, sağlık kuruluşlarından çıkan tıbbi atıklar ve sanayi kuruluşlarının endüstriyel atıkları gelmektedir. 24 saat atık dökümüne açık olan sahaya gelen bu atıklar tamamen düzensiz bir şekilde "vahşi depolama" olarak adlandırılan yöntemle uzaklaştırılmakta ve sağlıksız

koşullar altında çeşitli kişiler tarafından geri kazanım işlemi yapılmaktadır.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. AHP Yöntemi

AHP karar vericilerin, karmaşık bir problemi, amaçları, kriterleri, alt kriterleri ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi hiyerarşik yapıda modellemelerini sağlar. Uygun veriler ikili karşılaştırma yapılarak elde edilirler. Meade ve Sarkis (1999)'e göre AHP, problemin çözümü üzerindeki etkisine bağlı olarak her bir sonucun önemi ile karşılaştırılan, bütün amaca etki eden karmaşık sonuçlar kümesine izin verir.

AHP ile ilgili olarak; kaynak tahsisi (Saaty vd, 2003), finans (Steuer ve Na, 2003), üniversite kaynak tahsisi (Kwak ve Lee, 1998), düzenli depolama yer seçimi (Erkut ve Moran, 1991) çalışmaları örnek olarak verilebilir.

AHP'deki ilk adım, uygun verilerin hesabıdır. Bu hesaplama, ikili karşılaştırmalar ile elde edilir. Bu karşılaştırmalar ya gerçek değerler ile ya da tercihlerin ve hislerin görece etkililiğini yansıtan temel skaladan alınabilir (Saaty, 1994). İkili karşılaştırma her bir kritere göre her alternatifin görece önemlerinin belirlenmesi için kullanılır. Bu karşılaştırmaları yaparken karar verici için uygun olan; daha önceki dilsel seçimlerin ağırlığını veya önemini belirten sayılar kümesinin bire bir eşleşmesidir (Triantaphyllou ve Mann, 1995). Saaty (1994) tarafından önerilen skala Tablo 1 de verilmiştir. Karşılaştırmalar ile her bir kriterin önemi elde edilir ve en iyi seçenek tüm ağırlıklara göre seçilir.

Tablo 1. AHP Yöntemi'nde Kullanılan Önem Dereceleri (Saaty, 1994).

Önem Derecesi	Tanımlama	Açıklama
1	Önem dereceleri eşit	İki faaliyette eşit derecede amacı etkiler.
3	Biri diğerine göre daha az önemli	Tecrübe ve karar bir faaliyetin diğerine göre biraz daha tercih edilmesini sağlar.
5	Gerekli derecede önemli	Tecrübe ve karar; bir faaliyetin diğerine göre gerekli derecede tercih edilmesini sağlar.
7	Açık derecede önemli	Bir faaliyet kuvvetli derecede öne çıkıyor ve uygulamada da üstünlüğü açıkça bellidir.
9	Kesin derecede önemli	Bir faaliyetin diğerine göre kesin olarak tercih edilir.
2,4,6,8	Çok yakın kararlar arasındaki değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılır.

İnsan beyninin aynı anda yedi adet nesneyi karşılaştırabilmesinden dolayı, bu yöntemde karşılaştırılması gereken kriter sayısının yedi olması önerilmiştir. Tüm bu karşılaştırmalar ve hesaplamalar ya elle ya da bir yazılım kullanarak bilgisayar yardımı ile yapılır.

4.2. AHP Uygulaması

Bu çalışmada, *Expertchoice 2000* paket programı kullanılarak AHP yöntemi uygulanmıştır. Ancak burada yer seçimi için yalnızca teknik değerlendirmeler yapılmış, sosyal ve ekonomik değerlendirmelerin ise başka bir çalışmada göz önüne alınması düşünülmüştür.

Seçilen dört alternatif saha (Saha 1 (Çavlum), Saha 2 (Sultandere), Saha 3 (Mevcut saha), ve Saha 4 (Satılmışoğlu) (Şekil 1) aşağıda tanımlanan kriterlere göre değerlendirilmiştir:

- **Taşıma mesafesi:** Bu kriterde, atık taşıma işlemlerinin maliyetinden dolayı en düşük mesafeler tercih edilmiştir.
- **Yasal yaptırımlar:** KAKY'ne göre depolama tesisleri, yerleşim bölgelerine uzaklığı 1000 m'den az olan yerlerde, taşkın riskinin yüksek olduğu yerlerde, heyelan, çığ ve erozyon bölgelerinde, içme, kullanma ve sulama suyu temin edilen yeraltı suları koruma bölgelerinde kurulamaz.

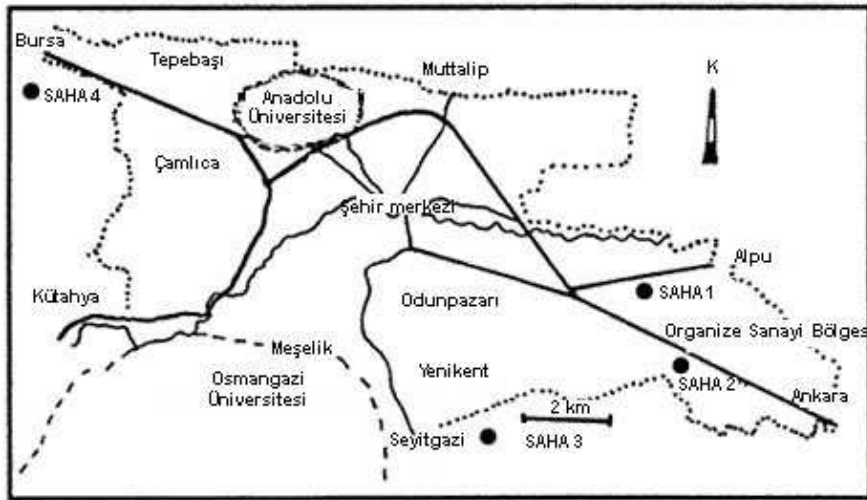
- **Uygun arazi alanı:** Saha, atıkların 10-30 yıl depolanabileceği kapasitede olmalıdır.
- **Saha Ömrü ve Kapasitesi:** KAKY'ne göre depolama sahaları, nüfusu 100.000'den küçük olan yerleşim bölgelerinde 10 yıllık ihtiyacı karşılayacak şekilde, nüfusu 100.000'den büyük olan yerlerde ise 500.000 m³ olarak planlanır.
- **Topoğrafya:** Oldukça düz sahalarda birikinti olabileceği ve fazlasıyla dik alanlarda işletim güçlükleri ve erozyon yaşanabileceği için, düzenli depolama sahası genellikle eğimi %1'den daha fazla ve %20'den daha az olan alanlar için düşünülebilir (Ankara Büyükşehir Belediyesi, 1999).
- **Hidrolojik koşullar:** Yüzey Suları: Depolama alanının içinde bulunan yüzey sularının miktarı ve özellikleri yer seçiminde büyük önem taşır. Yüzey sularının ve önerilen alanlara yapılan drenajın haritaları çıkartılmalı ve suların bugün ve gelecekteki kullanımları dikkate alınmalıdır. Çevresel açıdan hassas bölge-ler olan sulak ve bataklık sahalara ile taşkın potansiyeli olan alanlar mümkün olduğunca tercih edilmemelidir. Böyle bir alanın kullanılması zorunluluğunda ise kapsamlı tasarımlar gerçekleştirilmeli, drenaj ve sızıntı sürekli kontrol

edilmeli ve çevresel etki değerlendirmesi yapılmalıdır. Yeraltı Suları: Bir sahanın düzenli depolama için uygunluğu değerlendirilirken, yöredeki yeraltı suları hakkında veri elde etmek oldukça önemlidir. Bu veriler arasında yeraltı su seviyesinin yüksekliği (geçmişteki en yüksek ve en alçak seviyeleri ile birlikte), suyun kalitesi, hidrolik eğimi, akış yönü, şimdiki ve gelecekteki kullanım şekli bulunmalıdır (Ankara Büyükşehir Belediyesi, 1999).

- **Toprak Yapısı ve Jeoloji:** Katı atıkların düzenli depolanmasında; potansiyel kirleticilerin yeraltı

suyuna karışmasının önlenmesinde, yüzey drenajı ve sızıntının kontrol edilmesinde ve eğer atık özellikleri ve düzenli depolama yöntemi kesinleştirilmiş ise, katı atıkların sıkıştırılarak hacimlerin küçültülmesinde geçirimsiz bir tabaka kullanılır (Ankara Büyükşehir Belediyesi, 1999).

- **Meteorolojik koşullar:** Saha seçimi sırasında, bölgedeki hakim rüzgar yönü oluşacak kötü koku vb. olumsuzlukların yerleşim bölgelerine taşınmaması açısından dikkate alınmalıdır.



