

TEHLİKELİ MADDE DEPO YERİ SEÇİMİNİN COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

Mehmet ERBAŞ¹, Özkan BALI², Temel DURĞUT³

¹Dr., Kara Harp Okulu Dekanlığı, Harita Anabilim Dalı Başkanlığı, 06654, Bakanlıklar, Ankara, merbas@kho.edu.tr

²Yrd.Doç.Dr. Savunma Bilimleri Enstitüsü, Tedarik ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı Bşk.lığı, 06654, Bakanlıklar, Ankara, obali@kho.edu.tr

³Yüh.Müh., Kara Harp Okulu Dekanlığı, Harita Anabilim Dalı Başkanlığı, 06654, Bakanlıklar, Ankara, tdurgut@kho.edu.tr

ÖZET

Tehlikeli maddeler; üretimi, kullanımı, elleçlenmesi, depolanması veya taşınması esnasında dikkatsizlik/kazalar sonucunda çevre ve insan güvenliğini tehlikeye düşürebilen yâda zarar verebilen katı, sıvı veya gaz halinde bulunan maddelerdir. Günümüzde tehlikeli maddeler çoğu sektörde kullanılabilir hale gelmiştir. Ülkemizde de tehlikeli madde üretimi ve taşımacılığı her geçen gün yaygınlaşmaktadır. Bu sebeple söz konusu tehlikeli maddelerin depolanacağı yerlerin de çok iyi analiz edilerek belirlenmesi gerekmektedir. Depo yeri seçiminde özellikle firmaların maksimum fayda sağlayabilecekleri bölgelerin seçilmesi ve istenmeyen bir kaza olması durumunda çevreye en az hasar verecek bölgelerin seçilmesi gerekmektedir. Bu yer seçiminde yapılacak olan coğrafi analizlerde ise Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kullanılması kaçınılmaz bir gerçek olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada, ilk olarak tehlikeli madde depo yeri seçim kriterleri tespit edilmeye çalışılmış ve Coğrafi Bilgi Sistemlerindeki konumsal analizlerden yararlanılarak söz konusu kriterlere en uygun yerlerin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Tehlikeli Madde, Tesis Yeri Seçimi, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Konumsal Analiz

EXAMINATIN OF WAREHOUSE LOCATION SELECTION OF HAZARDOUS MATERIALS IN THE TERMS OF GIS

ABSTRACT

Hazardous materials (HAZMAT) are solid, liquid or gas form and can put the environment and human security at risk or can do harm because of carelessness and accidents while their production, usage, storage and transportation. Today, HAZMAT has become usable in many sectors. Also in our country, HAZMAT production and transportation are spreading day by day. For this reason, the warehouse locations of related HAZMAT must be analyzed and determined properly. It is necessary to select areas which are profitable for the companies and areas which give minimum damage to environment in case of any accident. The usage of Geographical Information Systems (GIS) appears as an inevitable reality for the geographical analyses which would be made for this area selection.

In this study, the criterions of the HAZMAT warehouse location selection are defined at first and it is intended to define best areas according to related criterions with the help of the spatial analyses of the GIS.

Keywords: Hazardous Materials (HAZMAT), Facility Location Selection, Geographic Information System (GIS), Spatial Analysis.

1. GİRİŞ

Tehlikeli maddeler (TEHMAD); üretimi, kullanımı, elleçlenmesi, depolanması veya taşınması esnasında dikkatsizlik/kazalar sonucunda çevre ve insan güvenliğini tehlikeye düşürebilen yâda zarar verebilen katı, sıvı veya gaz halinde bulunan maddelerdir (Bali ve Göztepe, 2014). Günümüzde söz konusu maddelerin üretimi giderek artmakta ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Kullanımı yaygınlaşan bu maddelerin herhangi bir tehlike durumunda çevreye vereceği zarardan dolayı depolanması ayrı bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Bu depo yeri seçimi tesis yeri seçim problemi gibi değerlendirilmeye beraber seçim kriterlerinin doğal faktörlerden dolayı çok iyi belirlenmesi gerekmektedir.

