

KATI ATIK DEPONİ ALANLARININ YER SEÇİMİNDE COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) UYGULAMASI

T. Çay¹, B. Nas², A. Berktaş², F. İşcan¹

¹Selçuk Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Bölümü, Kamu ölçmeleri Anabilim Dalı, Konya, tcay@selcuk.edu.tr, fiscan@selcuk.edu.tr

²Selçuk Üniversitesi, Çevre Müh. Bölümü, Konya, bnas@selcuk.edu.tr, aberktaş@selcuk.edu.tr

ÖZET

Katı atık yönetiminde ana problemlerden biri katı atıkların bertarafı için en uygun yerin seçilmesidir. Son zamanlarda, Coğrafi Bilgi sistemi(CBS) depolama alanlarının seçimini kolaylaştırmada kullanılmaktadır. CBS gerekli ekonomik, çevresel ve politik kısıtlamaları işleme ve taklit etme yeteneğine sahiptir. Onlar en uygun katı atık bölgesi hakkında bir karar destek aracı olarak önemli bir rol oynar.

Çumra ilçesinde en uygun alanları belirlemek için, kent merkezine, kuyulara ve sulama kanallarına yakınlık, ulaşım yollarından ve demir yollarından uzaklık, koruma alanlarından uzaklık, nüfusun olduğu yerden uzaklık, arazi kullanımı, arazi değeri ve arazi eğimi gibi kısıtlamalar kullanılmıştır. Çalışma bölgesi için nihai bir harita üretilerek deponi sahası seçimi için en uygun bölgeler gösterilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), Deponi, Katı atık.

ABSTRACT

APPLICATION OF GIS FOR LANDFILL SITE SELECTION

One of the major problems in waste management is concerned with the selection of an appropriate site for the waste disposal. Recently, Geographical Information Systems (GIS) have been used to facilitate the landfill siting. GIS have the capability to handle and simulate the necessary economic, environmental and political constraints. They can play an important role as a decision support tool regarding optimum waste site locations.

To identify suitable areas in Cumra district; proximity to municipal and local wells and irrigational canals, distance from transportation routes and rails, distance from environmentally sensitive or protected areas, distance from population centers, land use/land cover, land value and land slope used in constraint mapping. A final map was generated that identifies regions that are most suitable for the location of a landfill site.

Keywords: Geographical Information Systems (GIS), landfill siting, solid waste

1. GİRİŞ

Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nde katı atık için; “Üreticisi tarafından atılmak istenen ve toplumun huzuru ile özellikle çevrenin korunması bakımından, düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi gereken katı maddeleri ve arıtma çamuruna katı atık denilir” (KAKY) tanımlaması yapılmıştır.

Katı atıklar kaynaklarına göre; evsel katı atıklar, endüstriyel atıklar, açık alanlardan kaynaklanan atıklar, zirai atıklar, hastane atıkları, arıtma tesisi atıkları ve radyoaktif atıklar olarak sınıflandırılabilir.

Katı atıkların araziye gömülmesi (Deponi uygulaması) arazi üzerindeki uygun yerlerde katı atıkların bertaraf edilmesi işlemidir. Deponi uygulaması gelir düzeyi düşük ülkelerde atıkların bertarafı için yaygın bir çözümdür. Son zamanlarda, kentsel çevre problemlerinin artmasından dolayı düşük gelirli ülkelerde katı atık yönetimi çok dikkat çekmektedir. Şu anda çevre korumayı artırmak için tasarlanan deponi alan uygulamasına doğru bir geçiş vardır. Atık yönetimindeki esas problemlerden biri atıkların bertarafı için uygun yer seçimiyle ilgilidir. Deponi alanlarında oluşan sızıntı suyu genellikle organik madde, amonyak, nitrat, klorür ve ağır metal gibi kirletici maddelerden önemli miktarda içerir. Bu kirleticiler akiferlere ulaşabilir, su kaynaklarının kalitesini düşürür ve insan sağlığına zarar verebilir.

Katı atıkların bertaraf yöntemlerinden biriside düzenli depolamadır. Katı atık uzaklaştırılmasında ülkemizde en yaygın uygulanan yöntem düzenli/düzensiz depolamadır. Avrupa Birliği üye ülkelerinin büyük çoğunluğunda da katı atıkların uzaklaştırılmasında düzenli depolama kullanılmaktadır. Bir deponi alanı yeri seçiminde çok sayıda

faktörün göz önüne alınması gerekirken, maalesef ülkemizde rasgele veya bir karar vericinin birkaç faktörü düşünerek verdiği karar ile katı atık deponi alanı yerleri seçilebilmektedir.

Bilgisayar teknolojisinde meydana gelen gelişmeler, veri depolanması, veri düzenlenmesi, veri paylaşımı, verinin yeniden değerlendirilmesi ve veri analizi gibi konuların yapılabilirliğini arttırmıştır.

Konumsal bilgi sistemleri ile ilgilenenlerin ve kullananların hızla artış göstermesi, geleneksel yöntemlerle araştırma ve üretim yapan teknik ve bilim adamlarının da bu sistemlere yönelmesine sebep olmuştur.