Şekil 1. Çalışmada ele alınan alternatif katı atık depolama sahaları

4.3. Alternatiflerin Karşılaştırılması

Alternatifler arasındaki sıralamayı etkileyen temel farklılıklar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

4.3.1. Taşıma mesafesi

Alternatif sahaların taşıma mesafelerini belirlemek için şehir merkezine olan uzaklıklarının göz önüne alındığı kriterde, şehir merkezine 10 km mesafe ile en yakın saha olan 3 no'lu alternatif saha en avantajlı konumda

iken, bu sahayı 11 km uzaklıkla 2 no'lu alternatif saha, 20 km uzaklıkla 4 no'lu alternatif saha izlemektedir. Taşıma açısından en maliyetli olan saha ise 25 km'lik taşıma mesafesi ile 1 no'lu alternatif sahadır.

4.3.2. Yer kısıtları

Alternatifler arasında arazi sınırlamaları açısından çok belirgin farklılıklar bulunmamakla birlikte, 1 ve 4 no'lu sahaların mera alanı olması, 2 ve 3 no'lu sahalarda ise bazı tarım

alanlarının bulunması nedeniyle uygunluk sıralaması; (1) Saha 1 ve Saha 4, (2) Saha 2 ve Saha 3 şeklinde olmuştur.

4.3.3. Uygun arazi alanı

Bu kriterde alternatif sahaların kullanılabilir hacimlerine ve dolaylı olarak kullanım ömürlerine göre değerlendirme yapılmıştır. En büyük hacme (11,4 milyon m³) sahip olan 3 no'lu alternatif saha yaklaşık 30,7 yıllık bir kullanım ömrüne sahiptir. Daha sonra sırasıyla yaklaşık hacimlere sahip olan 4 no'lu alternatif saha (5,9 milyon m³) ve 2 no'lu alternatif saha (5,3 milyon m³) 16 ve 14,3 yıllık kullanım ömürleri ile yer almıştır. Bu kritere göre hacmi (3,5 milyon m³) diğerlerine oranla oldukça az olan 1 no'lu alternatif saha yaklaşık 9,5 yıllık kullanım ömrüne sahiptir. Dolayısıyla sıralama (1) Saha 3, (2) Saha 2 and Site 4, (3) Saha 1. olarak belirlenmiştir.

4.3.4. Topoğrafya

Kriterde, sahaların eğimleri incelenmiştir. Buna göre istenen maksimum eğim oranı olan %20'den fazla eğime sahip olan saha 2 (%20-30), en kötü saha olarak bulunmuştur. En avantajlı saha %6-12 eğim oranına sahip 3 no'lu alternatif saha olarak belirlenmiştir. Bu sahayı çok sığ toprak profiline ve yaklaşık %10-15 eğime sahip olan 4 no'lu alternatif saha ve benzer özellikler gösteren eğimi %15-20 arasında değişen 2 no'lu alternatif saha izlemiştir.

4.3.5. Meteorolojik koşullar

Bu kriterde özellikle hakim rüzgar yönü dikkate alınmış, 1 ve 4 no'lu sahaların baskın rüzgar yönü açısından şehir merkezini olumsuz etkileyecek konumda oldukları gözlenmiştir. Fakat

saha 1 deki baskın rüzgar yönü ikinci derecedenken saha 4 deki baskın rüzgar yönü birinci derecedendir. Saha 2 deki baskın rüzgar yönü şehir merkezine doğru olmamakla birlikte yakında bulunan bir köye doğrudur. Saha 3 ise baskın rüzgar yönü açısından herhangi olumsuz bir etki içermemektedir. Bu nedenle sıralama, (1) Saha 3, (2) Saha 1, (3) Saha 2, (4) Saha 4 şeklinde olmuştur.

4.3.6. Hidrolojik koşullar

Hidrolojik koşullar yüzey suyu ve yeraltı suyu olmak üzere iki temel faktör göz önüne alınarak değerlendirme yapılmıştır. Bu bölümde tüm sahalar için önem derecesi aynı kabul edilmiştir.

4.3.6.1. Yüzey suları

Sadece yağışlarla akışa geçen düşük debili bir nehir içermesi nedeniyle Saha 1 yüzey suları açısından en uygun saha olarak belirlenmiştir. Bu sahayı yakınlarında sürekli akış halinde olan bir nehir bulunan 2 ve 4 no'lu sahalar izlemektedir. Yüzey suyu açısından en uygunsuz saha ise küçük bir gölet, bir çok küçük kuyu ve yakınında düşük debili bir kaynak suyu içeren 3 no'lu sahadır. Dolayısıyla uygunluk sıralaması, (1) Saha 1, (2) Saha 2, (3) Saha 4, (4) Saha 3 şeklinde olmuştur.

4.3.6.2. Yeraltı suları

Bu kriterde, alternatif sahalarda bulunan yeraltı suları ve bunların seviyelerine göre değerlendirme yapılmıştır. Buna göre, yeraltı su seviyesi 40-50 m derinliklerde bulunan 3 no'lu sahanın en iyi alternatif olduğu açıkça gözlenmektedir. Bunu sırasıyla yeraltı su seviyesi 8 m olan 1 no'lu alternatif saha, 3,5 m yeraltı su seviyesi bulunan 2 no'lu alternatif saha ve yeraltı su seviyesi 1,5 m olan 4 no'lu

alternatif saha izlemiştir. Bu nedenle alternatif sahalarda bu kriterlere göre uygunluk açısından (1) Saha 3, (2) Saha 1, (3) Saha 2 ve (4) Saha 4 şeklinde sıralanmıştır.

4.3.7. Jeolojik koşullar

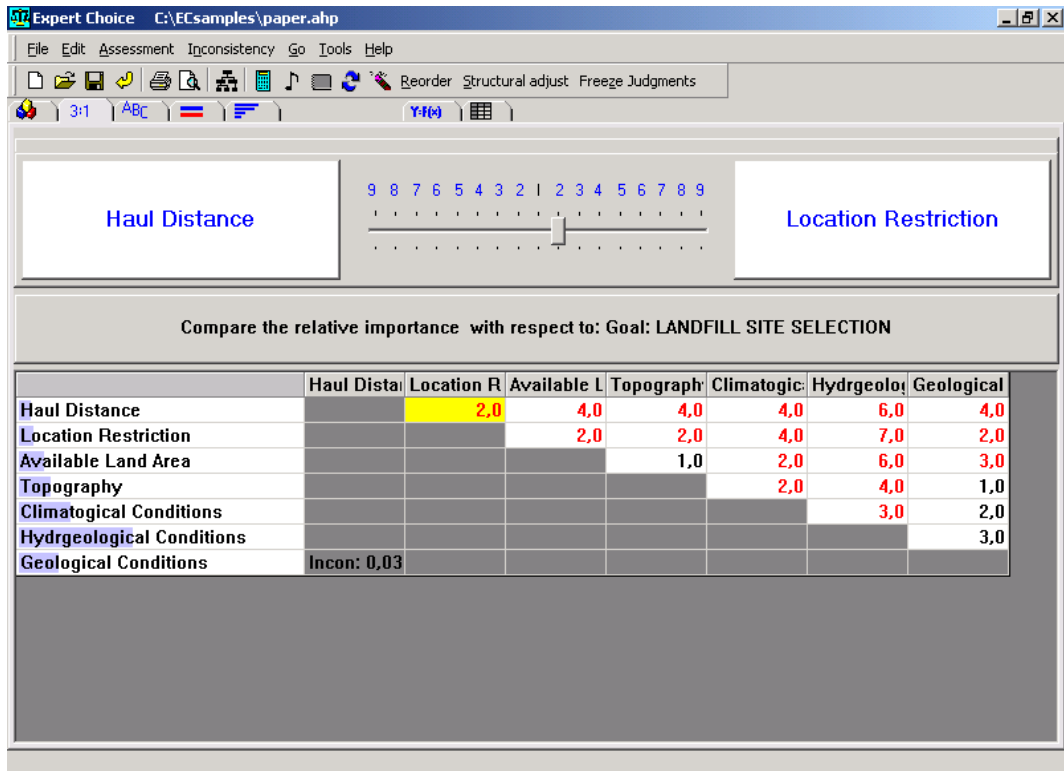
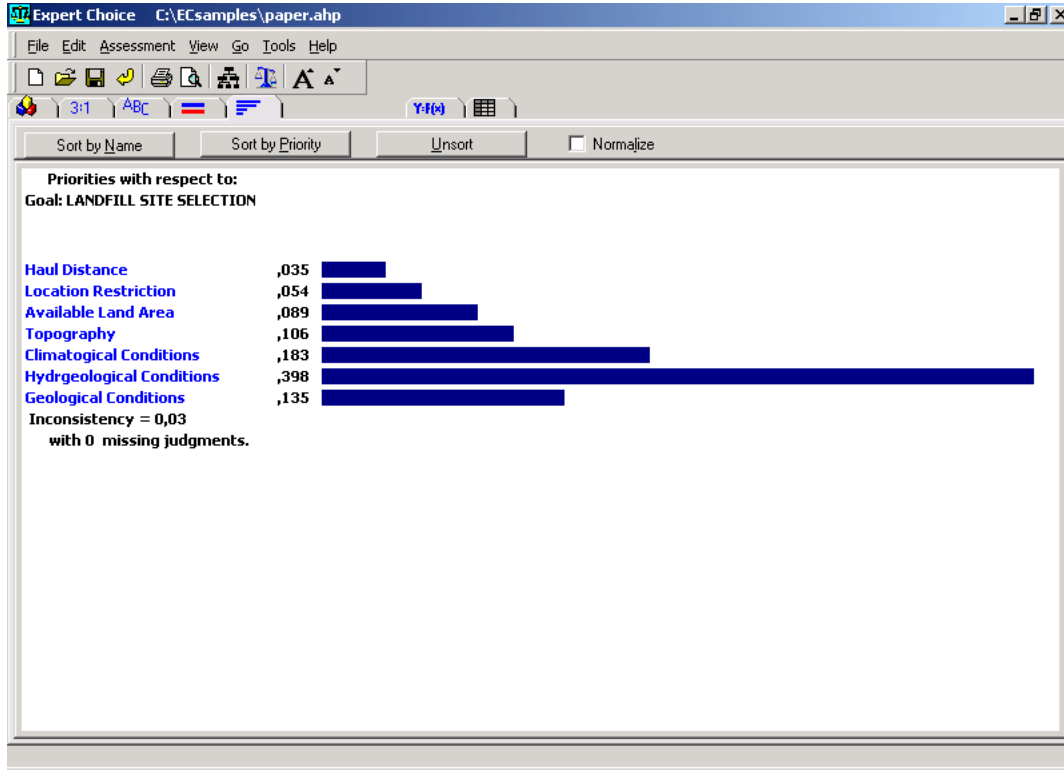
Sahaların jeolojik yapılarının dikkate alındığı bu kriterde, 2, 3 ve 4 no'lu sahalarda geçirgen özellik gösteren kireçtaşı tabakasından oluşurken, 1 no'lu saha ise geçirgen olmayan kayalık bir toprak yapısına sahiptir. Bu nedenle toprakların geçirgenliğine göre yapılan sıralama en iyi sahadan en kötüye doğru (1) Saha 1, (2) Saha 2, (3) Saha 3, ve (4) Saha 4 şeklinde olmuştur.

