

Çok Kriterli Analiz Yöntemi Kullanılarak Kahramanmaraş'ta Çöp Depolama Alanı Tespiti

Landfill site selection in Kahramanmaraş using multiple criteria analyses

Muhterem Küçükönder¹, Murat Karabulut^{2*}

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Kahramanmaraş

Öz: Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) teknolojileri yer seçimi çalışmalarının planlanması sürecinde ve ileri safhalarda yapılan değerlendirmeler sırasında geleneksel metotlara oranla üstünlük gösteren araçlardır. Atık depolama alanı yer seçiminde göz önünde bulundurulacak parametreleri; çevresel, teknik ve sosyal faktörler olarak ana başlıklar altında sıralayabiliriz. Henüz düzenli bir depolama alanı bulunmayan fakat yakın süreç içerisinde faaliyete geçmesi için Kahramanmaraş Belediyesi ve diğer kurumlar tarafından çalışmaları yapılan Kahramanmaraş şehri ve yakın çevresi çalışma alanı olarak seçilmiştir. Düzenli katı atık depolama alanı yer seçimi için toplanan veriler CBS ortamında çok kriterli analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Katı Atık Kontrol Yönetmeliği ve Belediye Yönetmeliğinin ilgili maddeleri, daha önce yapılan konuyla ilgili çalışmalarda kullanılan kriterler ve çalışma alanının mevcut durumu dikkate alınarak analizler yönlendirilmiştir. CBS ortamında çoklu kriter metodu kullanılarak hazırlanan 11 veri katmanı Ağırlıklı Doğrusal Kombinasyon yöntemiyle analiz edilmiştir. Analizlerin sonuçlarına dayalı olarak alternatif çöp depolama alanları yer seçimi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Düzenli Depolama Alanı, Yer Seçimi, Kahramanmaraş, CBS, Ağırlıklı Doğrusal Kombinasyon

Abstract: GIS and RS technologies have proved to be useful techniques in the planning and decision making during determination of best sites. During planning and determination of best sites for landfill, there have to be several criteria in consideration. These factors consist of environmental, technical and social aspects of the area. In this study, the city of Kahramanmaraş, which has no regular landfill site, was chosen to be able to determine best site for solid waste. Weighted Linear Combination (WLC) approach used to evaluate and provide potential site for location analysis for which to determine potential sanitary landfill site around the city. During the GIS processes several coverages were used to analyze best locations for landfill sites. These coverages include hydrologic and social data such as land use, transportation, soil, geology, landslide and streams. This study was able to determine the best alternative solid waste sites in the study area.

Keywords: Sanitary Landfill, Site Selection, Kahramanmaraş, GIS, Weighted Linear Combination

* İletişim yazarı: M.Karabulut, e-posta: mkarabulut@ksu.edu.tr

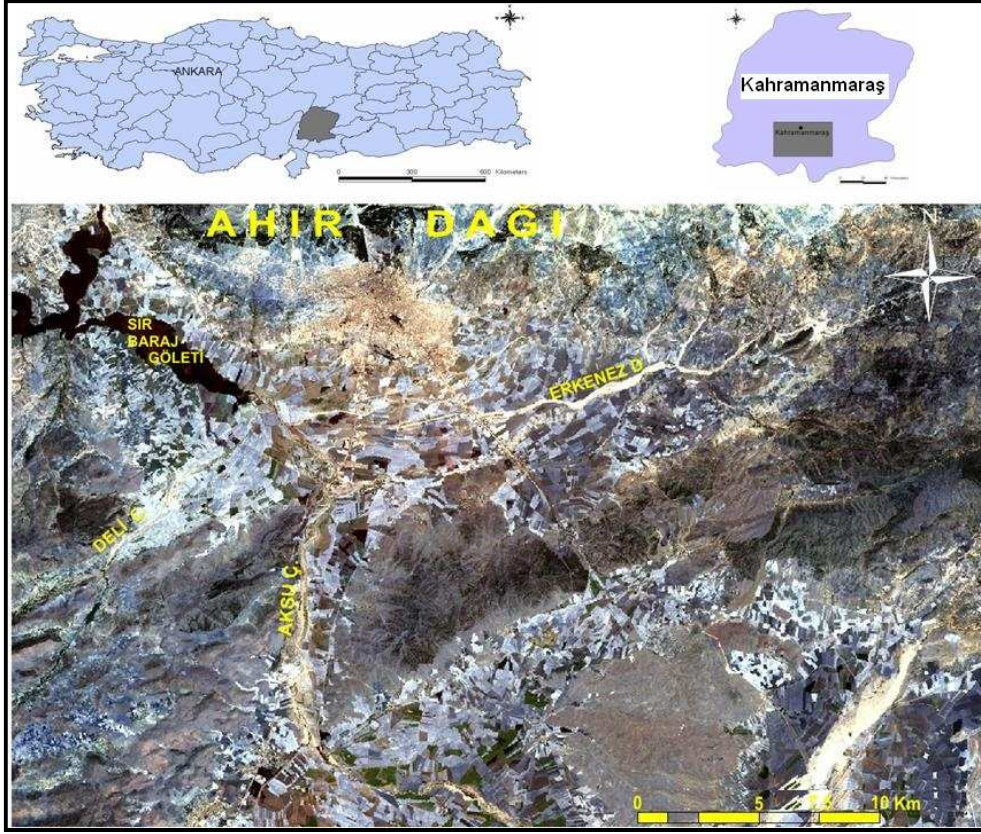
1. Giriş

CBS; jeoreferanslandırılmış sayısal haritaların düzenlenebilmesiyle mekânsal verinin depolanması, yönetilmesi, görüntülenmesi ve modellenmesi için mekânsal analiz modülleri sunmaktadır. Mekansal değişkenlerin kombinasyonlarını ve istatistiksel yorumlanmalarını içeren hesaplamalarda sayısal özelliği ve esnek bir yapıya sahip olması dolayısıyla CBS, atık depolama alanı yer seçim sürecinin tanımlanması, izlenmesi, değerlendirilmesi ve optimizasyonu gibi mekansal veri analizlerini içeren bir çok uygulama alanında kullanılmaktadır (Sadek ve diğ., 2005).