Coğrafi Bilgi Sistemleri 2000’li yılların ana bilişim fonksiyonunu oluşturmaktadır. Verileri, coğrafi koordinatlarına bağlı olarak ilişkisel veri tabanı yönetim sisteminde saklayan Coğrafi Bilgi Sistemleri, dünya üzerindeki verilerin ilişkilendirilmesinde ve bilgilerin paylaşılmasında büyük çığır açmıştır .

CBS, birçok problemin hızlı ve etkili bir şekilde çözülmesinde önemli bir araç haline gelmiştir. CBS’nin çevre problemlerinin çözümünde kullanımı, en güçlü ve en başarılı uygulama alanlarından biridir (Goodchild ve ark., 1993).

Environmental Protection Agency (EPA), 1987 yılında Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi Programını kurmuş, CBS’nin çevre problemlerinin çözümünde kullanımı ile ilgili olarak 1994 ve 1999 yıllarında iki ulusal konferans düzenlemiştir. Çevre problemlerinin tanımlanmasında, değerlendirilmesinde ve çözümünde CBS’nin nasıl kullanılabileceği tartışılmıştır (U.S. EPA, 1995, 1999).

Coğrafi bilgi sistemleri, 10 yıl öncesinde sınırlı sayıda uzman gruplarının kullanmasına karşın şimdi birçok sektörde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. CBS yerel yetkililerin ilgilendiği konularda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak, kullanımı çoğu kez basit harita katmanı ve görsel tekniklerle sınırlandırılır. Son zamanlarda, çevresel, politik ve finansal düşünceler, deponi alanı yerlerinin belirlenmesi hakkında karar verme problemiyle karşılaşmaktadırlar (Baban and Flannagan, 1998).

Yer seçimi işlemleri için CBS’nin uygun kullanımından faydalanılabilir. CBS’nin yaygın faydaları şu şekildedir.

- Konumsal verileri yönetmek
- Büyük miktarda konumsal verilerin girilmesini sağlamak ve verilerin analizini gerçekleştirmek
- Duyarlılık ve en uygun analizleri kolay bir şekilde gerçekleştirmek
- Model sonuçlarını ifade etmek,

Deponi alanlarının gelecekteki yerleri araştırılırken çok fazla kriter dikkate alınmak zorundadır. Çok fazla sayıda veri mümkün olan en kısa zamanda değerlendirilmek zorundadır. Bu CBS yardımıyla yapılabilir. Depo kapasitesi, kesişme ve geometrik veri, olası araştırma alanlarının tanımlanmasında için pozitif alanlar, negatif alanlar ve kişisel değerlendirme alanlarının belirlenmesi için çok önemlidir (Dorhofer, 1998).

Higgs,(2006) katı atık yeri seçiminde CBS ve çoklu kriter tekniklerinin birlikte kullanılabileceğini belirtmiştir. Vatalis ve Manoliadis(2002) Makedonya’da yeni bir katı atık deponi sahası yeri seçiminde karar destek sistemi olarak CBS’nin kullanıldığı çalışmada, ilk aşamada farklı yer seçimi kriterleri için overlay (bindirme) tekniği kullanılarak uygun yer seçimi yapılmış, ikinci aşamada ise çevresel ve ekonomik kriterler de kullanılarak en uygun alternatifin seçimine gidilmiştir.

Lin ve Kao (1998) vector tabanlı veriler için uygulanabilir bir model geliştirmiştir. Önceden geliştirilen raster tabanlı modelle birleştirilen bu model CBS verilerine uygulanabilmiştir. CBS verileriyle birleştirilen model sayısal veri işlemeye de uygundur.

1994 yılında Kim ve arkadaşları Geo-Spatial Bilgi Sistemi (GSIS) kullanarak uygun bir katı atık deponi alanı seçmek için bir çalışma yapmıştır. Bağlı uygunluğun değerlendirilmesini temsil eden konum puanı ve kişisel değer ağırlıklarına göre uygun bir yer seçilmiştir.

Yerel yönetimler genellikle yeterli bütçe ayırmadan ve uzmanlardan yararlanmadan bu yer seçim sürecini tamamlar ve bu da önemli ölçüde çevre kirliliğine sebep olur.

Ülkemizde çevre problemlerini çözmek amacıyla etkili ve doğru kararlar alabilmek için CBS’nin sağladığı izleme, analiz edebilme, modelleyebilme ve harita üzerinde gösterebilme kabiliyeti kullanılmalıdır. Katı atık deponi alanı yer seçim sürecinde CBS’nin kullanımı ile daha kabul edilebilir bir deponi yeri kararı alınabildiği gibi ekonomik açıdan da daha uygun yer seçimi yapılabilir.

Türkiye’de mevcut 3215 Belediyeden sadece 15 adetinde düzenli katı atık depo sahası mevcuttur. Katı atık deponi sahası projesinde ise ilk adım yer seçimidir. Doğru yer seçimi kararları alabilmek için bütün dünyanın da kullandığı CBS teknolojilerinden faydalanılmalıdır.

Bu çalışmada; Katı atık deponi alanlarının yer seçiminde çevresel faktörler, sosyal ve kültürel faktörler açısından minimum etki ve mühendislik/ekonomik faktörler açısından maksimum fayda sağlayacak deponi yeri seçiminde kullanılabilecek harita katmanları incelenecek ve katı atık deponi alanlarının yer seçiminde bir karar destek mekanizması olarak CBS’nin etkili bir şekilde nasıl kullanılabileceği Çumra İlçesi örneğinde ortaya konulacaktır.