4.4. Bulgular ve Değerlendirme

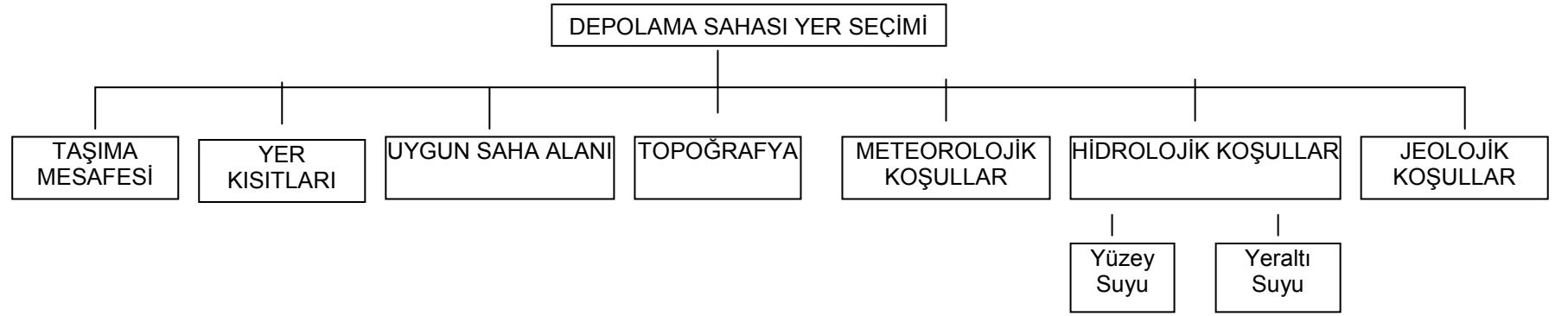
Eskişehir İli'nde karar verici mercilere destek olmak amacıyla yapılan çalışmada, 4 alternatif saha önerilmiş ve bu sahalarda AHP metodu kullanılarak karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Sahalar daha önceden açıklanan yedi kritere göre değerlendirilmiş ve 1-9 arasında değişen rakamlarla ağırlıklandırmaları

yapılmıştır. Her bir kriter için ağırlıklandırma katsayıları daha önce tanımlanmış derecelendirme tablosu baz alınarak, AHP yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

AHP analizinin uygulandığında Expertchoice 2000 yazılımının çıktıları Şekil 2' de verilmiştir. Her bir kriter altında alternatif sahalarda karşılaştırılması sonucunda çıkan tutarlılık oranları ise Şekil 3'te verilmiştir. Her bir alternatif ve her bir kriter için öncelikler sırasıyla verilmiş ve her bir kriter için ağırlıklandırmalar, şeklin sonundaki listede belirtilmiştir. Yazılım tarafından yapılan duyarlılık analizi ise Şekil 4'te görülebilir.

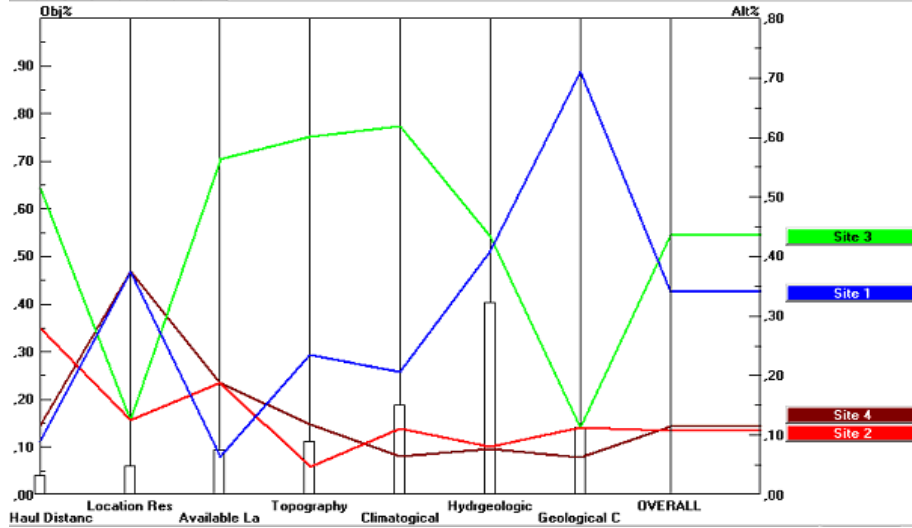


Şekil 2. AHP analizi için kullanılan Expertchoice programının görüntüleri



	TAŞIMA MESAFESİ	YER KISITLARI	UYGUN SAHA ALANI	TOPOĞRAFYA	METEOROLOJİK KOŞULLAR	HİDROLOJİK KOŞULLAR	JEOLojİK KOŞULLAR
SAHA 1	0.090	0.375	0.063	0.235	0.206	0.594 0.219	0.711
SAHA 2	0.279	0.125	0.188	0.047	0.111	0.051 0.109	0.113
SAHA 3	0.514	0.125	0.563	0.600	0.619	0.260 0.613	0.113
SAHA 4	0.117	0.375	0.188	0.118	0.064	0.095 0.059	0.063
TUTARLILIK	0.02	0.0	0.0	0.02	0.004	0.02 0.004	0.009
AĞIRLIKLAR	0.035	0.054	0.089	0.106	0.183	0.398	0.135

Şekil 3. Eskişehir Düzenli Depolama Sahası Yer Seçimi için AHP Analizinden Elde Edilen Verilerin Özeti



Şekil 4. AHP Metodundan Elde Edilen Duyarlılık Analizi Sonuçları

Sonuç olarak Tablo 2'den de görüldüğü gibi adı geçen kriterler çerçevesinde en uygun saha 3 no'lu alternatif saha olarak belirlenmiştir.