Atık yönetimi ve depolama alternatiflerinin belirlenmesi karar vericiler ve uygulayıcılar için oldukça yorucu ve karmaşık bir süreçtir. Çöp depolama alanı için uygun yer seçimi faaliyetleri; düzenleme ve kabul kriterlerinin birleşimiyle oluşan büyük miktarda mekânsal verinin işlenmesini gerektirir. Yer seçimi kriterleri; genellikle arazi kullanımı, jeoloji, politik ve idari sınırlar, su kaynakları, yollar gibi sınırlayıcı etmenler kullanılarak tanımlanır. Ancak, bu kriterler içinde tüm parametreler çözüm sürecine dâhil edilmeyebilir ve bunların seçimi yerel standartlara ve deneyimlere göre değişiklik gösterebilir. Yer seçimiyle ilgili bu verilerin geleneksel yöntemlerle işlenmesi zor ve zaman alıcı bir iştir (Sadek ve diğ., 2006). Bu gibi çalışmalarda üretilen çevresel modellemelerin yapılması sırasında bilgisayar teknolojilerinin kullanımı sadece daha hızlı sonuca ulaşılmasını sağlamaz, aynı zamanda analiz ve farklı senaryoları değerlendirebilme imkânı da sunarak, karar vericiler için önemli bir karar destek aracı olarak da yarar sağlamaktadır. CBS konumsal sorgulama, konumsal analiz, karar-verme analizleri, sayısal veri analizleri, model analizleri, görüntüleme ve akıllı harita fonksiyonları ile karmaşık planlama ve yönetim sorunlarının çözülmesinde verimli bir şekilde kullanılmaktadır (Sadek ve diğ., 2001; Lunkapis ve diğ., 2002; Nas ve Berkay, 2002).

Kahramanmaraş şehir merkezinde toplanan evsel katı atıklar, Aksu mahallesi-Hacı Mustafa köyü civarındaki Aksu Çayı kenarında düzensiz olarak herhangi bir işleme tabi tutulmadan depolanmaktadır. Açıkta yakma işlemi uygulanarak atıklar yok edilmeye çalışılmaktadır. Konut başına günlük 2,5-4 kg arasında çöp üretildiği düşünülürse, Kahramanmaraş şehir merkezinde bulunan 79.175 konuttan yaklaşık olarak 200-300 ton arasında çöp üretilebileceği kabul edilebilir (Eren ve diğ., 2004). Günümüzde faal olan çöp depolama alanı, Aksu Çayı gibi önemli bir akarsuya çok yakın, tarım alanları içinde, yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu Maraş Ovası alüvyonları üzerinde, küçük yerleşim birimleri ve önemli sanayi tesislerine yakın bir alanda yer almaktadır. Üretilen atık miktarı ve sayılan tüm özellikleri nedeniyle çöp depolama alanının çevresel bir problem kaynağı olduğu görülmektedir. Bu çalışmanın amacı Kahramanmaraş şehri için ekonomik, çevresel ve sosyo-kültürel etkilerinin bilindiği, fiziksel uygulama koşulları ve de sınırlayıcı ve düzenleyici yerel yönetim kriterlerini karşılayan en uygun düzenli katı atık depolama alanı olarak kullanılacak lokasyonların belirlenmesidir. Bu doğrultuda CBS ve Uzaktan Algılama teknikleri kullanılarak kriter verileri oluşturulmuş ve çoklu kriter analizleri gerçekleştirilmiştir. Kullanılan altlık veriler, topografya, toprak, jeoloji, hidroloji, ana ulaşım hatları, yerleşim alanları ve güncel arazi kullanımıyla ilgili katmanlardan oluşmaktadır.

Çalışma alanı, Akdeniz Bölgesinin Adana Bölümünde yer alan Kahramanmaraş şehri ve yakın çevresini kapsamaktadır. 1/25000 ölçekli topografya haritalarından oluşan 8 adet pafta (M37c4, M37c3, M37d4, M37d3, N37d2, N37a1, N37a2 ve N38a2) kapsamında bulunan araştırma alanı, UTM (37. Zon ve WGS 84 sferoid) projeksiyonunda kuzeydoğu köşesi 4165617 K – 301845 D ve güneydoğu köşesi 4139652 K - 342275 D sınırları içerisinde yer almaktadır. Kuzeyde, doğu batı uzanışlı Ahır Dağı, güneyde Kahramanmaraş Belediyesi sınırlarını kapsayacak şekilde çalışma alanı belirlenmiştir (Şekil 1). Araştırma alanı içinde Sır Barajı göletinin bir bölümü, Aksu Çayı, Erkenez ve Deli Çay dereleri bulunmaktadır. Ova içerisinde verimli tarım arazileri, dağınık halde bulunan birçok küçük yerleşim birimi ve Adana, Kayseri ve Gaziantep ulaşım hatlarının yakın kısımlarına kurulmuş bulunan birçok sanayi tesisi yer almaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanının konum haritası

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada sayısal jeoloji, toprak ve topografya verileri kullanılmıştır. Diğer taraftan hidroloji, yol ağı, yerleşim alanları, eğim, baki ve arazi kullanım verileri de bu haritalar kullanılarak üretilmiş ve Landsat ETM+ uydu görüntüsü kullanılarak güncellemeleri yapılmıştır. 1/25.000 ölçekli sayısal jeoloji paftaları MTA Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır. 1/25.000 ölçekli sayısal toprak ve topografya paftaları Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada veri katmanlarının güncelleştirilmesinde Landsat ETM+ 2000 yılına ait uydu görüntüsü kullanılmıştır. İklim verileri DMİ Genel Müdürlüğünden sağlanmıştır. Nüfus verileri ise Kahramanmaraş Çevre Değerlendirme Raporu (2003) ve TÜİK internet sitesinden elde edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan veriler ve özellikleri

| Harita | Özellik | Ölçek |
|----------------------|-----------------------------|---|
| Topografya | Sayısal Harita | 1/25.000 |
| Jeoloji | Sayısal Harita | 1/25.000 1/100.000 |
| Toprak | Sayısal Harita | 1/25.000 |
| Landsat ETM+ | Uydu görüntüsü (Çok bantlı) | 30 m (ETM) 15 m (PAN) mekânsal çözünürlük |
| İklim | Tablosal Veri | Şehir merkezi |
| Nüfus | Tablosal Veri | Şehir merkezi |
| Meteorolojik Veriler | Tablosal Veri | Şehir merkezi |

Verilerin üretilmesi ve analizlerin uygulanması sırasında ArcInfo 9.1 ve ERDAS 9.0 yazılımları kullanılmıştır.