Günümüzün hızla gelişen ve giderek globalleşen rekabetçi ekonomik dünyasında firmalar hayatta kalmanın yanında buldukları çevreye yön vermek de istemektedirler (Korkmaz vd., 2005). Bu sebeple yeni kurulacak tesis yerlerinin çok iyi analiz edilerek belirlenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda tesis yerleri belirlenirken birçok yöntemden yararlanıldığı gibi bir karar destek sistemi olan CBS'den de yararlanılmaktadır.

Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) konumsal ve konumsal olmayan verileri birlikte sunabilme yeteneği ile karar destek sistemi oluşturulmasında önemli bir araçtır. CBS ile oluşturulan karar analizleri, diğer yöntemlerle

karşılaştırıldığında (matematiksel ve istatistiksel yöntemler) karmaşık yapıdaki verilerin hızlı ve etkili bir şekilde değerlendirilmesine olanak vermektedir (Şahin, 2010). Bu sebeplerle TEHMAD depo yeri seçimindeki konumsal sorgulamaların yapılmasında CBS analizlerinden de faydalanılmaktadır.

Bu kapsamda Emre vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada, rüzgâr enerji santrallerinin yapım yeri seçiminde CBS analizleri kullanılmıştır (Özşahin, Kaymaz, 2013). Benzer şekilde, Bayar (2005) tarafından yapılan çalışmada modern alışveriş merkezleri için uygun yer seçiminde, Korkmaz vd. (2005) tarafından arz zinciri yönetiminde ve Şahin (2010) tarafından perakende marketlerin yer seçiminde CBS etkin olarak kullanılmıştır (Bayar, 2005; Korkmaz vd., 2005; Şahin, 2010). Ayrıca depo yeri seçimi yapılırken de CBS analizleri etkin olarak kullanılmaktadır (Feo ve Gisi, 2014; Gemitzi, Tsihrintzis, Christou ve Petalas, 2007; Chang, Parvathinathan ve Breden, 2008).

Benzer şekilde depo yeri seçiminde özellikle firmaların maksimum fayda sağlayabilecekleri bölgelerin seçilmesi ve istenmeyen bir kaza olması durumunda çevreye en az hasar verecek bölgelerin seçilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda konumsal analizler kullanılarak yapılacak bir yer seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kullanılması kaçınılmaz bir gerçek olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada, TEHMAD depo yeri seçim kriterleri tespit edilmeye çalışılmış ve Coğrafi Bilgi Sistemlerindeki konumsal analizlerden yararlanılarak söz konusu kriterlere en uygun yerlerin tespit edilmesi amaçlanmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. TEHLİKELİ MADDELER VE DEPO YERİ SEÇİMİ

Patlayıcılar, radyoaktif maddeler gibi kimyasal ve/veya fiziksel karakteristikleri nedeni ile çevreye zarar verebilecek nitelikleri olan maddeler “tehlükeli madde” olarak tanımlanmaktadır (Küçük & Çoşkun, 2014). Tehlikeli maddeler, uluslararası terminolojide Birleşmiş Milletler tavsiyelerine dayanarak taşıdıkları risklere göre 9 ana sınıf olmak üzere alt gruplarıyla birlikte toplamda 13 tehlike sınıfına ayrılmaktadır (Çizelge 1) (Acer & Karagülle, 2014) (Nation, 2013).

Çizelge 1. TEHMAD Sınıflandırılması

Tehlike Sınıfı	Alt Bölümleri	Sınıflandırma
1	1.1-1.6	Patlayıcılar
2	2.1	Yanıcı Gazlar
	2.2	Yanıcı ve Zehirli Olmayan Gazlar
	2.3	Zehirli Gazlar
3		Yanıcı Sıvılar
4	4.1	Yanıcı katılar
	4.2	Kendi Kendine Yanabilen Maddeler
	4.3	Su ile Temasta Yanıcı Gazlar Çıkaran Maddeler
5	5.1	Yakıcı-Oksitleyici Maddeler
	5.2	Organik Peroksitler
6	6.1	Zehirli Maddeler
	6.2	Bulaşıcı Maddeler
7		Radyoaktif Maddeler
8		Aşındırıcı Maddeler
9		Farklı Tehlikeleri Olan Madde ve Nesnelere