Tablo 2. AHP Yönteminden Elde Edilen Sonuçlar

ALTERNATİFLER	AHP (AĞIRLIKLAR)
SAHA 1	0.341
SAHA 2	0.108
SAHA 3	0.436
SAHA 4	0.115

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Avrupa Birliği'nin önemli konu başlıklarından birisi olan "Çevre" ve bunun altında yer alan katı atık yönetimi, tüm kentlerin üzerinde önemle durmaları gereken bir husustur. Yerel yönetimlerin, "Katı Atık Yönetim Planları"nın ve bu kapsamda en sık başvurulan yöntemlerden birisi olan düzenli depolama için, teknik, çevresel ve ekonomik etüdlerini yapmaları yasal bir zorunluluk haline gelmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada

uygulanan AHP yöntemi düzenli depolama sahası kurması gereken yerel yönetimlere yol gösterici bir nitelik taşımaktadır.

Burada unutulmaması gereken nokta, kullanılan yer seçimi metodolojisinin kendi başına bir karar verici değil, sadece karar vericilere yardımcı bir araç niteliği taşımasıdır. Çünkü, düzenli depolama sahası yer seçimi çalışmaları, bilimsel olduğu kadar sosyal/politik unsurları da içermektedir.

6. KAYNAKLAR

Çevre ve Orman Bakanlığı, 1991. Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, No: 20814.

Ankara Büyükşehir Belediyesi, 1999. Ankara Büyükşehir Belediyesi Düzenli Depolama Sahası Ön Etüd Dökümanları, Ankara, Türkiye.

Anwar F. Al-Yaqout, P.A. Koushki, Mohamed F. Hamoda 2002. Public Opinion and Siting Solid Waste Landfills In Kuwait. Resources. Conservation and Recycling 35, 215-227.

Erkut, E., Moran, S.R. 1991. Locating Obnoxious Facilities in The Public Sector: An Application of the Analytic Hierarchy Process to Municipal Landfill Siting Decisions. *Socio-Economic Planning Science* 25, 89-102.

Kwak, N.K., Lee, C. 1998. A Multicriteria Decision-Making Approach to University Resource Allocations And Information Infrastructure Planning. *European Journal Of Operational Research* 110, 234-242.

Meade, L.M., Sarkis, J. 1999. Analyzing Organizational Project Alternatives for Agile Manufacturing Processes: An Analytical Network Approach. *International Journal of Production Research* 37, 241-261.

Saaty, T.L., 1994. *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the AHP*. RWS Publications. Pittsburgh, PA, U.S.A.

Saaty, T.L., Vargas, L.G., Dellmann, K. 2003. The Allocation of Intangible Resources: The Analytic Hierarchy Process And Linear Programming. *Socio-Economic Planning Science* 37, 169-184.

Steuer, R.E., Na, P. 2003. Multiple Criteria Decision Making Combined With Finance: A Categorized bibliographic study. *European Journal of Operational Research*, Article in Press.

Triantaphyllou, E., Mann, S.H. 1995. Using The Analytic Hierarchy Process For Decision Making in Engineering Applications: Some Challenges. *International Journal Of Industrial Engineering: Applications and Practice* 2, 35-4.

TEKSTİL ENDÜSTRİSİNDE GERİ DÖNÜŞÜM,TEKRAR KULLANIM, GERİ KAZANIM UYGULAMALARI

İ. Ethem KARADİREK, Selnur UÇAROĞLU

Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fak., Çevre Mühendisliği Böl., Antalya
ethemkaradirek@hotmail.com, selnur@akdeniz.edu.tr

ÖZET: *Tekstil endüstrisinde geri dönüşüm, tekrar kullanım ve geri kazanma yöntemleri uygulanarak su kullanımı ve atıksu oluşumu, hammadde ve enerji sarfiyatı ve deşarj edilen kirletici miktarlarında kayda değer oranlarda azalmalar sağlanmaktadır. Ayrıca yüksek oranda kirletici ya da toksik madde içeren kimyasallar yerine, daha az olumsuz etki yaratacak olanların seçilerek kullanılması ve madde geri kazanımı ile hem daha az kirletici deşarj edilmekte, hem de ekonomik yarar sağlanmaktadır. Tekstil endüstrisi gibi kirletici yükleri yüksek olan bir endüstride, kimyasal maddelerin geri kazanımı prosesi uygulanarak daha az kimyasal madde deşarjı sağlamak için gerekli alternatiflerin uygulanması ile çevrede oluşturduğu olumsuz etkilerin en aza indirilmesi mümkün olacaktır. Bu çalışmada tekstil endüstrisinde uygulanabilecek geri dönüşüm, tekrar kullanım ve geri kazanma çalışmaları irdelenmiştir.*

Anahtar kelimeler: *Tekstil endüstrisi, Geri dönüşüm, Tekrar kullanım, Geri kazanma.*

APPLICATION OF RECYCLE, REUSE, RECOVERY IN TEXTILE INDUSTRY

ABSTRACT: *Using recycle and recovery for a textile industry can help to reduce water use and wastewater production, raw materials and energy consumption and the pollutants present in the effluent considerably. Replacing the process chemicals having high pollutant strength or toxic properties, with others that have less impact on water quality or that are more amenable to wastewater treatment helps preventing pollution. It would be possible to minimize the adverse environmental effects of textile mills that have the source of high amount of pollutants, by using recovery of chemical materials for the minimum chemical discharge with application of necessary treatment alternatives.*

Keywords: *Textile industry, Recycle, Reuse, Recovery.*

1. GİRİŞ

Geri dönüşüm, tekrar kullanım ve geri kazanım uygulamaları, tekstil endüstrisi gibi üretimin yoğun olarak gerçekleştiği bir endüstri dalında ham madde, su ve enerji kullanımı açısından oldukça önemlidir. Bu uygulamalar çevreyle uyumlu bir anlayış olmanın dışında maddi kazançlar da sağlamaktadır.

Tekstil endüstrisi global ölçekte üretim açısından gelişmiş ülkelere doğru kaydırılmaktadır. Türkiye’de bu etkileşimden payını almış ve son yıllarda tekstil endüstrisi açısından önemli bir konuma gelmiştir. Tekstil endüstrisi gibi üretimin yoğun olduğu endüstri dalları, çevre kirliliği açısından dikkate alınmalıdır. Bu endüstri dalı sürdürülebilir çevre politikalarıyla birlikte ele alındığında üretimin iyileştirilmesi, atıkların azaltılması ve ekonomik kazançlar elde edilebilir.

Tekstil endüstrisi üretim kademeleri ve yardımcı işletmelerinde çok miktarda su ve enerji kullanımı ile çok farklı tipte ve sayıda kimyasal kullanımı söz konusudur. Kullanılan su, enerji ve kimyasal miktarları işletme içinde yapılacak iyileştirmeler, planlı işletme, bakım ve programlar ile azaltılabileceği gibi kullanılan kimyasalların geri kazanımı da mümkündür.

Bu çalışma kapsamında ülkemiz ekonomisi için önemli bir yere sahip olan tekstil endüstrisinde geri dönüşüm, tekrar kullanım ve geri kazanım konularından bahsedilerek konuyla ilgili uygulamalar incelenmiştir.

2. TEKSTİL ENDÜSTRİSİNDE GERİ DÖNÜŞÜM, TEKRAR KULLANIM VE GERİ KAZANMA UYGULAMALARI

2.1. Asetat ve Asetonun Geri Kazanımı

İplik üreticileri asetatı pamuk ipliğinin stabilize edilmesi aşamasında kullanırlar. Daha sonra asetatlı pamuk ipliği aseton içerisinde çözündürülür. Asetat-aseton solüsyonu aseton ve asetatı birbirinden ayıran bir asetat üreticisine satılır. Asetat, asetat fiberleri yapmak için tekrar kullanılır ve aseton arıtılır. İplik üreticisi asetat fiberleri ve arıtılmış asetonu geri kazanım firmalarından tekrar kullanmak üzere alır, ancak kendi işletmesinde böyle bir ayırma prosesini kurması oldukça yüksek maliyetler gerektirir (Smith 1986).

2.2. Su ve Enerji Kazanımı

Tekstil endüstrisi ısı geri kazanımı için büyük bir potansiyele sahiptir. Bazı tekstil prosesleri sıcak su gerektirir fakat ısı bu tür su akımlarında geri kazanılamaz. Bu işlemin gerçekleştirilebilmesi için ısı değiştirici kullanılır.