2. KATI ATIK DEPONİ ALANLARININ YER SEÇİMİNDE CBS KULLANIMI

14.3.1991 Tarih ve 20814 Sayılı Resmi Gazete’de yayınlanmış olan “Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği”nde katı atık depo tesislerinin yer seçimine ilişkin düzenlemelere yer verilmiştir. Konuya ilişkin 24. Madde’de;

- Depo tesisleri, Müsteşarlık veya ilgili belediyeler tarafından içme suyu temin edilen ve edilecek olan yüzeysel su kaynaklarının korunması ile ilgili olarak, çıkarılan yönetmeliklerde, çöp dökülemeyeceği ve depolanamayacağı belirtilen koruma alanlarında kurulamaz.
- Depo tesisleri, en yakın yerleşim bölgesine uzaklığı 1000 metreden az olan yerlerde inşa edilemez. Ancak depo tesisinin çevresinde, tepe, yığın ve ağaçlandırma gibi tabii engeller varsa mahalli çevre kurullarının kararı ve gerektiğinde Bakanlığın 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.
- Bu alanlar işletmeye açıldıktan sonra iskana açılmayacak şekilde planlanır ve etraflarına bina yapılmasına müsaade edilmez denilmektedir.

Katı atık deponi alanlarının yer seçiminde çevresel faktörler, sosyal ve kültürel faktörler ve mühendislik/ekonomik faktörler göz önüne alınmalıdır. KAKY Madde 24’de de yer seçimine ilişkin çevresel, sosyal ve kültürel faktörlere ilişkin sınırlamalar verilmektedir. Bir katı atık deponi sahası çevre, toplum ve kültür üzerinde minimum etki oluşturacak, mühendislik uygulaması ve ekonomik faktörler açısından ise maksimum verimlilik verecek alanda yer almalıdır.

Her bir faktör için ayrı ayrı tampon bölge (buffer) analizi ile harita katmanları oluşturulur. Her bir kriter için tampon bölge analizinde o kriterle ait yasal düzenlemeler veya bölgenin özellikleri göz önüne alınarak bir tampon bölge mesafesi (200m, 1000m vs.) seçilir. Ardından bindirme (overlay) analizi uygulanarak katı atık deponi alanı olabilecek alternatif alanlar tespit edilir.

Elde edilen nihai harita karar vericiler tarafından bir karar destek mekanizması olarak kullanılabilir.

Elbette ki iyi bir analiz için bütün bu katmanlara ait verilerin sayısal ortamda mevcut olması gerekmektedir. Eğer bazı katmanlara ulaşamıyor veya kendimiz üretemiyor isek ilgili katmanı analize dahil etmemek durumunda kalabiliriz. Bu katmanlar haricinde yöreye ait özel durumlar söz konusu ise bunlarda değerlendirilmeli ve katmanı oluşturulmalıdır.

Vektör tabanlı coğrafi veriler ile gerçekleştirilebilen konum analizlerinden biri de Ağ (Network) analizleridir. Katı atık toplama, taşıma sistemlerinin optimizasyonu için ağ analizi (optimum güzergah belirleme) yapılarak en ekonomik çözümün bulunması mümkündür (Esri, 1999). Bölgeye ait yeterli verinin olması durumunda çöp kamyonunun deponi sahasına giderken izleyeceği en kısa yolun bulunması yanında en kısa sürede deponi sahasına ulaşılacak güzergahın analizi de yapılabilir.

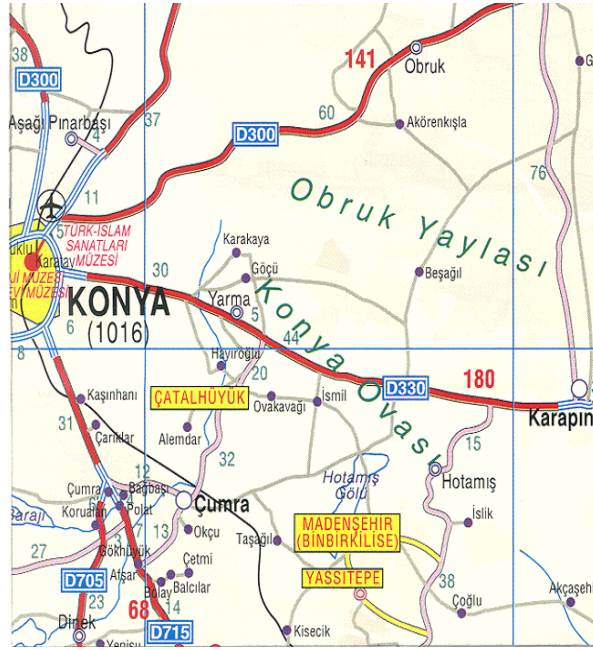
3. MATERYAL VE METOD

Bu çalışma, Türkiye’de katı atık deponi alanı yer seçiminde CBS teknolojisi kullanılarak yapılan ilk kapsamlı çalışmadır. Çalışma alanı olarak Konya il merkezinin 47 km güneyinde yer alan Çumra ilçesi seçilmiştir (Şekil 1). Konya ilindeki Çumra İlçesi 18500 hektarlık bir kısmı kapsamaktadır. Nüfusu 41200’dür. Çumra’nın günlük ortalama katı atığı 48 ton, yıllık ise 17500 tondur. Buna göre, Çumra’nın katı atık deponi arazi ihtiyacı 20 yıllık bertaraf periyodu için 87600 m² olarak hesaplanır. Şimdiki katı atık alanı şehir merkezinin 2 kilometre uzağındadır. Şu anda bu alanın yerinin değiştirilmesi planlanmaktadır.