Katı atık depolama alanı için yer seçimi yapan yetkililer, toplum sağlığı açısından problem yaratmayacak, ekonomik açıdan optimum düzeyde olacak, çevresel negatif etkilerinin minimum seviyede olduğu bir depolama alanı belirlemek amacıyla birçok kriteri değerlendirmek zorundadırlar. Bu tür karmaşık kararların alınmasında CBS son yıllarda etkin bir araç olarak kullanılmaktadır.

CBS ortamında üretilen çok değişkenli modeller, farklı sayıdaki değişken arasındaki ilişkileri inceleme, sıralama, ayırma ve analiz etmek için güçlü teknikler geliştirmek amacıyla kurulurlar. Bu teknikler kullanılarak ekolojik problemlerin özelliklerini analiz ve yönlendirme olanağı elde edilir (Sancar, 2000).

Bal üretimi yapılabilecek alanların tespiti (Jo ve diğ., 2001), yeni kentsel gelişim alanlarının ortaya konulması (Sancar, 2000), katı atık depolama alanlarının belirlenmesi (Shrivastava ve Nathawat, 2006; Ga, 2006; Despotakis ve Economopoulos, 2006; Sadek ve diğ., 2006; Diaz ve Warith, 2005; Al-Jarrah ve Abu-Odais, 2005; Kontos ve diğ., 2005; Sadek ve diğ., 2005) gibi konularla ilgili çalışılan uygunluk modelleri, çok kriterli analiz yöntemlerinin amaca ne derece yanıt verebileceğini değerlendirebilmek üzere kurulan modellerdir. Uygunluk derecesinin göreceli olması nedeniyle model de kısmen göreceli kararları doğurabilmektedir. Aynı şekilde, bir çöp depolama alanı yer seçiminde dikkate alınması gereken ölçütler çelişkili durumlarda farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle sonuç tek değildir, depolama alanının kısıtlayıcı koşullarıyla birlikte kullanılan yöntem ve kriterlere bağlıdır. Yine de, sonuç olarak güvenilirlik değerleri yüksek olan bu modeller, gerçek dünyanın büyük ölçüde sadeleştirilmiş ve boyutlandırılmış formu olduklarından çok sayıda faktör kullanılarak sonuca ulaşılmasını gerektirirler (Sancar, 2000). Seçilen farklı ölçekli ölçütler karar aşamasında bir araya getirilerek karar alımı için sonuç üretirler. Modelin çalışır hale getirilebilmesi için tüm kriterlerin aynı ölçek değerlerinde bulunması gerekir. Aynı ölçek üzerine standartlaştırma işlemi; orijinal değerlerin ortak uygunluk değerlerine dönüştürülmesi işlemidir. Standartlaştırma işlemiyle bir kıstas ölçeğinin diğeriyle karşılaştırılabilir olması sağlanmaktadır (Hansen, 2005). Bu bağlamda yer seçimi aşamasında bir alanın uygun olup olmadığını çoklu kriter yöntemiyle belirlemek üzere literatürde genel olarak üç yöntemden bahsedilmektedir. Bu yöntemler Boolean yöntemi, ağırlıklı doğrusal kombinasyon (Weighted Linear Combination_WLC) ve sıralı (düzenli) ağırlıklı ortalama (Ordered Weighted Average_OWA) dır (Eastman, 1999). Son yıllarda bulanık mantık (fuzzy logic) yöntemi de çok kriterli yer seçim sürecinde kullanılmaya başlanmıştır (Karkazi ve diğ., 2001; Al-Jarrah ve Abu-Odais, 2005; Hansen, 2005).

Bu çalışmada hazırlanan kriter katmanları ağırlıklandırılmış doğrusal kombinasyon (weighted linear combination) yöntemi ile analiz edilerek uygun lokasyonlar belirlenmiştir. Bu yöntem aynı zamanda derecelendirme metodu (scoring method) veya basit eklemeli ağırlık derecelendirme (simple additive weighting) olarak da isimlendirilmektedir (Şener, 2004; Kontos ve diğ., 2005; Sadek ve diğ., 2005). Bu yöntemde her bir alternatif değeri aşağıda belirtilen eşitlik kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$A_i = \sum w_j * x_{ij}$$

A_i : Alternatif değeri, w_{ij} ; normalize ağırlık, x_{ij} ; j verisine (attribute) karşılık gelen i'ninci alternatifin skoru.