Russel Corp halı firması 1957’den önce ısı geri kazanımı için bir sistem kurmuştur. İlk yatırım maliyeti \$ 10.000 civarında olan bu sistem, şirket için 30 yılı aşkın bir sürede \$ 4,6 milyon civarında bir kazanım sağlamıştır. Sistem saatte 48.00 galon olarak çalıştırılmış ve haftada 80 saat, yılda 50 hafta kazanım sağlamıştır ki; bu da şirket için 1989 yılında \$ 750.00 yani \$0,95/galon kazanıma eş değer olarak açıklanmıştır. Şirket, ağırtma ünitesindeki fazla sıcak suyu kaynağında azaltmayı sağlamıştır. Sıcak suyu ısı değiştirici bir tüp içerisinde sirküle ederek buhar flaşlarıyla soğutmuş ve böylece sıcak su geri kazanılmıştır. Şirket, 15 psi basınçta kontrol altında kalması için basınç regülatör valfleri kurmuştur. Bu sistem yüksek sıcaklıkta buhar flaşlarında oluşan kayıpları azaltmıştır. Sonuç olarak 140.000 galon su kazanılmış ve sonuçta ısıtıcılarda tutulan suyun her 10 °F için %1 yakıt tasarrufu sağlanmıştır. Kazanç her ay için \$1000 olarak açıklanmış ve sistem 10 ay gibi bir sürede kendini amorti etmiştir (Huffman 1986).

Burch ve arkadaşları 1982 yılında su ve enerji geri kazanımı için bir sistem geliştirmişlerdir. Geri dönüşüm sistemlerinin çoğu ısı geri kazanımını kapsamakta olup, oluşan atıksu deşarj edilmekteydi. Bu sisteme göre atıksu düşük basınçlarda buharlaştırılarak, saf buhar haline getirilmiştir. Bu sistemde su ve enerji kazanımı bir arada sağlanmıştır. Sistem kendisini iki yıldan daha az bir zamanda amorti etmiştir.

2.3. Kimyasal Geri Kazanımı

Kimyasallar genellikle kumaş dokuma fabrikalarında kullanılmaktadır. Bu kimyasalların geri kazanımı ve mümkün olan başka kimyasallar ile değiştirilmesi büyük bir kirlilik önleme yaklaşımıdır. Haşıl işlemlerinde kullanılan nişasta gibi bazı maddelerin indirgenmesi kimyasalların geri kazanılmasını engellemektedir. Bu nedenle bazı fabrikalar polivinil alkol ve karboksi metil selüloz gibi sentetik kimyasallara yönelmektedir. Sentetik kimyasallar ultrafiltrasyon prosesleriyle geri kazanılabilir.

Dokuma kumaşı satın alan fabrikalar, geri kazanılmış malzemelerden fayda sağlayamadıkları için kimyasal geri kazanım ekipmanlarına yatırım yapmamaktadırlar. Diğer taraftan sentetik kimyasallar nişasta gibi diğer kimyasallara göre daha pahalıdır. Dokuma prosesinden sonra apreleme yapmayan iplik dokuma fabrikaları sentetik apre kimyasalları için daha fazla ücret ödemek istememektedirler (Cook 1990, Snowden-Swan 1995).

Gaston County sentetik apreleme işleminde kullanılan polivinil alkolün geri kazanımı için bir ultrafiltrasyon sistemi kurmuştur. Bu sistemde net geri kazanım %80-85 civarlarında olmuştur. Ekipmanlar ve sistem kurulumu yaklaşık \$1.275.000'a mal olmuştur. Şirketin yılda 2,5 milyon lb polivinil alkol harcadığı göz önünde

bulundurulursa, sistem 9 ay sonra kendini amorti etmiş ve her lb için \$1 kazanım sağlanmıştır (Grizzle 1982).

Polivinil alkol (PVA), vakum ekstraksiyon yöntemiyle de geri kazanılabilir. Vakum ekstraksiyon yöntemi kurutmadan önce kumaştan suyun uzaklaştırılması için kullanılır.

Perkins(1987) bazı kumaşların kurutma gereksiniminin %50'den daha az olduğunu ortaya koymuştur ve polivinil alkol geri kazanımında vakum ekstraksiyon yöntemini incelemiştir. Kumaş, apre doyunlaştırıcı ya da spreyleme yoluyla su ile birlikte doyunluğa ulaştırılmıştır. Bu işlemde sonra kumaş bir vakum ekstraksiyon cihazı içerisine alınmıştır. PVA geri kazanılabilirliği viskoziteye ve su içerisinde çözünülebilirliğine bağlıdır. Burada su sıcaklığı önemli bir faktördür. Perkins, 50/50 polyester/pamuk karışımından 15 inçlik civalı vakumla %53 oranında polivinil alkol geri kazanmıştır.

2.4. Kostik Geri Kazanımı

Merserizasyon işleminin ilk adımı, pamuk ve pamuk harmanlarının konsantre NaOH solüsyonu kullanılarak hazırlanmasıdır. Bu adımda kostiğin geri kazanımı bu prosesin sürekli bir proses olmasından dolayı oldukça pratiktir. Bu geri kazanım sistemiyle %98 oranında kostik geri kazanılabilir (Snowden-Swan 1995).

Diğer bir merserizasyon şekli ise kumaşın sıvı amonyak ile işleme alınmasıdır. Amonyak gaz olarak tutulur ve geri kazanılıp, tekrar kullanılır (Smith, 1986).

Kostik geri kazanımının faydaları atıksularda alkaliniteyi azaltır ve kimyasal tüketiminde azalma sağlar.

2.5. Boya Banyolarının Tekrar Kullanımı

Boya banyolarının tekrar kullanımı maliyeti azaltır, enerji tasarrufu sağlar ve kirliliği azaltır. Boya banyolarının tekrar kullanımı birçok materyal ve boya için kullanılabilir. Kesikli boyama sistemleri kimyasal madde, enerji ve su kullanımı bakımından oldukça maliyetlidir. Bu sistemde kullanılan kimyasallar, kumaş ağırlığının yüzde bir kaçından yüzde yüzüne kadar değişen bir aralıkta kullanılırlar. Bu kimyasalların birçoğu kumaşta absorblanamaz ve fabrika çıkışında atık yükünün artmasına neden olur. Kesikli boyama sistemlerinde boya banyolarının geri kazanımı ve tekrar kullanımı, kimyasal sarfiyatı, su ve enerji tasarrufu için oldukça kazançlıdır.

2.5.1 Metotlar

Bergenthall ve arkadaşları(1985), boya banyolarının tekrar kullanımı için aşağıdaki prosedürü önermiştir :

- Kullanılan Boya Banyolarının Depolanması

Kullanılan boya banyoları analizi ve tekrar kullanımının yapılacağı bir tank içerisine pompalanır. Bu arada kumaş boya makinesi içerisinde durulur. Aynı benzer iki boya makinesi ile yapılabilir. Bir makine boyama için kumaş hazırlarken diğeri de boya maddelerini hazırlar. Boyamadan sonra, ikinci makinedeki boya solüsyonu analiz ve tekrar kullanım için birinci makineye pompalanır. Birinci makinede boya döngüsü gerçekleşirken ikinci makinede kumaşın durulama işlemi gerçekleştirilir.

- Ayrılmış Kimyasal için Boya Banyosunun Analizi

Boya banyosundaki kullanılmış olan renklendirici, spektrofotometre yardımıyla ölçülebilir. Boya banyosu bulanıksa, ekstraksiyon metodu kullanılmalıdır. Birçok yardımcı kimyasal boya banyosundan uzaklaştırılmaz. Boya

reçetesini oluşturan madde miktarı tahmin edilebilir ya da analitik olarak hesaplanabilir.

Tincher ve arkadaşları (1981) yardımcı kimyasalların ve boya hamurundaki tekrar kullanılabilirliği hesaplayan bir program geliştirmiştir.

- Boya Banyolarının Yeniden Oluşturulması

Bu adımı gerekli renklendirici miktarı, yardımcı ve özel kimyasalların boya banyolarına eklenmesi oluşturmak-tadır.

Boya uygulamalarının ve boyama prosedürünün kullanımı iplik karakteristiklerine bağlıdır. İplik karakteristiklerine bağlı olarak boya banyolarının tekrar kullanım miktarı farklılık gösterir. Cook (1983) kesikli boyama sistemlerinin boya banyolarının tekrar kullanım sağlayabileceğini göstermiş ve bununla birkaç örnek uygulama yapmıştır. Bu uygulamaların hepsi başarılı olmuştur ve bununla önemli kazançlar sağlandığını göstermiştir. Tablo 1'de bu konuyla ilgili farklı çalışmalar gösterilmektedir. Tabloda boya sınıfları ve boya makineleriyle birlikte bazı fabrikalarda boya banyolarının tekrar kullanım örnekleri mevcuttur.

Tincher ve arkadaşları (1981) boya banyolarının ozonla ve/veya yalnızca oksijenle tekrar kullanımı için bir sistem geliştirmiştir. Sistem ozon arıtımıyla asit ve temel boyaları yok edebilmekteydi. Dağılmış haldeki boyanın yok edilmesi için yüksek miktarda ozon gerektirmektedir. Boya banyoları içindeki mevcut yardımcı kimyasallar, ozonla arıtıma daha dayanıklıdır.