Çumra ilçesi, yıllık yağış oranı 324 mm olan yarı kurak bir bölgede yer almaktadır. Bölgenin rakımı 1010 m'dir. Ortalama sıcaklık kışın 1.2 °C, yazın 22 °C'dır. Genellikle yazın çok sıcak, kışın çok soğuktur. Su tarım için kurak ve yarı kurak alanlarda en önemli kaynaktır. Çumra'da yıllık ortalama yağış oranı 321 mm, bazı yıllarda is 275 mm'ye düşmektedir.

Tarımsal üretimin 1 120 000 dekar alan üzerinde yoğun olarak yapıldığı, Sadrazam Ferit Paşa tarafından yaptırılarak 1913 yılında hizmete giren “ Beyşehir Gölü Suyunun Konya-Çumra Ovasına Akıtılması Projesi” ile başlangıç alan, daha sonra Konya Ovası Sulama Projesi(KOP) kapsamına alınan ve devamında “Mavi Tünel Projesi” ile son şekli verilen Çumra'nın ilk bayındırlık planı 1938, halihazır haritaları 1941 ve ilavesi 1955, imar planı ise 1955 yılında yapılmıştır.

Ayrıca, Çumra'da Catalhöyük ve Pınarbaşı gibi tarihi yerleşim yerleri de bulunmaktadır. Çatalhöyük ilk kez 1950'lerde keşfedildi. Bu bölge muhteşem duvar boyaları ve evlerin içindeki diğer sanat eserlerinden dolayı uluslararası bir üne kavuşmuştur(www.catalhoyuk.com).



Şekil 1: Çalışma alanı

CBS uygulamaları için gerekli olan elemanlar: yazılım, donanım, veriler, yöntemler ve insanlardır.

Donanım: CBS programları yüksek kapasiteli bilgisayarlarda çalışmaktadır. Bölümlerdeki mevcut bilgisayarlar kullanılmıştır. Yazıcı (printer), Plotter ve tarayıcı (scanner) ihtiyaçları için ise üniversitemiz ve diğer kurum imkanlarından yararlanılmıştır.

Yazılım: Çevre Mühendisliği Bölümünde bulunan ESRI (Environmental Systems Research Institute) firmasının ürünleri olan ArcGIS 9.0, ArcGIS Spatial Analyst ve ArcGIS 3D Analyst yazılımları kullanılmıştır.

Veriler: Analog veriler, digital olmayan ve kağıt ortamında bulunan verilerdir. Analog verilerin CBS açısından kullanılabilir olması için bu verilerin sayısallaştırılması yani digital hale dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu amaçla öncelikle üzerinde çeşitli katmanların bulunacağı Çumra İlçesi ve çevresinin sayısal haritası oluşturulacaktır. Sayısal harita; 1/25.000 ölçekli 2 adet (KONYA-M29-d3, KONYA-M29-d4) Çumra haritası üzerinden NETCAD yazılımı kullanılarak sayısallaştırma yapılmıştır.

Yöntem: Katı atık deponi alanlarının yer seçiminde çevresel faktörler, sosyal ve kültürel faktörler ve mühendislik/ekonomik faktörler göz önüne alınmalıdır.

Bu çalışmada; Çevresel faktörler açısından oluşturulacak harita katmanları;

- Yeraltı suyu koruma alanları
- Akarsu ağı

- Doğal hayatı koruma alanları
 - Toprak
 - Jeoloji
- Sosyal/kültürel faktörler açısından oluşturulacak harita katmanları;
- Kentsel gelişme planlama alanları
 - Tarihi ve önemli kültürel alanlar
 - Havaalanı lokasyonları
 - Nüfus yoğunluğu
- Mühendislik/ekonomik faktörler açısından oluşturulacak harita katmanları;
- Yol ağı
 - Eğitim
 - Arazi maliyeti

Sayılan her bir faktör için ayrı ayrı tampon bölge (buffer) analizi ile harita katmanları oluşturulmuştur. Her bir kriter için tampon bölge analizinde o kritere ait ülkemizdeki yasal düzenlemeler, yurtdışındaki uygulamalar ve bölgenin özellikleri göz önüne alınarak bir tampon bölge mesafesi seçilmiştir. Ardından bindirme (overlay) analizi uygulanarak katı atık deponi alanı olabilecek alternatif alanlar tespit edilmiştir. Bu amaçla Multi-Criteria Evaluation (MCE) analizi ArcGIS 9.0 yazılımında uygulanmıştır (Çay ve ark., 2006).