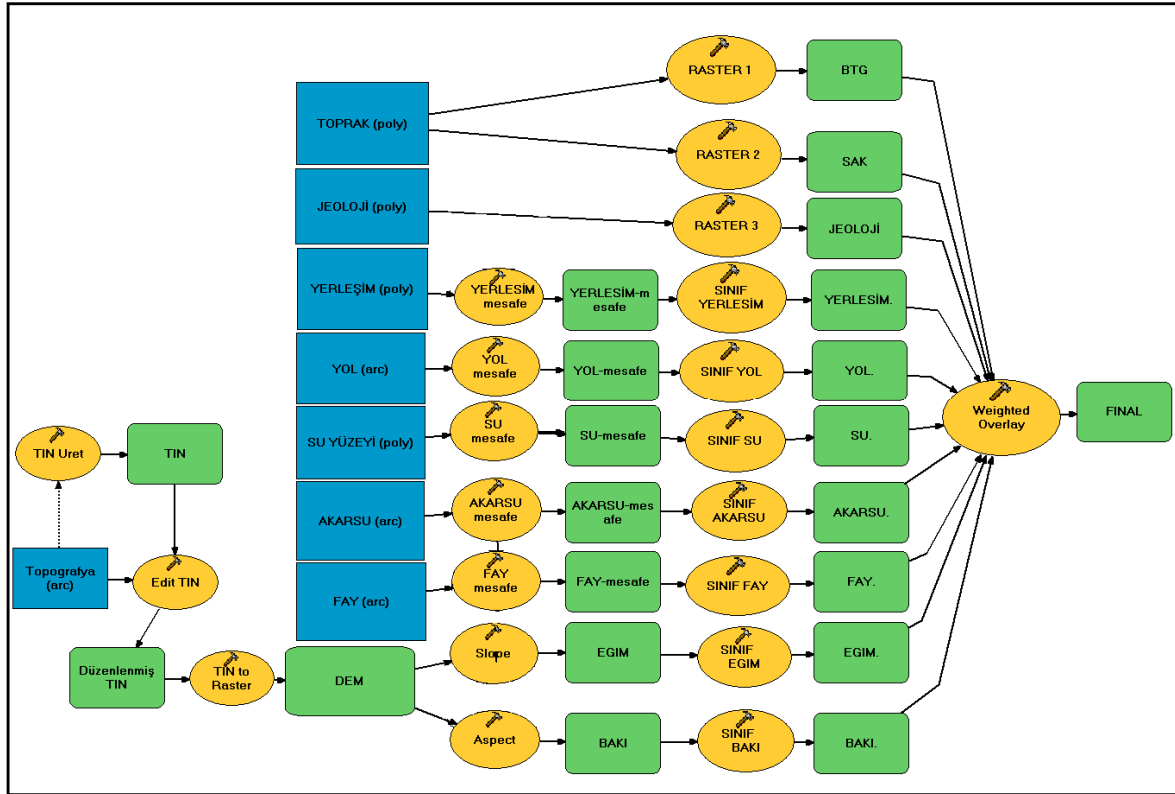
Faktör ağırlıklarını hesaplamak için analitik hiyerarşi metodu kullanılmıştır. Bu prosedür ikili karşılaştırma (pairwise comparison) üzerine kuruludur. Normalize ağırlık değeri; karar alım sürecinde, kullanılan farklı kriter katmanlarının göreceli önemlerinin veya öncelik değerlerinin belirlenmesiyle elde edilmektedir (Yılmaz, 2005). Bu ikili karşılaştırmaları yaparak elde edilen tablo yer seçimini etkileyen faktörlerin rölatif önemlerini karşılaştırmak amacıyla kullanılmaktadır. Karşılaştırma 1/9'dan (en düşük öneme sahip) 9'a (en fazla öneme sahip) kadar sürekli bir ölçek kullanılarak yapılmaktadır (Eastman, 1999; Barredo ve Sendra, 1999; Kontos ve diğ., 2005, Yılmaz, 2005) (Çizelge 2). Kıyaslamaların yapılmasıyla kriterlerin ikili karşılaştırılmasını belirten bir matris elde edilmiş ve bu matristen yararlanarak normalize ağırlık değerleri hesaplanmıştır.

Çizelge 2. İkili karşılaştırma işleminde kullanılan ölçek değerleri (Eastman, 1999)

| 1/9 | 1/7 | 1/5 | 1/3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 |
|--------------------------|----------------|---------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Oldukça Önemsiz | Çok Önemsiz | Önemsiz | Orta Önemsiz | Eşit Önemli | Orta Önemli | Önemli | Çok Önemli | Oldukça Önemli |
| Daha AZ Önemli ← ← ← ← ← | | | | ← → | → → → → → | Daha ÇOK Önemli | | |

Kahramanmaraş şehri için düzenli depolama alanı yer seçimi çok kriterli analiz yöntemi (multi criteria evaluation) çerçevesinde değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda çalışmanın genel işleyişi şu şekilde özetlenebilir.

- Problemi tanımlama, kriterlere karar verme, veri toplama,
- Kriter katmanlarının oluşturulması (sayısallaştırma),
- Mekansal analiz modelinin oluşturulması (ArcGIS mekansal analiz modeli) (Şekil 2),
- Kriter katmanlarına ağırlık değerlerinin verilmesi (Öklit mesafe ve sınıflama),
- Normalize ağırlık değerlerinin hesaplanması, modelin çalıştırılması ve sonucun değerlendirilmesi (İkili karşılaştırma yöntemi ve Ağırlıklı doğrusal kombinasyon analizi).



Şekil 2. ArcGIS yazılımında oluşturulan mekansal analiz modeli (Mesafe: Öklit mesafe hesaplama işlemi; Sınıf: Sınıflama işlemi; Raster: Raster dönüşümü; BTG: Büyük Toprak Grupları; SAK: Şimdiki Arazi Kullanımı; poly: poligon; arc: çizgi; DEM: Sayısal Yükseklik Modeli; Slope: Eğim hesaplama işlemi; Aspect: Bakı Hesaplama İşlemi; Weighted Overlay: Ağırlıklı doğrusal kombinasyon hesaplama).

İlk aşamada düzenli katı atık depolama alanı yer seçiminde dikkat edilmesi gereken konular ve bir depolama alanında aranan özellikler araştırılmıştır. Bu gerekli özelliklerin sağlanması için kullanılacak veriler toplanmış ve yer seçiminde kullanılan CBS yöntemleri incelenmiştir. Toplanan veriler CBS ortamında analiz edilebilmeleri için sayısallaştırılarak temel katmanlar oluşturulmuş ve bu katmanlar UTM (Universal Transfer Mercator, sferoid WGS_84 ve 37. zon) projeksiyon sistemine dönüştürülmüştür. Bu aşamada yer seçiminde kullanılmak üzere belirlenen kriterler; toprak, arazi

kullanımı, jeoloji, heyelan, fay, yol, akarsu, su yüzeyleri, yerleşim alanları ve topografyadır. Kriterlerin ArcInfo ortamına aktarılması sırasında güncelleştirmeyi sağlamak amacıyla Landsat ETM+ 2000 yılı uydu görüntüsü kullanılmıştır.