Tehlikeli maddelerin doğası gereği gerek kalıcı; gerekse geçici olarak bekletileceği yerin nitelikleri ve nicelikleri önem kazanmaktadır. Böyle bir tesis yerinin seçiminin de özellik arz etmesinden dolayı seçimini belirleyecek çeşitli kriterlerin belirlenmesi gerekmektedir. Tesis yeri seçimi aşağıda belirtilen nedenlerden dolayı oluşabilir (Eroğlu, Bali ve Gencer, 2014; Tanyaş, 2000)

- Yeni bir tesis kurulması,
- Yeni bir alana veya binaya taşınması,
- Yeni ürün tasarımları veya mevcut ürünlerdeki önemli tasarım ve yönetim değişiklikleri, teknolojik yenilemeler,
- Bazı ürün üretimlerinden vazgeçilmesi,
- Yeni makine alımları,
- Ergonomik koşullardaki olumsuzluklar,
- Çevre koruma etmenlerinden kaynaklanan zorlamalar,

- Malzeme taşımalarının maliyetlerdeki etkisi,
- Ürün ve üretim kalite spesifikasyonlarının sağlanabilmesi.

Tesis yeri seçimi geri dönüşü çok zor bir karar olduğundan tesis bir kere kurulduktan sonra bundan vazgeçmenin hemen hemen imkânsız olduğu ya da büyük maliyetlere katlanmayı gerektireceğinden optimal ve başarılı kararlar için bu tecrübe analitik yaklaşımlarla desteklenmelidir. Tesis yeri seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri de etkin olarak kullanılmaktadır. Özellikle doğal ve coğrafi özellikler göz önüne alınarak yapılacak olan yer seçimlerinde CBS kullanılması kaçınılmaz bir gerçektir.

Bu çalışmada öncelikle TEHMAD depo yeri seçiminde dikkat edilmesi gereken faktörler belirlenmiş ve bu faktörlere bağlı olarak konumsal analizler yapılmıştır.

Eroğlu vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada Türkiye’de TEHMAD depolama hizmeti sağlayan firmalarla görüşülmüş ve depo yeri seçimine etki eden başlıca kriterler aşağıdaki şekilde ortaya çıkarılmıştır (Eroğlu vd., 2014).

- Ekonomik
- Doğal Faktörler
- Sosyal Faktörler
- Hukuki ve Politik Faktörler
- Firmaya İlişkin Faktörler

Yapılan değerlendirmede tesis yeri seçimini etkileyen en önemli faktörlerin hukuki ve politik faktörler olduğu ifade edilmiştir ikinci öncelikli olarak da doğal faktörler ön plana çıkarılmıştır.