Laboratuvarlarda yapılan çalışmalar polyester halilerin ozonla renk gideriminin yapıldığı boya banyolarıyla boyanabileceğini göstermiştir. Bu çalışmada, tekrar kullanımdan önce bir

indirgeyici ile boya banyolarının arıtımının yapılması gereklidir. Ozonla arıtılmış

boya banyolarıyla boyanan naylon halılar kabul edilebilir kalitededirler.

Tablo.1 Boya banyolarının tekrar kullanımında başarılı uygulamalar (Cook 1983).

Materyal Tipi	İplik	Boya Sınıfı	Makine
Örgü kumaş	Polyester Pamuk Polyester/Pamuk	Disperse Reaktif / Doğrudan Disperse/Reaktif veya Disperse/Doğrudan	Jet Beck Beck
İplik Paketi	Polyester Polyester/Pamuk	Disperse Disperse/Reaktif veya Disperse/Doğrudan	Package Package
Çorap	Naylon/Spandex	Asit	Paddle
İnce çorap	Naylon/Spandex	Disperse/Asit	Rotary Drum
Halı	Naylon	Disperse/Asit	Beck
Pamuklu Kumaş	Aramid	Temel	Jet
Çile	Akrilik	Temel	Skein

Bir şirket naylon ince çorapların döner pedallı boya makinelerinde boyanması esnasında boya banyolarını tekrar kullandığını açıklamıştır. Şirket tesislerinin ikisinde, boyama işleminde %95 oranında döner pedallı boya makineleri kullanmıştır. Bu makineler sayesinde boya banyolarının tekrar kullanılabilmesini ortaya koymuştur. Tesiste uygulanan diğer bir kirlilik önleme tekniği ise yumuşatıcıların tekrar kullanımı olmuştur (Cook 1983).

Bir başka fabrikada ise disperse boyama ile halıların boyanması esnasında boya banyoları tekrar kullanılmaktadır. Şirket, süfektanların tekrar kullanımını izleyen çevrimin yapılandırılmasında bir takım problemlere sahipti. Boya hamurundaki boya oranı düşüktü. Problem boya hamurundaki boya konsantrasyonunun artırılmasıyla çözüldü. Projeden \$115.000 kazanç sağlandı (Cook 1983).

1981'de Tincher ve arkadaşları Nomex örgü olmayan kumaşların jet boya makinelerinde boyandığında boya banyolarının tekrar kullanımının mümkün olduğunu belirtmiştir. Nomex büyük

miktarda pahalı yardımcı kimyasallar gerektirmekteydi. Sonuç olarak büyük hacimlerde atıksu üretilmekteydi. Boya banyosu 10 kez tekrar kullanıldığında kumaş prosesinde 25 cent/lb'lik bir boya kazancı sağlanmış, hem de atıksu miktarı azaltılmıştır.

2.5.2 Boya banyolarının geri kazanımında sınırlamalar

Boya banyolarının tekrar kullanımındaki başarı boya ve kumaş türüne bağlıdır. Basit boyaların çevrimi sınıflandırılmalıdır. Arıtmada kullanılan kimyasallar ve kumaştan gelen kirlilikler boya karışımı içinde birikebilir. Kirlilik boya banyosu içerisine eklenen yardımcı kimyasal içinde bulunabilir. Bu kirliliklerin bir kısmı boyama prosesini geciktirebilir veya kumaşta lekeler neden olabilir. Sonuç olarak kumaş boyandıktan sonra kullanılan boya banyolarının depolanması için depolama ekipmanı gerektirir. Bu da ekipman maliyetinde ve temizlik için gerekli su miktarında artışlara neden olur (Beckman 1983). Reaktif Boyalar kullanıldığında boya karışımı analizi zordur, çünkü spektrofotometre, kullanılmayan ve hidroliz olan boyalar

arasında ayırım yapamaz (Snowden-Swan 1985).

3. SONUÇ

Tekstil endüstrisi gibi üretimin yoğun olduğu endüstri dallarında geri dönüşüm, tekrar kullanım ve geri kazanımın maliyet ve sürdürülebilir çevre açısından önemi göz ardı edilemez. Bu uygulamalarda dikkat edilmesi gereken en önemli husus, her kademenin ayrı ayrı ele alınması gerekliliğidir.

Çevreye daha duyarlı ürünlerin talep edilmeye başlanması pek çok sektör için yeni bir rekabet alanı ortaya çıkarmıştır. Bu yeni yönelim sonrası yapılmaya başlanan çalışmalar sonucu kullanılacak basit yöntemlerle bile üretim sürecinden faydalı bir ürüne dönüşmeden geçerek atık haline gelen hammaddelerin daha etkin kullanımı sonucu bu kayıpların önlenilebileceği ortaya çıkmıştır. Bunu, ürünlerin maddesel içeriklerinin azaltılması, üretim için kullanılan ham maddelerin çevreye daha az zararlı olanlar ile değiştirilmesi, üretim ve kullanım sürecinde gerekli olan su ve enerji ihtiyaçlarının düşürülmesi gibi yaklaşımlar izlemiştir.

Sonuçta atık azaltılması, geri dönüştürme, yeniden kullanım, ürün ve hizmetlerin çevreye daha duyarlı tasarımı gibi konular üzerinde yapılan araştırmalar hızla artmış ve ürün ve hizmetlerin ardında daha az atık ve atıklar bırakılarak üretilmesi fikri örnek uygulamaları ile beraber gündelik yaşamımıza "Kirlilik Önleme" adı altında girmeye başlamıştır. Kirlilik önleme yaklaşımları çevresel konuların endüstriyel, kentsel, tarımsal v.b. her türlü insani etkinliğin tasarım aşamasında bir parametre olarak planlanma süreçlerine dahil edilmesini gerektirmektedir.

4. KAYNAKLAR

BECKMANN, W., AND PFLUG, .J, 1983. "Reuse of weakly loaded liquors from textile processing operations". *Textil-Praxis International*, vol 38, March 1983, p II-VI.

BERGENTHAL, .I F., EAPEN, .J, HENDRIKS, R V., TAWA, A. J. and TINCHER, W.C, 1985. "Full-scale demonstration of textile dye wastewater reuse." *Fortieth*

BURCH, T. E, DYER, D. F., and MAPLES, G., 1982. A practical system for *conserving energy and water in waste streams.* " *Water Conservation Technologies in Textiles. State of the Art. WRII Bulletin, May 1982, p 58-59.*

COOK, F. L, 1983. Direct dyebath reuse: The future is now! *Textile World* vol 121,

COOK, F. L, 1990 a. "AATCC invades Boston with environmental ammo." *Textile*

EVANS, BRUCE A., 1982. "Potential water and energy savings in textile bleaching." " *Water Conservation Technology in Textiles. State of the A rt. WRII bulletin, May 1982, p 55-57.*

GOODMAN, G. A. and PORTER, .I J, 1980. "Water quality requirements of reuse in textile dyeing Processes." *American Dyestuff Reporter*, vol 69, no 10, October

GRIZZLE, T. A., 1982. " Ultrafiltration applications in the textile industry." *Water Conservation Technology in Textiles. State of the A rt. WRII bulletin, May 1982*

HUFFMAN, L .,L, 1986. "Russell's condensate system saves \$ 1,000/day." *Textile World* vol 124, no 6, June 1986, p 76.

PERKINS, W. S., 1987. "Reclamation of polyvinyl alcohol using vacuum extraction." *Textile Chemist and Colorist*, vol. 19, May 1987, no. 5, p17-20.

Smith, B. 1986 "Identification and Reduction of Pollution Sources in Textile Wet Processing" Office of Waste Reduction, North Carolina Department of Environment, Health and Natural Resources

SNOWDEN-SWAN, L, 1995. "Pollution prevention in the textile industry." in: *Industrial Pollution Prevention Handbook*. FREEMAN, H. M. ,McGraw-Hill, Inc, p 829-845.

TINCHER, W. C, COOK, F.L and BARCH, L, 1981. "Reusing dyebaths in jet dyeing." *Textile Chemist and Colorist*, vol 13, no 12, December 1981, p 14-17.

TINCHER, W. C and AVERETTE, L, 1982. "Direct dye-bath reuse through spectrophotometric and ozonolysis techniques." *Water Conservation Technology*.