Bu çalışmada, sınıflama işleminde tüm veri katmanlarının aynı ölçek formunda olması amacıyla 1–10 ölçeği oluşturulmuştur. 1 uygun olmayan alanlar ve 10 en uygun alanları belirtmek üzere ara tam sayı değerleri kullanılarak sınıflama işlemi gerçekleştirilmiştir. Bir sonraki aşamada temel katmanların ve toplanan verilerin mekânsal analizini sağlayan ArcInfo Mekânsal Analiz (Spatial Analysis) modülü kullanılarak model oluşturulmuştur (Şekil 2). Yer seçimi için oluşturulan model, temel veriler ve bu verilerin sonuç analizine hazır hale getirilmesi için ara analizlerden oluşmaktadır. Bu ara analizler öklit mesafelerinin hesaplanması, sınıflama işlemi, raster dönüşümü ve topografya haritasından sayısal yükseklik modeli kurularak eğim ve bakı hesaplamalarının yapılmasını içermektedir. Son aşamada kurulan model içerisinde ağırlıklı toplama analizinde kullanılacak olan normalize ağırlık değerleri ikili karşılaştırma yöntemiyle belirlenerek bu değerler modele girilmiştir. Model çalıştırılarak sonuç uygunluk katmanı elde edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Yer Seçiminde Kullanılan Kriterler Katmanlarının Hazırlanması

3.1.1. Yerleşim birimleri

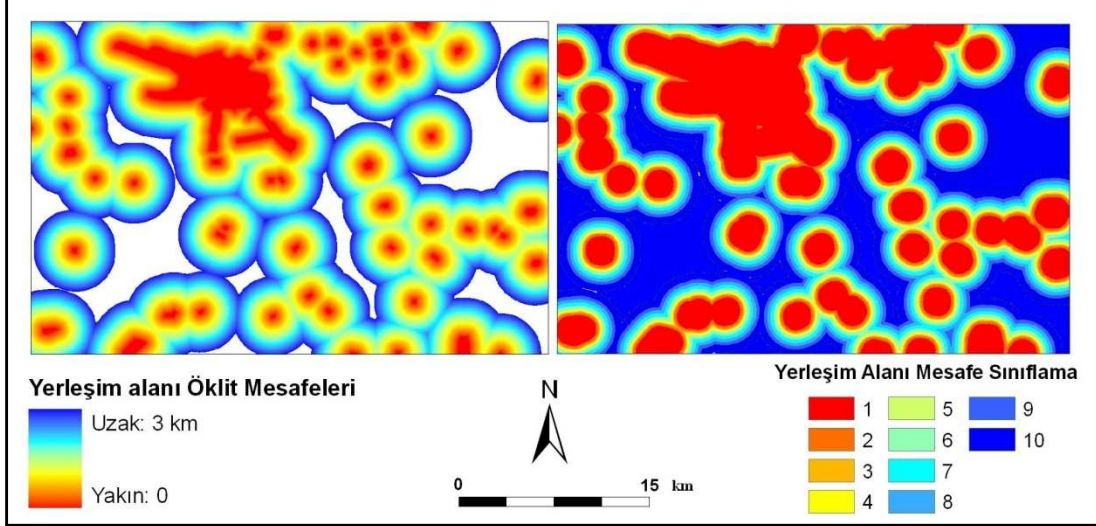
Çalışma alanında en büyük yerleşim merkezi Kahramanmaraş şehridir. Kahramanmaraş'ta 2000 yılı sayımına göre şehir nüfusu 326.172'dir. TÜİK hesaplamalarına göre yıllık nüfus artış hızı %35,75'dir. Karabulut ve diğ. (2006), 1950–2000 yılları arasında Kahramanmaraş şehrinde meydana gelen alansal değişimi hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri kullanarak incelemişlerdir. Yaptıkları hesaplamalar sonucunda 1985–2006 yılları arasında şehir merkezinin 4,5 kat büyüdüğünü ve yıllık ortalama olarak %11'lik gelişim gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Mekânsal değişim ve nüfus artışı katı atık üretim miktarının artmasının yanı sıra bu atıkların depolanacağı alanların belirlenmesini zorlaştırmaktadır. Nüfus artış projeksiyonuna göre çalışma alanında 2026 yılında tahmini nüfus yaklaşık 800 bin civarında olacaktır. Bu durumda, ömrü en az 20 yıl olacak bir çöp depolama alanının 70 hektardan daha küçük olmaması gerekmektedir (Demir ve Çanak, 2004).

Yerleşim alanlarına yakın kurulan çöp depolama alanları çeşitli çevre sorunlarına neden olabilmektedir. Şehir, kasaba veya köy içinde atık depolama sahasının tesis edilmesi, burada yaşayanlar için koku oluşturmaları, gürültü ve estetik açıdan rahatsızlık vereceği için uygun değildir ve istenmemektedir (Çevre ve Orman Bak., 2000). Bu nedenle, Katı Atık Kontrol Yönetmeliği'nde "Depo tesisleri, en yakın yerleşim bölgesine uzaklığı 1000 metreden az olan yerlerde inşa edilemez" şeklinde bir ifadeyle yerleşim alanları içerisinde çöp depolama alanlarının yapımını yasaklamaktadır.

Çalışma alanında yer alan yerleşim birimleri Landsat ETM+ görüntüsü kullanılarak sayısallaştırılmış ve öklit mesafe modülü ile mesafeler hesaplanmıştır. Kontos ve diğ. (2005) şehir alanlarının nüfusunu dikkate alarak yerleşim alanlarına maksimum mesafeyi 2000 m olarak belirleyerek üzerindeki mesafe değerlerini uygun olarak sınıflamıştır. Bu çalışmada yerleşim alanları dağılım ve gelişim özellikleri ile yerleşmeler arasındaki standart mesafe dikkate alınmıştır. Bunun neticesinde de hesaplamalar sırasında yerleşim alanlarına olan maksimum mesafe 3000 m olarak kabul edilmiştir. Elde edilen raster yerleşim katmanı mesafe değerlerine göre Çizelge 3'de verilen ağırlık değerleri sınıflama modülü kullanılarak kategorize edilmiştir (Şekil 3). Bu sınıflamaya göre 1000 m'den yakın mesafede yer alan alanlar kesinlikle uygun değildir. Ağırlık değeri 10'a yaklaştıkça uygunluk düzeyi artmaktadır.