4. UYGULAMA

Çumra'nın merkez nüfusu 1990 nüfus sayımına göre 30.500, 1998 yılı 40.500, 2000 yılı 41.200, bugün ise Çumra'da yaşayan nüfusun gerçek değerinin 30.000 olduğu tahmin edilmektedir. Çumra'da günlük ortalama 15 kamyon çöp toplanmaktadır. Buda günlük çöp miktarının 45-50 ton olduğunu göstermektedir. Çumra'nın içme suyu kaynakları Obruk(Gökhüyük) yeraltından sağlanmaktadır (Şekil 1.1). Suyun derinliği 80-100 metre olup debisi 120 m³/sn'dir.

4.1. Proje Alanındaki Paftaların Sayısallaştırılması

Uygulama alanına isabet eden paftalar (KONYA-M29-d3, KONYA-M29-d4) A0 scanner'da taranmış ve NETCAD yazılımında sayısallaştırılmıştır.

4.2. Proje Alanındaki Toprak Haritalarının Temini

Proje alanına isabet eden toprak haritaları(KONYA-M29-d3, KONYA-M29-d4) MÜLGA Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğünden CBS formatında sayısal olarak elde edilmiştir.

4.3. Harita Ağırlıkları Ve Özellik Puanları

Deponi alanı seçimi için verilen kısıtlamalar, en çok ve en asgari yerlerin bulunması görevi harita katman ağırlıklarını toplam özellik puanlarıyla yapılır. Bu işlem ArcGIS 9.0'da birleştirme modülünün ekleme fonksiyonu kullanılarak yapılır. Çıktı haritasının anlamlı ve tutarlı olabilmesi için harita ağırlıklarının %100'e varması ve özellik puanlarının her harita için aynı plan kullanılarak seçilmesi gerekir. Haritaların sekiz kısıtlamasından her biri eşit önemde dikkate alındı. Bu yüzden onların herbiri %12 olarak eşit bir şekilde ağırlıklandırıldı. Özellik puanları duyarlılıklarıyla tahsis edildi ve tablo formatında depolandı (Tablo 1).

Birleştirme analizi

Önce tüm harita katmanları özellik tablosundan resim dosyalarına ayrılan puanlarla vektörden grid tabanlı veri modellerine dönüştürülür. Tampon bölgeler oluşturuldu ve daha sona kısıtlama kriterlerinin herbiri için oluşturulan mesafe puanları eklendi. Katmanların hepsi deponi alanı uygunluk haritası biçiminde birleştirildi. 10 ve üzerindeki bütün sınıfların deponi alanı seçimi için uygunsuz olduğu için 10 ve 10'dan daha büyük tüm değerler sıralanarak yeniden sınıflandırıldı. Bu uygun haritayı daha kolay anlamak ve yorumlamak için basitleştirdi.

1) Kent alanlarından uzaklık

Deponi bölgeleri arazi değerini ve gelecek gelişimini etkilemesinden kaçınmak ve bu bölgelerden yayılacak muhtemel çevre zararlarından genel halkı korumak için, oturma açık veya kent bölgelerine yakın yerleştirilemez. Bu çalışmada, deponi bölgesi şehir alanın 1 km etrafında yerleştirilmesi yasaklandı(eğer kent 10 üzerinden ağırlık verilirse, 1km den küçükse 0, 2km den küçükse 2, 3km den küçükse 3, 4km den küçükse 4, 5km den küçükse 5, 6km den küçükse 6, 7km den küçükse 7, 8km den küçükse 8, 9km den küçükse 9, 10km den küçükse 10). Deponi alanı kent alanının 10 km içinde yerleştirilmelidir.

Tabaka	Puan	Tabaka	Puan	Tabaka	Puan
Kent		Yollar		Kuyular	
< 1 km	10	< 0.2 km	10	< 300 m	10
1-2 km	1	0.2 km-1 km	0	300-500 m	5
2-3 km	2	1-2 km	1	> 500 m	0
3-4 km	3	2-3 km	2	Demiryolu	
4-5 km	4	3-4 km	3	0-500 m	10
5-6 km	5	4-5 km	4	> 500 m	0
6-7 km	6	5-6 km	5	Arkeolojik Bölge	
7-8 km	7	6-7 km	6	0-500 m	10
8-9 km	8	7-8 km	7	> 500 m	0
9-10 km	9	8-9 km	8	Sulama Kanalları	
> 10 km	10	9-10 km	9	< 100 m	10
Tarımsal arazi Sınıfları		> 10 km	10	> 100 m	0
Derece 1	10			Arazi eğimi	
Derece 2	5			> 15 %	10
Derece 3-4-5-6-7 ve 8	0			< 15 %	0

Tablo 1: Katı atık deponi alanının seçiminde kullanılan haritaların özelliklik puanları

2) Tarımsal arazi sınıfları

Tarımsal arazi sınıfları deponi alanı için daha uygun alanları belirlemek için bilinmek zorundadır. 1. derece ve 2. derece gibi tarımsal arazi sınıfları dikkate alındı ve uygun arazi kullanım kabiliyeti belirlendi. Türkiye’de Tarım Bakanlığı arazi sınıflarını sekiz sınıfta belirlemiştir.. bu çalışma için 7 sınıf kullanıldı. 1. derece ise ağırlık 10, 2. derece ise 5 ve 3.-8. derece arası ise ağırlık 0’dır.