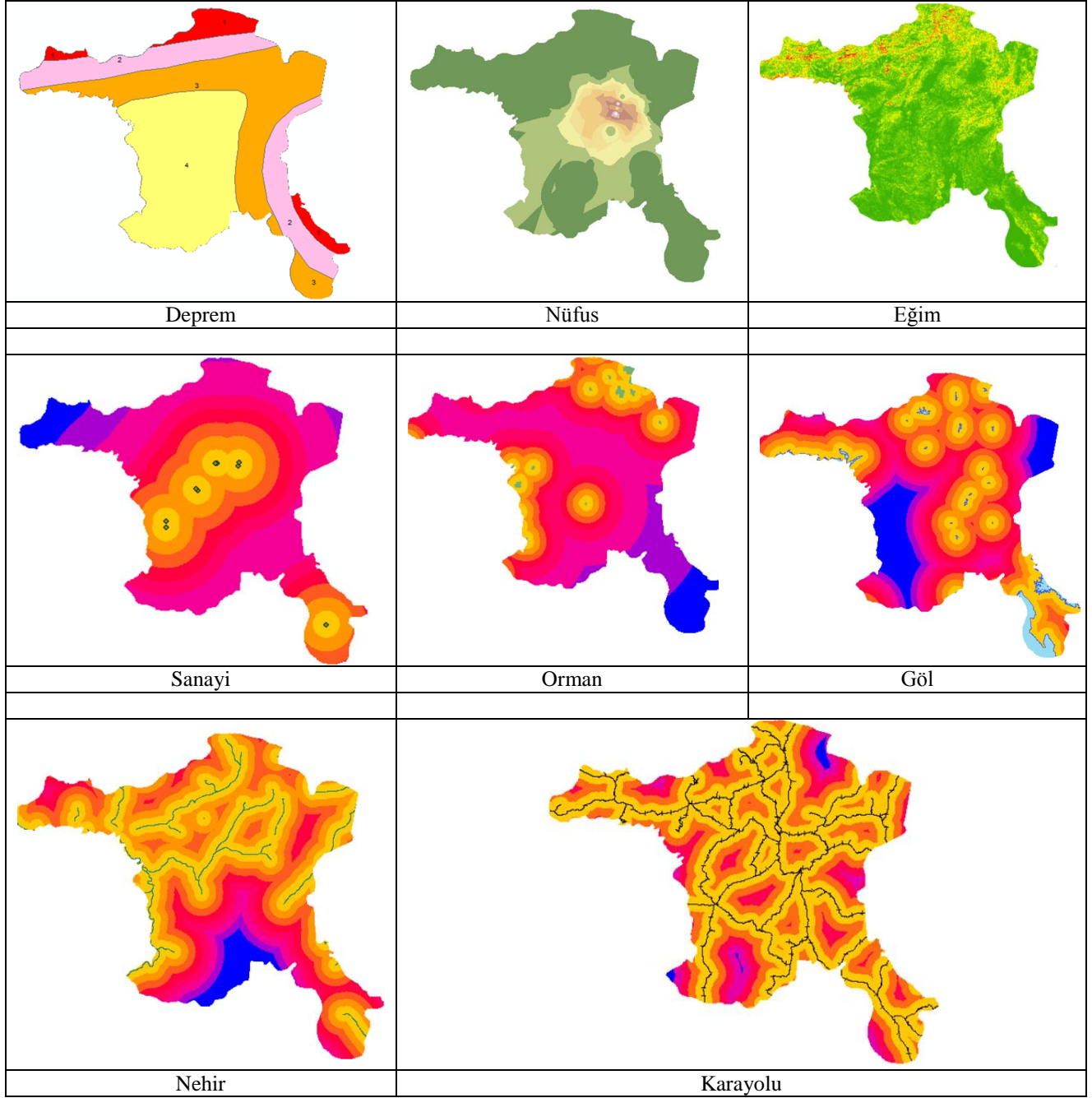
3. UYGULAMA

TEHMAD depo yeri seçimi için Ankara ili içinde bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Çalışma yapılırken doğal faktörler ön planda tutulmuştur. Çalışmada kullanılan kriterler ve öncelik dereceleri Çizelge 2’de gösterilmiştir.