Çizelge 3. Yerleşim alanlarına olan mesafeler ve sınıflama değerleri

| | | | | | | | | | | | |
|------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Mesafe (m) | < 1000 | 1000 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1750 | 2000 | 2250 | 2500 | >3000 |
| | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1750 | 2000 | 2250 | 2500 | 3000 | |
| Ağırlık | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 10 |



Şekil 3. Yerleşim alanları öklit mesafe haritası ve sınıflama katmanı

3.1.2. Ulaşım hatları

Çalışma alanında Gaziantep, Adana ve Kayseri kara yolları olmak üzere üç ana ulaşım hattı bulunmaktadır (Şekil 4). Sanayi alanlarının çoğunlukla bu yollar etrafında bulunması ve çevre illere bu yollarla ulaşımın sağlanması nedeniyle trafik akışı üç güzergâh üzerinde de yoğundur. Ayrıca, Kahramanmaraş ovası ve çevresinin yoğun yerleşme alanı olması, çalışma alanında ulaşım hatlarının yoğunluğunu artırmaktadır.

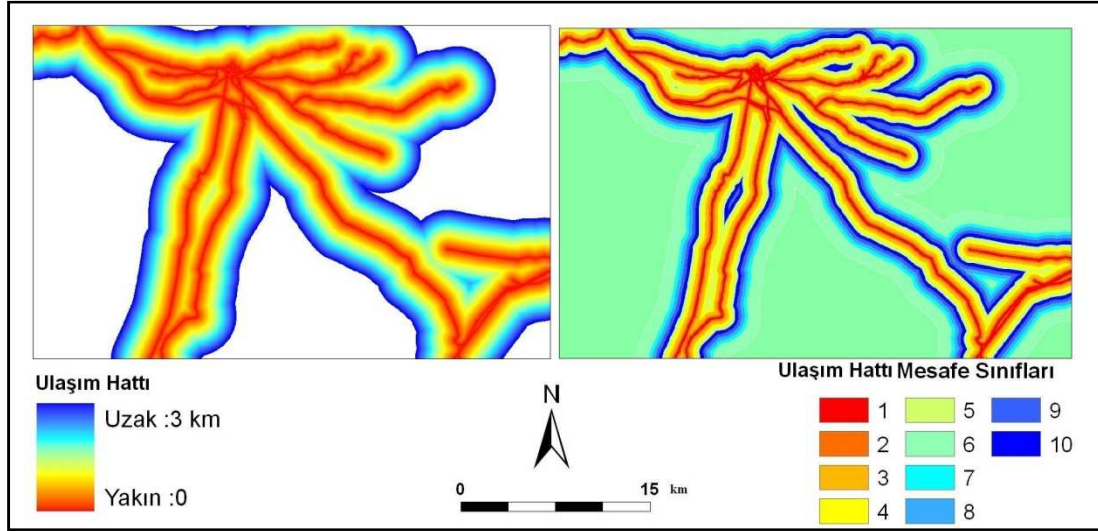
Seçilecek depolama alanına atık taşıma maliyetinin optimum düzeyde tutulabilmesi, her mevsim rahat ulaşılabilir olması açısından şehirden çok uzak (azami 25 km) alanlara kurulmamaktadır (GEPA, 2004). Fakat aynı şekilde iyi bir planlama ve temel oluşturmak için pratikte uygun, estetik koşulları sağlayan; ana yollara, şehir caddelerine veya diğer taşıma güzergahlarına 100 m'den daha yakın arazilere çöp depolama alanı inşa edilmemektedir (Lunkapis ve diğ., 2002).

Landsat ETM+ görüntüsü üzerinden sayısallaştırılan ulaşım ağı katmanı öklit mesafesi yardımı ile yola olan mesafeleri içeren raster katmanı oluşturulmuştur. Daha önce de değinildiği gibi görünüm açısından yoldan uzak noktalar tercih edilmektedir. Ancak bu mesafe taşıma maliyetini optimum tutmak ve atık transfer istasyonu kurulmasına ihtiyaç duymamak için belli bir mesafede tutulmaktadır. Çeşitli depolama alanı yer seçim kılavuzlarında ve yapılan farklı çalışmalarda 1000 m (Mahini ve Gholamalifard, 2006) ve 2000 m (Şener, 2004) üzeri mesafeler daha düşük uygunluk değeri verilerek ele alınmıştır. Katı Atık Kontrol Yönetmeliği'nde yola 100 m'den daha yakın bölgelerin atık depolama alanı yapımı için uygun olmayan alanlar olarak değerlendirilmesi gerektiği belirtilmektedir. Bu veriler ışığında ulaşım mesafe katmanına ağırlık dereceleri verilerek sınıflama modülü ile kategorize edilmiştir (Çizelge 4, Şekil 4). 100 m'den daha yakın alanlar en düşük uygunluk değerine, 1000-1250 m arası mesafeler en uygun alan değerine ve 1250 m üzeri mesafeler sırayla azalan ağırlık değerlerine atanmışlardır.

Çizelge 4. Ulaşım hatlarına olan mesafeler ve sınıflama değerleri

| | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|-----------|-----------|-----------|------------|------|------|------|------|------|--------|
| Mesafe (m) | < 100 | 100 – 250 | 250 – 500 | 500 – 750 | 750 – 1000 | 1000 | 1250 | 1500 | 1750 | 2000 | > 3000 |
| | | 250 | 500 | 750 | 1000 | - | - | - | - | - | |
| | | | | | | 1250 | 1500 | 1750 | 2000 | 3000 | |

| | | | | | | | | | | | |
|---------|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|
| Ağırlık | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 6 |
|---------|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|