3) Ulaşım yollarından uzaklık

Deponi alanları şehir caddeleri ve ana yolların 200 metre içinde olamaz. Diğer taraftan, yapılacak bağlantı yollarının masrafından kaçınmak için var olan yol ağlarından çok uzak yerlere de yerleştirilemez.

4) Kuyulara yakınlık

Bir deponi alanı dere, göl, nehir, kuyu veya su bölgelerine yakın yerlere yerleştirilemez. Deponi alanı seçiminde kuyulara yakınlık önemli bir kriterdir. Bu alanlar zehirli gazlar oluşturur (Dorhofer ve Siebert, 1998). Bu nedenle, CBS yazılımı kullanılarak 300 metrelik bir tampon yerleştirilir. Eğer 300 metreden küçükse ağırlık 10, 500 metreden büyükse 0’dır.

5) Tren yollarından uzaklık

Deponi alanları tren yolu hatlarının 500 m içine yerleştirilemez. Eğer 500 metreden küçükse ağırlık 10, 500 metreden büyükse 0’dır.

6) Arkeolojik bölgelerden uzaklık

Deponi alanları tarihi önemi olan bölgelerin 500 m içine yerleştirilemez (500 metrenin içinde ise ağırlık 10). Çumra bölgesinde Çatalhöyük ve Pınarbaşı gibi tarihi yerlerde vardır.

7) Sulama kanallarına yakınlık

Çumra şeker pancarını kapsamlı bir şekilde yetiştiren yerlerden biridir. Bu yüzden bölge sulama kanalları bulunmaktadır. Deponi alanları sulama kanallarının 100 m içine yerleştirilemez. Ağırlık 100 m den küçükse 10, büyükse 0’dır.

8) Arazi Eğimi

Lin ve Kao (1998) deponi alanları için ortalama eğimi %10-12 olarak önerdi. Çünkü çok dik eğim bu alanların inşasında ve bakımında zorluklarla karşılaşır. Çalışma alanında, eğim çok düzdür. %15’den büyükse ağırlık 10, küçükse 0’dır (Allen ve ark., 2003).

4.4. Sonuçlar ve Tartışma

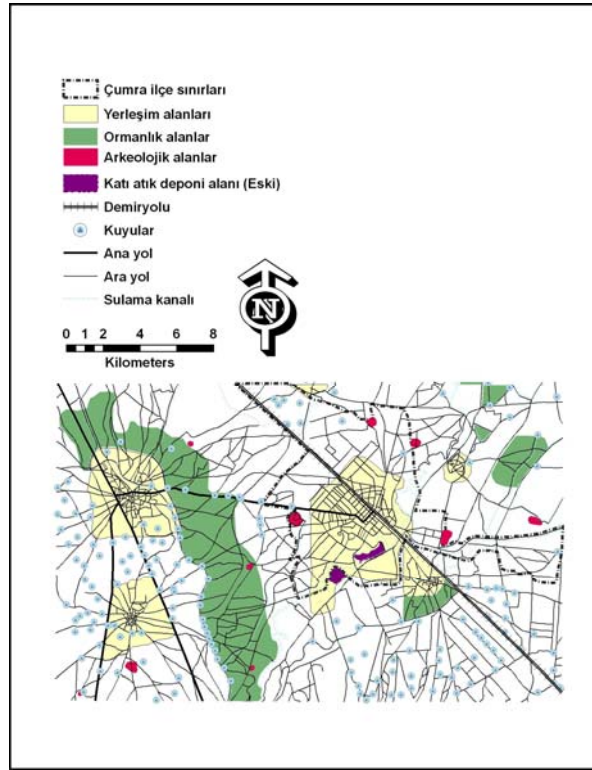
Bu çalışmanın ana sonucu katı atık deponi alanı seçimini yapmak için CBS teknolojisini uygulamaktır. Bu işlem, seçim bölgelerindeki problemler tanımlanarak, seçim sürecinde bilgi ve tekniklerin değişimini kolaylaştırarak ve

seçim bölgelerinde halk katılımının cesaretlendirecek metodlar belirlenerek, Türkiye’deki Katı atık Kontrol Kanununda belirtilen yasal gereksinimlere dayanan parametre ve kriterler serisinin kurulmasıyla başarıldı.

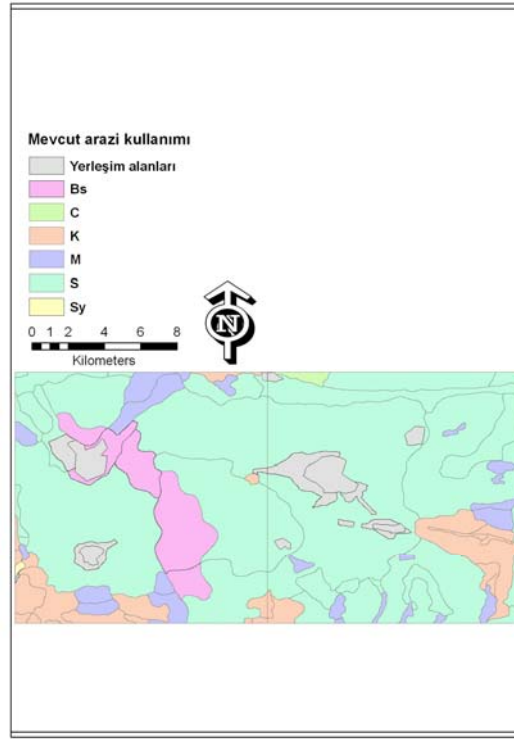
Yeraltı suyu, jeoloji, sınırlanmış bölgeler, ulaşım verimi, nüfus yoğunluğu eğimi ve arazi sahipliği gibi faktörler kullanıldı. Model bir takım kriterler ve CBS ile ilk eleme yapıldıktan sonra geriye kalan Alana uygulandı. Çok miktarda uygunsuz arazi elemine edilebileceği için, bu ilk eleme önemlidir.