TOPLANTILAR

IWA - Small Water and Wastewater Treatment Plants Conference
26 – 1 March 2006
Merida, Mexico
Email: gonmar@servidor.unam.mx
<http://pumas.iingen.unam.mx/small2006>

IWA - Managing Rural Diffuse Pollution Conference
5 – 6 April 2006
Edinburgh, UK
Email: lynda.gairns@sepa.org.uk
<http://www.sac.ac.uk/sacsepaconf>

IWA - Slow Sand/Biofiltration Conference
3 – 5 May 2006
Mulheim, Germany
Email: n.graham@imperial.ac.uk
<http://www.biofiltration-con2006-iww.de>

IWA - Oxidation Technologies for Water and Wastewater
15 – 17 May 2006
Goslar, Germany
Email: aop4@cutec.de
www.cutec.de/aop4

IWA - Sustainable Sludge Management (Ecwatech)
30 – 1 June 2006
Moscow, Russia
Email: info@sibico.com
www.ecwatech.com

IWA - Symposium on Water Distribution System Analysis
27 – 30 August 2006
Ohio, USA
Email: steven.buchberger@uc.edu

<http://www.eng.uc.edu/wdsa2006/>

ISWA and DAKOFA Annual Congress - Waste Site Stories
1-5 October 2006
Copenhagen
<http://www.iswa2006.org>

Southeast Recycling Conference & Trade Show
March 6-9
Pensacola Beach, Florida;
www.southeastrecycling.com

IARC 2006: 6th International Automobile Recycling Congress
March 15-17
Amsterdam, Netherlands
www.icm.ch

Northeast Recycling Council Spring Conference
March 21-22
Northampton, Massachusetts
www.nerc.org

Carolina Recycling Association 16th Annual Conference & Trade Show
March 21-24
Raleigh
www.cra-recycle.org

Waste Expo
April 25-27
Las Vegas
www.wasteexpo.com

12th Annual Maine Recycling & Solid Waste Conference,
May 2-3
Bar Harbor
www.mrra.net

*New York Federation of Solid Waste
Association Solid
Waste/Recycling Conference*
May 7-10
Lake George, New York;
www.nyfederation.org.

*16th Annual Conference of the
Professional Recyclers of
Pennsylvania*
June 26-28
Pittsburgh
www.proprecycles.org.

*Washington State Recycling
Association's 26th Annual Conference*
May 21-24
Spokane, Washington
www.wsra.net

Recycle Florida Today
June 4-7
St. Pete Beach, Florida
www.recyclefloridatoday.org

*Missouri Recycling Association Annual
Conference*
June 5-7
St. Charles, Missouri
www.mora.org

*Illinois Recycling Association's 26th
Annual Conference,*
June 12-14
Aslip, Illinois
www.illinoisrecycles.org

*Arkansas Recycling Coalition 2006
Annual Conference*
June 19-21, Tunica, Mississippi
www.recycleark.org

*Association of Oregon Recyclers
Annual Conference, June*
22-24, Eugene, Oregon;
www.aorr.org.

Paper Recycling Conference
June 25-27
Chicago
www.paperrecyclingconference.com.

YAYINLAR

Managing Livestock Wastes to Preserve Environmental Quality
Ronald Miner, et al (January 15, 2000)
Fiyatı: \$69.99

Solid Waste Landfill Engineering and Design
Edward A. McBean, et al (October 31, 1994)
Fiyatı: \$89.00

Managing Livestock Wastes to Preserve Environmental Quality
J. Ronald Miner, et al (January 15, 2000)
Fiyatı: \$69.99

Handbook of Environmental Analysis: Chemical Pollutants in Air, Water, Soil, and Solid Wastes
Pradyot, Phd Patnaik (January 24, 1997)
Fiyatı: \$85.00

The Practical Handbook of Compost Engineering
Roger T. Haug (July 23, 1993)
Fiyatı: \$150.33

Solid Waste Engineering
P. Aarne Vesilind, et al (November 5, 2001)
Fiyatı: \$117.95

The Waste Crisis: Landfills, Incinerators, and the Search for a Sustainable Future
H. Y. Tammemagi (December 1, 1999)
Fiyatı: \$27.50

Geotechnical Practice for Waste Disposal
David E. Daniel (January 1, 1993)
Fiyatı: \$140.00

Recycling and Incineration: Evaluating the Choices
Richard A. Denison, John Ruston (June 1, 1990)
Fiyatı: \$50.00

Final Covers for Solid Waste Landfills and Abandoned Dumps
Robert M. Koerner, David E. Daniel (May 1, 1997)
Fiyatı: \$54.00

Handbook of Solid Waste Management
Frank Kreith, George Tchobanoglous (June 22, 2002)
Fiyatı: \$100.89

Methane from Community Wastes (Elsevier Applied Biotechnology Series)
Ron Isaacson (December 31, 1990)
Fiyatı: \$280.00

YAZIM KURALLARI

GENEL KURALLAR

1. Dil

Dergi üç ayda bir Türkçe olarak yayınlanır. Makalenin başında makalenin Türkçe-İngilizce özeti ve anahtar kelimeleri verilecektir.

2. Yazıların Sunulması

Yazıların aslı ile üç fotokopisi (ve mümkünse WP, WS ve ACSII kodunda yazılan bilgisayar disketi veya CD'si) Dergi'nin Editörlerinin adresine gönderilmelidir. Ayrıca yazışmaların yapılabilmesi için ayrı bir sayfaya yazının başlığı, yazı ile birlikte yazarın/yazarların ad ve soyadı, açık adresi, telefon-faks numaraları ve elektronik posta adresi yazılarak gönderilmelidir.

3. Yazıların Değerlendirilmesi

Yazıların yayın kurulu tarafından ön değerlendirmesi yapılacak, derginin amaç, kapsam ve yazım kurallarına uygun olmayanlar yazarlarına geri gönderilecek, uygun olanlar yazının konusu ile ilgili uzmanlara değerlendirilmek üzere iletilecek ve bu değerlendirme sonucu basılacaktır.

4. Yazının Başka Yerlerde Yayınlanması

Yazılar Derginin Editörlerinin yazılı izni olmadan başka yerde yayınlanamaz, kongre, konferans, sempozyumlarda bildiri olarak sunulamaz.

5. Yayın Hakkı

Yazıların her türlü yayın hakkı Dergiye, patent hakkı ve sorumluluğu yazarlara aittir. Ayrıca Dergide yayınlanan yazılar, kısmen veya tamamen yazılar kaynak gösterilmeden hiç bir yerde kullanılamaz.

6. Telif Ücreti

Yayınlanan yazılara bir ücret ödenmeyeceği gibi yazının yayınlanması için de herhangi bir ücret talep edilemez. Basılmış yazının beş kopyası yazının ilk yazarına ücretsiz olarak gönderilir. İlave kopyalar için ücret alınır.

7. Yazıların Geri Gönderilmesi

Değerlendirme sonucu yayınlanması uygun görülmeyen yazılar yazarlarına geri gönderilir. Yayınlanan yazıların asılları istenirse yayın tarihinden itibaren en çok bir ay içinde yazarlara geri gönderilebilir.

SAYFA DÜZENİ

1. Yazılar, A4 normunda yazı sayfasına üstten ve alttan 2,5 cm, soldan ve sağdan 2 cm bırakılarak çift aralıkla daktilo edilmeli, şekil ve tablolar ayrıca verileceğinden yazı içinde bunların yerleştirileceği yeterli boşluk bırakılmalıdır.
2. İlk sayfada başlık üstten 5 cm, büyük harflerle koyu olarak yazılmalı, yazı başlığı 70 harfi geçmemeli, 14 punto büyüklüğünde olmalı ve gereksiz uzatmalardan kaçınılmalıdır.
3. Yazarların ismi, soyadı (koyu olarak) ve açık adresleri başlıktan sonra 2 aralık bırakılarak ortalanarak yazılmalıdır. Eğer yazarlar farklı kurum/kuruluşlarda görev yapıyorlarsa sayılarla her yazarın görev aldığı adres, telefon-faks numaraları ve elektronik posta edresleri (italik olarak) belirtilmelidir.

MAKALE DÜZENİ

Makalede tüm yazılar "Arial" yazı karakteriyle yazılmalıdır.

1. **ÖZET** (italik, 10 punto, metin hemen özet başlığının yanından başlamalı)

Yazarların isim ve adreslerinin bittiği satırdan sonra 2 aralık bırakılarak sol baştan başlanarak yazılır. Özet; yazının konusunu, yapılan çalışmaların amacını, kullanılan yöntemleri elde edilen sonuçları ve değerlendirmeyi içeren 150 kelimelik bir bölümdür.

2. **Anahtar Kelimeler** (italik, 10 punto)

Konu sınıflandırmasının yapılabilmesi için en çok 10 kelimedenden oluşan anahtar kelimeler verilir. Anahtar kelimelerde ilk harf büyük, diğerleri ise küçük harfle başlamalıdır.