Şekil 4. Ulaşım hatları öklit mesafe haritası ve sınıflama katmanı

3.1.3. Akarsular, göller ve barajlar

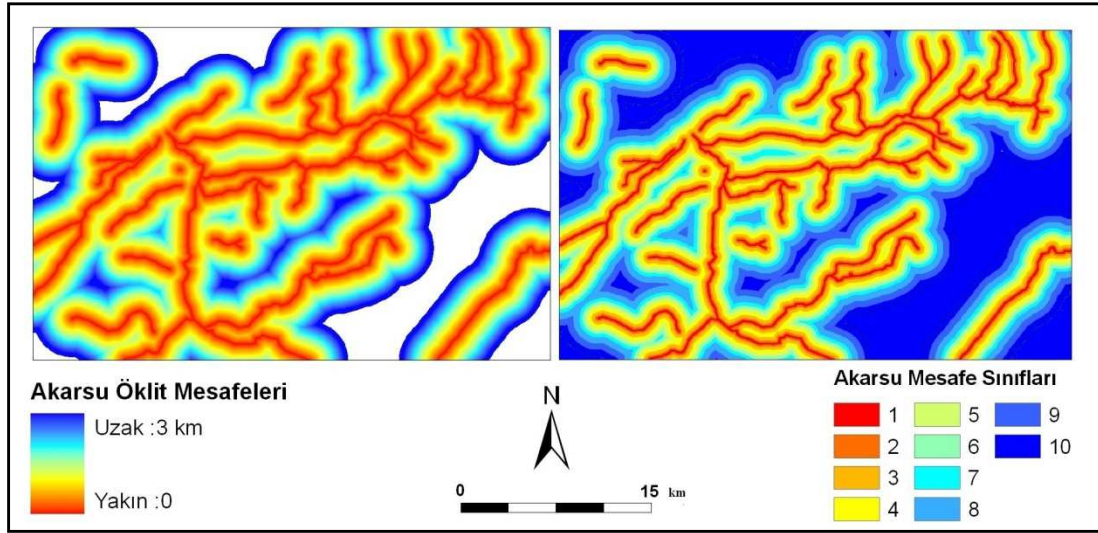
Çalışma alanının en önemli akarsuyu Aksu Çayı'dır. Karaçay, Erkenez ve Deli Çay belli başlı kollarıdır. Bu akarsuları besleyen birçok mevsimsel dereler mevcuttur. Bu dereleri kendine bağlayan Aksu Çayı 1991 yılında inşa edilen Sır Baraj Gölüne boşalmaktadır.

Katı Atık Kontrol Yönetmeliği'ne göre çöp depolama tesislerinin yer seçimi ile ilgili olarak madde 24'de; "depo tesisleri, içme suyu elde edilen ve edilecek olan yüzeysel su kaynaklarının korunması ile ilgili olarak çıkarılan yönetmeliklerde çöp dökülemeyeceği ve depolanamayacağı, belirtilen koruma alanlarına kurulamayacağı" ifadesi yer almaktadır. Bu maddeden de anlaşılacağı gibi çöp depolama alanı yüzey akım sularının, göllerin, nehirlerin veya bataklıkların yakınına kurulamamaktadır. Özellikle doğal parklar ve sit alanları (göller, nehirler ve kıyı şeridi dâhil) depolama sahası yerleşimi için uygun görülmemektedir. Depolama sahasları bu özellikteki yerlere ait tampon bölgenin (100 m) içerisinde kurulmamaktadır. Bunun amacı, bu yerleri depolama sahasının olumsuz etkisinden korumak ve doğal alanları insan etkisine maruz kalan yerlerden ayırtmaktır (Çevre ve Orman Bak., 2000).

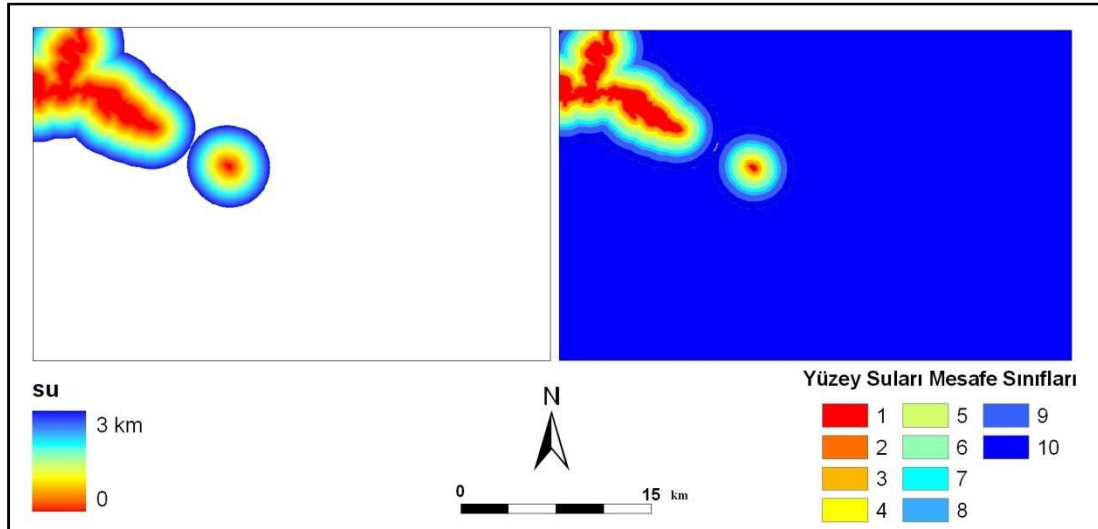
1/25.000 ölçekli topografya haritalarından üretilen sayısal yükseklik modeli yardımıyla sayısallaştırılan akarsu katmanından, öklit mesafesi modülü kullanılarak mesafe katmanı oluşturulmuştur. Göl ve baraj göletini gösteren katman, Landsat ETM+ uydu görüntüsü altlık olarak kullanılarak hazırlanmıştır. Mahini ve Gholamalifard (2006) yaptıkları depolama yer seçimi çalışmasında minimum 200 m, maksimum 1000 m değerlerini baz alarak yüzey sularına olan mesafeleri sınıflamışlardır. Ancak katı atıkların depolandığı alanda yer altı ve yerüstü sularına yaptığı olumsuz etki dikkate alınarak, bu çalışmada hesaplamalar esnasında su yüzeylerine maksimum mesafe 3000 m olarak alınmıştır. Elde edilen raster akarsu mesafe katmanı Çizelge 5'de verilen ağırlık değerleri sınıflama modülü kullanılarak sınıflandırılmaya tabi tutulmuştur (Şekil 5 ve 6). Buna göre 100 m'den daha yakın alanlara depolama için en düşük uygunluk değeri olan 1 ve 2500 m'den daha uzak alanlara 10 değeri verilerek en uygun alanlar olarak sınıflandırılmıştır.