Faktörler için harita katmanları kullanıldı. Bu faktörler, yeraltı ve yerüstü su koruma alanları, toprak ve jeoloji, sınırlandırılmış bölgeler, tarihi yerler, mevcut yol ağları, nüfus yoğunluğu, arazi sahipliği ve arazi gereksinimleridir. Şekil 2, 3,4, çalışma alanındaki katmanları göstermektedir. Bütün alana uygun puanlar verildi. Uygunsuz alanlar çıkarıldı. Aday alanların uygunluk puanları bazı dikkat çeken faktörler için belli bir seviyeyi geçmek zorundadır. Örneğin, halk sağlığını etkileyecek hava kirliliğini azaltmak için, deponi bölgesi mümkün olduğu kadar nüfus yoğunluğundan uzak yerlerde olmalıdır. Diğer taraftan, bu bölge yol tasarrufu sağlamak için mümkün olduğu kadar mevcut yollara yakın yerleştirilmelidir. Ayrıca, çok dik veya çok düz yerler bu bölgeler için uygun değildir.

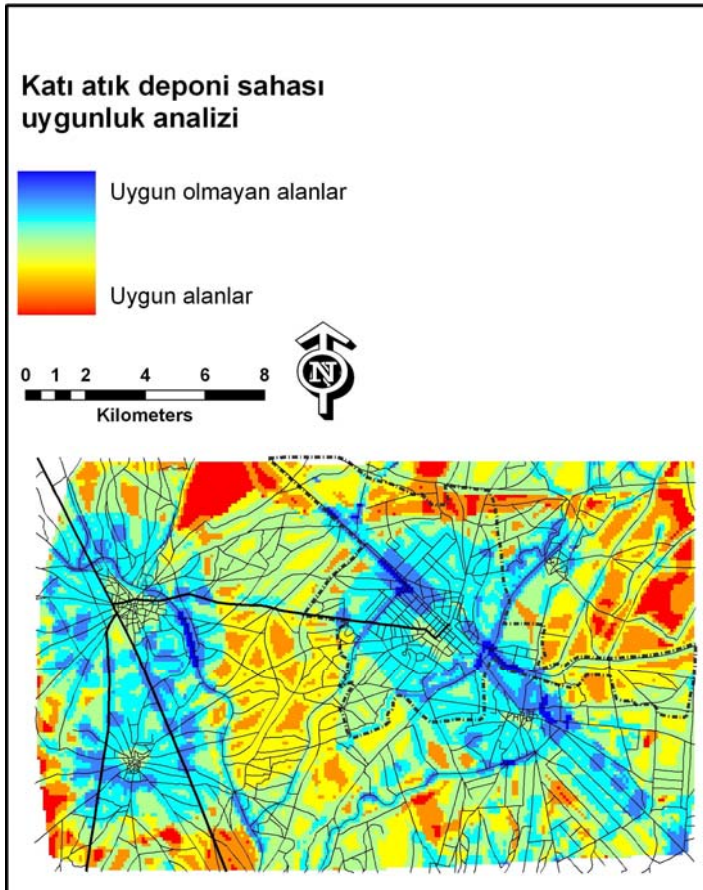
Şekil 4 nehirlere, yeraltı su kaynaklarına, çevresel duyarlı arazilere, dik eğimli arazilere ve yerleşim bölgelerine çok yakın bölgeler daha önce anlatıldığı gibi çıkarıldıktan sonra kalan arazileri gösterir.



Şekil 2: Çalışma alanı



Şekil 3: Çumra’da şu andaki arazi kullanımı, Bs: meyve bahçesi (sulanan) C: mera arazisi K: sulanmayan alan M: otlak arazi S: sulanan arazi Sy: sınırlı sulanan arazi



Şekil 4: Çalışma alanındaki deponi alanı için uygun yer

5. SONUÇ

Bir katı atık deponi alanı yer seçim süreci, çoğu mekansal bilgiden oluşan pek çok faktörün ve kriterin değerlendirilmesini gerektirir.

Yerel yönetimler genellikle yeterli bütçe ayırmadan ve uzmanlardan yararlanmadan bu yer seçim sürecini tamamlar ve bu da önemli ölçüde çevre kirliliğine sebep olur.