3. **İngilizce Başlık** (italik, koyu, büyük harf, 12 punto ortalanacak, öncesinde iki sonrasında bir boşluk bırakılacak)

4. **ABSTRACT** (italik, 10 punto, metin hemen abstract başlığının yanından başlamalı)

Makalenin İngilizce özeti genelde Türkçe özetin tercümesinden oluşmaktadır.

5. **Key Words** (italik, 10 punto)

Türkçe yazılmış anahtar kelimelerin İngilizcesi verilecektir. Anahtar kelimelerde olduğu gibi keywordslerde de ilk harf büyük, diğerleri ise küçük harfle başlamalıdır.

6. **GİRİŞ** (büyük harf, 12 punto)

Yazıyı doğrudan ilgilendiren ve uzun tarihçeler ve tekrarlar içermeyen bir "giriş" bölümü olmalıdır.

7. **Yazının Türü**

Yazılar aşağıdaki üç türden birinde yazılabilir

- a) Özgün araştırmalar ile ilgili yazılar
- b) Uygulama örneklerini bilimsel bir yaklaşımla aktaran yazılar
- c) Derleme şeklindeki yazılar

8. Sayfa Sayısı

Derleme şeklindeki yazılar dışındaki türlerde yazılar, tüm şekil ve tablolar dahil 5000 kelime (15-17 sayfa) eş değerinde olmalıdır.

9. Bölüm Başlıklarının Düzenlenmesi

Makale içindeki ana başlıklar numaralandırılmalı ve büyük harflerle yazılmalıdır. Birinci alt başlıklar da ana başlığı takip edecek şekilde numaralandırılmalı ve ilk harfleri büyük harf olacak şekilde yazılmalıdır.

Örnek: **3. METODOLOJİ** (koyu, 12 punto, büyük harf)
 3.1. Deney Düzeni (koyu, 12 punto, kelimelerin ilk harfleri büyük)
 3.1.1. Kullanılan malzemeler (koyu, 12 punto, sadece ilk kelimenin ilk harfi büyük)
 3.1.1.1. Organik atıklar (koyu, italik, 12 punto, sadece ilk kelimenin ilk harfi büyük)

Ana başlıklardan önce 2 sonra ise bir boşluk bırakılmalıdır. Ara başlıklardan önce ve sonra birer boşluk bırakılmalıdır.

10. Şekiller

Yazıya konacak şekiller, fotoğraflar, grafikler, çizimler, fotoğraflar ve tablolar metin içinde verilmeli ayrıca ayrı ayrı sayfalar halinde şekil, fotoğraf, grafik, çizim, fotoğraf ve tablo numaraları ve adları yazılarak yazı ekinde verilmelidir. Şekil numaraları koyu yazılmalıdır. Şekil isimleri ise ilk harfi büyük geri kalanı küçük harf olmalı ve normal yazılmalıdır (koyu değil). Şekil ile şekil başlığı arasında 1 boşluk bırakılmalı ve şekil başlığı soldan hizalanmalıdır. Şekillerin içinde yazı ile açıklama yapılacaksa uygun büyüklükte font seçilmelidir. Şekil içlerinde en küçük yazı karakteri olarak 8 punto seçilmesi tercih edilmektedir.

11. Çizimler

Çizimler özgün olmalıdır. Boyutları ya yazıya tek sütuna doğrudan yerleştirilecek veya % 30 küçültmeye uygun boyutta olmalıdır. Çizimler üzerinde yer alan yazı, sayı ve semboller daktilo, letraset veya uygun karakterli şablon ile yazılmalıdır. Yazıya konacak çizimler metin içinde verilmeli ayrıca ayrı ayrı sayfalar halinde çizim numaraları ve adları yazılarak yazı ekinde verilmelidir.

12. Grafikler

Teknik resim kurallarına uygun olarak ve mümkün olduğunca küçük çizilmelidir. Yazıya konacak grafikler metin içinde verilmeli ayrıca ayrı ayrı sayfalar halinde grafik numaraları ve adları yazılarak yazı ekinde verilmelidir.

13. Fotoğraflar

Fotoğraflar parlak kağıda basılmış, küçüldüğü zaman resim özelliği bozulmayacak boyut ve kalitede olmalıdır. Fotoğrafların arkasına hafifçe yazının başlığı ve şekil numarası yazılmalıdır. Yazıya konacak fotoğraflar metin içinde verilmeli ayrıca ayrı ayrı sayfalar halinde fotoğraf numaraları ve adları yazılarak yazı ekinde verilmelidir.

14. Tablolar

Tablolar üstte tablo numarası ve adı, bir aralıktan sonra tablonun kendisi gelecek şekilde yazılmalı, tablonun yatay ve dikey çizgileri çizilmeli ve yazıya eklenmelidir. Tablo başlıklarında ilk harf büyük olmalı, diğer kelimeler küçük harfle yazılmalıdır. Tablo başlıkları sola dayalı olacak şekilde yazılmalı, iki satır olması durumunda bir üstteki ilk kelimenin altından hizalanmalıdır. Tabloların tüm hücreleri çerçevelenmeli ve format kaymalarına dikkat edilmelidir. Yazıya tablolar metin içinde verilmeli ayrıca ayrı ayrı sayfalar halinde tablo numaraları ve adları yazılarak yazı ekinde verilmelidir. Tabloların ilk satır ve sütunları koyu olmalıdır (parametrelerin verildiği bölümler).

15. Dipnot

Yazılarda dipnot kullanılmamalıdır.

16. Kaynaklar

Yazı içinde kaynaklar "... Hopkins (1990)..." veya (Hopkins, 1990; Ferguson, 1991) şeklinde cümlenin sonunda, yazar soyadı ve yayın yılı belirtilerek verilmelidir. Yazının sonunda bir "Kaynaklar" bölümü bulunmalı ve yazar soyadına göre alfabetik sıralama yapılmalıdır. Kaynaklar aşağıdaki şekilde yazılmalıdır.

Kitaplar

Eckenfelder, W.W. Jr., *Industrial Water Pollution Control*, Mc Graw Hill, New York, 1966.

Kitaptan Bir Bölüm

Goldsmith, B.M., "Non-nitrogenous Carcinogenic Industrial Chemicals" in *Carcinogens in Industry and the Environment* (J.M. Sontag, ed.), Marcel Dekker Inc., New York, p.p. 283-290, 1990.

Rapor

UNEP, *Environmental Data Report*, Blackwell Scientific, Oxford, 1987.

Tez

Sims, R.C., *Land Treatment of Polynuclear Aromatic Compounds*, Ph. D. Dissertation, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, 1998.

Makaleler

Kocasoy, G., "A Method for the Prediction of the Extent of Microbial Pollution of Sea Water and the Carrying Capacity of Beaches", *Environmental Management*, Vol. 13, No. 4, pp.69-73, 1989.

KATI ATIK ve ÇEVRE dergisini ilgilenen her kişi ve kuruluşa ulaştırmak, ancak yüksek baskı giderleri nedeniyle sadece ilgilenenlere göndermek arzusundayız. Bu amacı sağlamak üzere, derginin kendilerine yollanmasını isteyen kişi ve kuruluşlara bu formu doldurarak bize göndermelerini rica ederiz.

Katı Atık Türk Milli Komitesi

Katı Atık Türk Milli Komitesine,

KATI ATIK ve ÇEVRE dergisinin tarafıma gönderilmesini arzu etmekteyim.

Tarih: / /

İsim, Soyadı :

Kuruluş :

Adres :

.....

Telefon :

Fax :

E-mail :

İmza

KATI ATIK ve ÇEVRE dergisini ilgilenen her kişi ve kuruluşa ulaştırmak, ancak yüksek baskı giderleri nedeniyle sadece ilgilenenlere göndermek arzusundayız. Bu amacı sağlamak üzere, derginin kendilerine yollanmasını isteyen kişi ve kuruluşlara bu formu doldurarak bize göndermelerini rica ederiz.

Katı Atık Türk Milli Komitesi

Katı Atık Türk Milli Komitesine,

KATI ATIK ve ÇEVRE dergisinin tarafıma gönderilmesini arzu etmekteyim.

Tarih: / /

İsim, Soyadı :

Kuruluş :

Adres :

.....

Telefon :

Fax :

E-mail :

İmza

KATI ATIK KİRLENMESİ ARAŞTIRMA VE DENETİMİ
TÜRK MİLLİ KOMİTESİ
BOĞAZIÇI ÜNİVERSİTESİ

80815 BEBEK - İSTANBUL

KATI ATIK KİRLENMESİ ARAŞTIRMA VE DENETİMİ
TÜRK MİLLİ KOMİTESİ
BOĞAZIÇI ÜNİVERSİTESİ

80815 BEBEK - İSTANBUL