Çizelge 2. TEHMAD Depo Yeri Seçiminde Kullanılan Kriterler

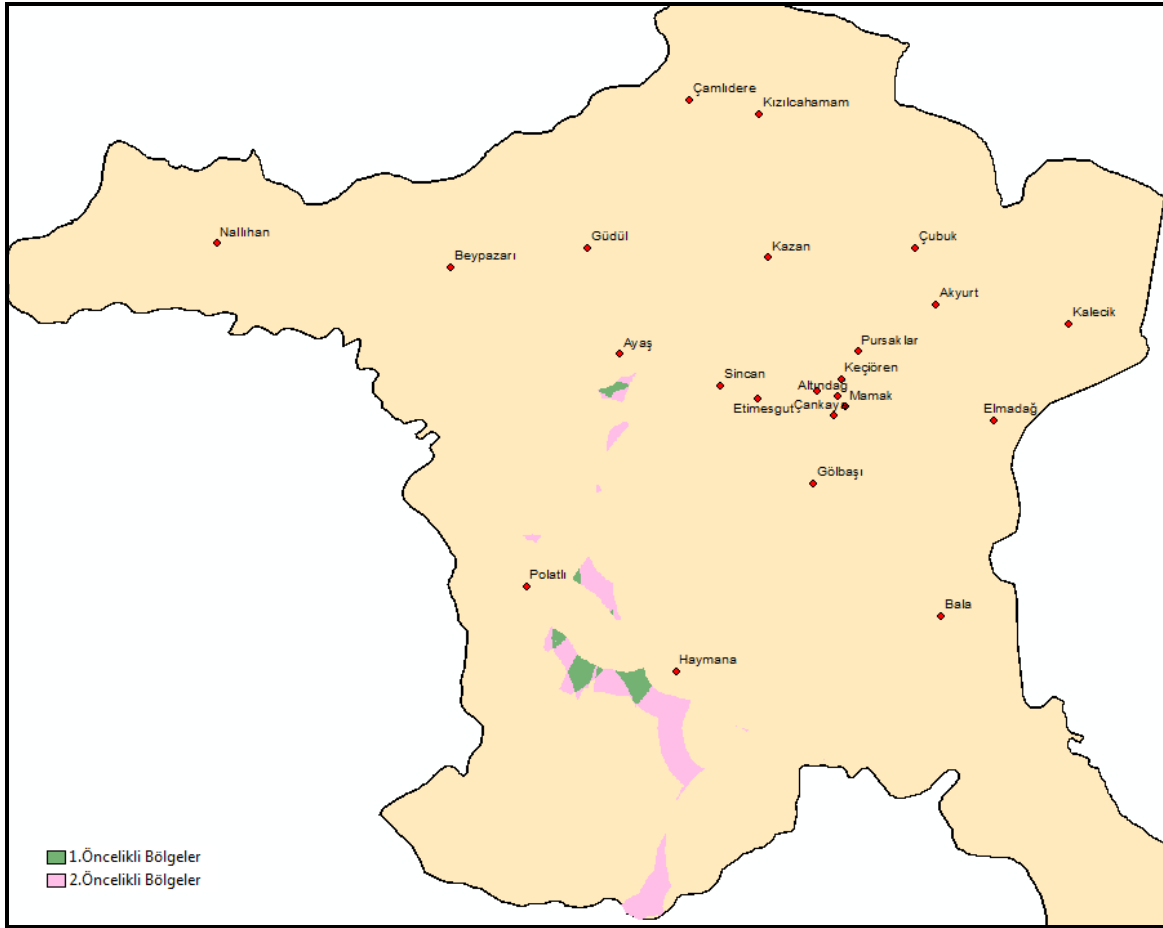
Analiz	Sorgu Kriteri	Öncelik Sırası	Açıklama
Karayoluna yakınlık	5-10 km	1	TEHMAD’lerin nakliyesi için karayoluna yakınlık önem arz etmektedir. Tehlikeli bir durumda çevreye çok fazla zarar vermemesi için de çok yakın olmaması tercih edilmiştir.
	10-15 km	2	
	15-20 km	3	
Deprem Bölgesi	4. Derece	1	Deprem bölgesinden uzak olması tercih edilmiştir.
	3. Derece	2	
	2. Derece	3	
Nüfus Yoğunluğu (km ²)	0-100	1	Tehlike anında zararın en aza indirilmesi için nüfus yoğunluğu az olan yerler tercih edilmiştir.
	100-200	2	
	200-300	3	
	300-400	4	
Nehirlere yakınlık	>20 km	1	Çevreye verilecek zararın en az olması için nehlere uzak olması önemlidir.
	10-20 km	2	
	0-10 km	3	
Göllere Yakınlık	>20 km	1	Çevreye verilecek zararın en az olması için göllere uzak olması önemlidir.
	10-20 km	2	
	0-10 km	3	
Ormanlık alana yakınlık	>20 km	1	Çevreye verilecek zararın en az olması için ormanlık alanlara uzak olması önemlidir.
	10-20 km	2	
	0-10 km	3	
Sanayiye yakınlık	0-10 km	1	TEHMAD’ler en fazla sanayi bölgelerinde kullanıldığı için özellikle organize sanayi bölgelerine yakın olunması tercih edilmiştir.
	10-20 km	2	
	20-30 km	3	
	30-40 km	4	
Arazinin Eğimi	%0-%15	1	Tehlikeli durumlarda özellikle sıvı durumdaki TEHMAD’lerin yayılmasının az olması için eğimin az olması tercih edilmiştir.
	%15-%30	2	
	%30-%45	3	

Uygulamada kullanılan veriler ESRI Shapefile formatında hazırlanmış ve Çizelge 2’de gösterilen analizler ArcGIS 10.2 yazılımının Spatial Analyst modülü kullanılarak yapılmıştır. Her bir katman için elde edilen analiz sonuçları Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Analiz sonuçları.

Ayrı ayrı yapılan analizler son olarak Spatial Analiz aracıyla bulunan Raster Calculator işlemi ile birleştirilmiş ve TEHMAD depo yeri seçimi için alternatif olan yerler tespit edilmiştir. Şekil 2’de yapılan analizlerin sonucu gösterilmiştir. Analiz sonucu incelendiğinde istenen kriterlere uygun olan bölgeler Ankara’nın doğu ve güneydoğusunda bulunan Ayaş, Polatlı ve Haymana ilçeleri bölgesindeki yerler olarak gözükmektedir.