Katı atık deponi alanı yer seçim sürecinde CBS'nin kullanımı ile daha kabul edilebilir bir deponi yeri kararı alınabildiği gibi ekonomik açıdan da daha uygun yer seçimi yapılabilmektedir. CBS kullanılarak yapılacak analizler mevcut verilerle sınırlıdır. Ülkemizde CBS'de kullanılabilecek doğrulukta ve detayda sayısal veriyi elde etmek çoğu yerleşim yerinde şu an için zordur ve maalesef CBS uzmanları çoğu zaman kendi verilerini kendileri üretmek zorunda kalmaktadır ki bu da zaman ve para kaybına neden olmaktadır. Deponi yeri seçiminde de bazı verilere ulaşılamayabilir ve göz önüne alınması gereken bazı katmanlar oluşturulamayabilir.

Ülkemizde Çevre Mühendisliği bölümlerinde Katı Atıklar ve Katı Atık Yönetimi isimleri altında verilen derslerde katı atık yönetiminde (Deponi yeri seçimi, katı atık toplama- taşıma sistemlerinin eniyilenmesi vs.) CBS'nin kullanımı daha ayrıntılı anlatılmalıdır. Oysa, yurtdışında özellikle deponi alanlarının yer seçiminde CBS'den uzun yıllardır faydalanılmaktadır.

Bu çalışmanın bir sonucu olarak, katı atık deponi sahası için en uygun bölgenin ilçenin kuzey ve kuzey doğusunda olması gerektiği belirlenmiştir. Bu sonuç yerel yönetim tarafından da makul ve uygulanabilir olarak karşılanmıştır. Endüstriyel alanlar, havaalanları, sel baskınları, toprak tipleri, jeolojik ve hidrolojik özellikler, rüzgar yönü ve diğer sosyal ve ekonomik faktörlerde kesinlikle vardır. Bu liste CBS yaklaşımı uygulanan yöntemlerin tanımlanmasına hizmet eder. Örneğin bu çalışmada, kısıtlamaların hepsi eşit önemdedir. Ancak, sistem planlayıcıya her haritanın değişen önem derecelerini birleştirmesine izin verir.

Genellikle yerel yönetimlerin, çevreye önemli etkileri olan deponi alanı için yer tesbiti yapacak uzman elemanları ve finansal kaynakları sınırlıdır. Özellikle CBS, bu konuda deponi alanlarının nerelerde olması gerektiğini belirleyebilmek için önemli bir araçtır. Katı atık deponi alanı yer tesbiti çok fazla sayıda kriteri ve konumsal bilgiyi gerektiren bir çalışmadır.

Deponi bölgesi için CBS kullanımı pratik ve ekonomiktir. CBS'nin çeşitli meslek gruplarının ihtiyaç duyduğu verileri analiz etmek ve yönetme kabiliyeti vardır.

TEŞEKKÜR

Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü tarafından (Proje No: 2004/100) desteklenen bu çalışma için Selçuk Üniversitesi Rektörlüğüne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Allen, A., Brito, G., Caetano, P., Costa, C., Cummins, V., Donnelly, J., Fernandes, C., Koukoulas, S., O'Donnell, V., Robalo, C., Vendas, D., 2003, "The Development of a GIS Model for the Location of Landfill Sites in Ireland and Portugal", Atlantic Area INTERREG-IIC Programme, Final Project Report, Project Ref. No. EA-BIIRE-No 2.15

Baban, S.J., Flannagan, J., 1998, "Developing and Implementing GIS-assisted Constraints Criteria for Planning Landfill Sites in the UK", Planning Practice & Research, Vol. 13, No. 2, pp. 139-151.

Çay, T., Nas, B., Berktaş, A. Ve İşcan, F., (2006). Katı Atık Deponi Alanlarının Yer Seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri, Selçuk Üniversitesi Bilimsel araştırma Projeleri(BAP), Proje No: 2004/100, Konya.

Dorhofer, G., Siebert, H., (1998), "The Search for Landfill Sites-Requirements and Implementation in Lower Saxony, Germany", Environmental Geology 35 (1), pp. 55-65.

ESRI (Environmental Systems Research Institute), 1999, "Extending ArcView GIS: with Network Analyst, Spatial Analyst and 3D Analyst" Redlands, CA.

ESRI (Environmental Systems Research Institute), 1999, "Getting to Know ArcView GIS" by Editors of Press (Editor).

Goodchild M.F., Parks B.O., Steyaert L.T., 1993, “Environmental Modeling With GIS”, Oxford University Press, p: 12.

Higgs, G., 2006, “Integrating Multi-Criteria Techniques with Geographical Information Systems in Waste facility Location to Enhance Public Participation”, Waste management Research, Vol.24, pp.105-117.

KAKY (Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği), Resmi Gazete No: 20814, Tarih:14.03.1991, Ankara.

Lin, H.Y. and Kao, J.J., (1998), “A vector-based Spatial Model for Landfill siting”, Journal of Hazardous Materials, Vol.58, pp.3-14.

U.S. EPA, 1995, “National Conference on Environmental Problem-Solving with Geographic Information Systems”, USA.

U.S. EPA, 1999, “Environmental Problem Solving with Geographic Information Systems: a National Conference”, USA.

Vatalis, K., Manoliadis, O., 2002, “A two-level multi-criteria DSS for Landfill Site Selection Using GIS: Case Study in Western Macedonia, Greece”, Journal of Geographic Information and Decision Analysis, Vol.6, No.1, pp.49-56.

www.catalhoyuk.com