Şekil 2. Alternatif Bölgeler.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tehlikeli madde üretimi ve taşımacılığının her geçen gün gerek Türkiye ve gerekse dünyada artış göstermesi insan hayatı ve çevre için tehlike arz etmektedir. Özellikle sanayileşmenin yaygınlaştığı günümüzde söz konusu tehlikeli maddeler her alanda kullanılır olmuştur. Bu sebeple bu maddelerin kullanımı kadar depolanması da önem kazanmakta ve olası bir tehlike durumunda bu depo yerlerinin çevreye en az zarar verebilecek yerlerde seçilmesi hayati öneme sahiptir.

Özellikle teknolojik gelişmelerle beraber çok yaygın bir kullanım alanı bulan CBS etkin bir karar destek sistemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kapsamda TEHMAD depo yeri seçiminde de CBS'den etkin olarak faydalanılmaktadır.

Bu çalışmada Ankara bölgesinde kurulması düşünülen bir TEHMAD depo yeri seçimi için CBS'den yararlanılmıştır. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde söz konusu tesis için alternatif bölgeler tespit edilmiştir. Bu alternatif bölgeler belirlendikten sonra politik ve hukuki kriterler de dikkate alınarak en uygun tesis yerinin seçileceği değerlendirilmektedir.

Özellikle tesis yeri ve depo yeri seçimi gibi ileride geri dönüşü zor olan kararlar alınırken detaylı araştırma ve analizlerin yapılmasının ve bu aşamada CBS'den de yararlanılmasının önemli olduğu değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Acer, A., Karagülle, A. Ö.**, 2014. Tehlikeli maddelerin karayoluyla taşınmasında ADR normları ile Türkiye'deki uygulamaların karşılaştırılması ve öneriler. In *III. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Kongresi* (pp. 46–53). Trabzon.
- Bali, Ö., Göztepe, K.**, 2014. Tehlikeli madde taşımacılığında (tehmat) risk değerlendirmesi için bir indeks geliştirilmesi. In *III. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Kongresi* (pp. 672–679). Trabzon.
- Bayar, R.**, 2005. CBS yardımıyla modern alışveriş merkezleri için uygun yer seçimi: Ankara örneği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 3(2), 19–38.
- Chang, N., Parvathinathan, G., Breeden, J. B.**, 2008. Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region, 87, 139–153.
- Eroğlu, Ö., Bali, Ö., Gencer, C.**, 2014. Delphi tekniği ve bulanık AHP ile tehlikeli madde depo yeri seçimi için gerekli niteliklerin belirlenmesi. In *III. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Kongresi* (pp. 831–842). Trabzon.
- Feo, G. De, Gisi, S. De.**, 2014. Using MCDA and GIS for hazardous waste landfill siting considering land scarcity for waste disposal. *Waste Management*.
- Gemitzi, A., Tsihrintzis, V. A., Christou, O., Petalas, C.**, 2007. Use of GIS in siting stabilization pond facilities for domestic wastewater treatment, 82, 155–166. doi:10.1016/j.jenvman.2005.12.022
- Korkmaz, M. O., Sümen, H. H., Çelik, R. N.**, 2005. Arz zinciri yönetiminde coğrafi bilgi sistemleri kullanımı. In *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*. Ankara.
- Küçük, Ö., Çoşkuner, S.**, 2014. Tehlikeli maddelerin hava yolu ile taşınması ve Türkiye uygulamaları. In *III. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Kongresi* (pp. 1–7).
- Nation, U.**, 2013. European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road, *II*, 251–303.
- Özşahin, E., Kaymaz, Ç. K.**, 2013. Rüzgâr enerji santrallerinin (RES) yapım yeri seçimi üzerine bir CBS analizi : Hatay örneği. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 6(2), 1–18.
- Şahin, E. K.**, 2010. Perakende Marketlerin Yer Seçimine Yönelik CBS Uygulaması. In *III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*. Gebze.
- Tanyaş, M.**, 2000. *Endüstri Mühendisliğine Giriş Cilt 1*. İstanbul.