Çizelge 5. Yüzey sularına olan mesafeler ve sınıflama değerleri

| Mesafe (m) | < 100 | 100 – 250 | 250 – 500 | 500 – 750 | 750 – 1000 | 1000 – 1250 | 1250 – 1500 | 1500 – 2000 | 2000 – 2500 | 2500 – 3000 | >3000 |
|------------|-------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Ağırlık | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 10 |



Şekil 5. Akarsu öklit mesafeleri haritası ve sınıflama katmanı

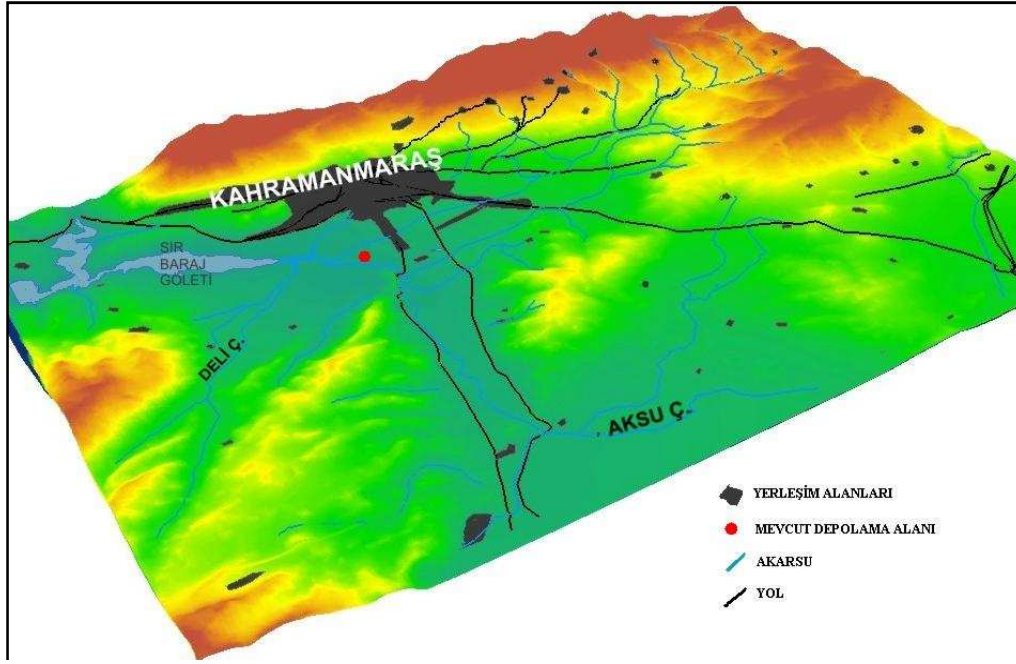


Şekil 6. Yüzeysel suların öklit mesafeleri ve yüzeysel sularına ait mesafe sınıflama katmanları

3.1.4. Topografya

Çalışma alanının bir bölümü Kahramanmaraş Ovası tarafından kaplanırken, güneydoğu bölümünde ise çok yüksek olmayan tepelik alanlar yer alır. En düşük rakım 430 m, en yüksek rakım ise 1650 m'dir. Kuzeyde ise Ahır Dağı yer almaktadır (Şekil 7). Çalışma alanı ortalama olarak 6 derece eğime sahiptir. Dik eğimler toprak oluşumunun gerçekleşmediği kayaç yüzeylerinde gözlenmektedir. Arazinin yaklaşık %55'i 0-5° eğim aralığında olması nedeniyle çalışma alanı orta engebeli olarak tanımlanabilir.

Topografik açıdan 20° üzerinde eğime sahip olan alanlar ulaşım ve yapım aşamasında maliyetli olduklarından dolayı tercih edilmemektedir (GEPA, 2004). Düz veya hafif engebeli alanlar yüzeysel su akış hızının daha yavaş olmasından dolayı öncelikli araziler olarak belirtilmektedirler (Lunkapis ve diğ., 2002). Ayrıca topografik özellikler yağmur suları gibi depolama alanına giriş yapacak veya yüzeysel sularının oluşturacağı yıkanmayla depolama alanında çıkacak sızıntı suları için yapılacak drenaj sistemleri gibi teknik yapıların maliyetini de etkilemektedir (Şener, 2004).

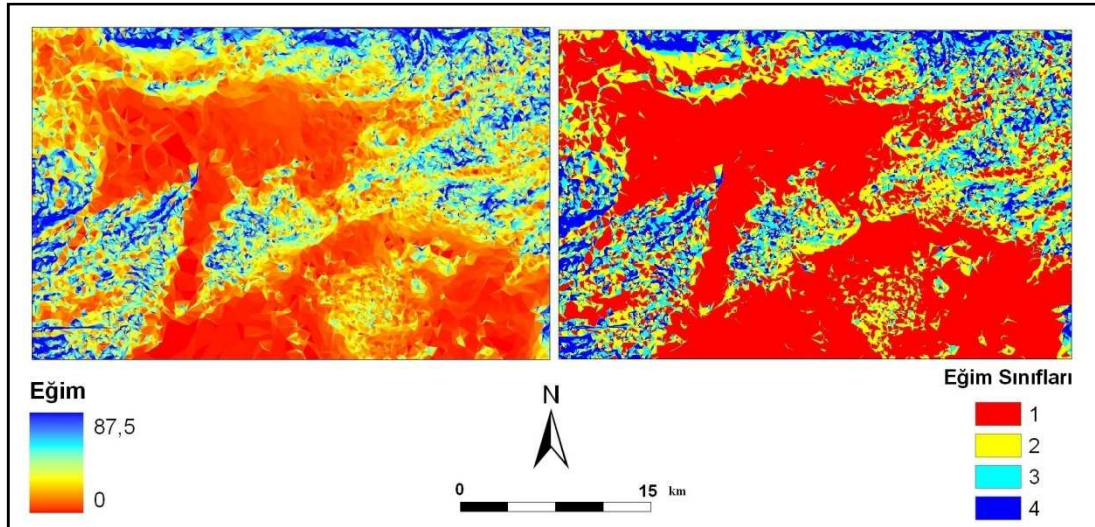


Şekil 7. Çalışma alanı topografya haritası (TKİB, 2006)

Sayısal yükseklik modeli kullanılarak eğim ve bakı katmanları hazırlanmıştır. Bu yer seçim parametresi için çizelge 6'da verilen değerler kullanılarak eğim sınıflama katmanı üretilmiştir (Şekil 8). Eğimi 5 derecenin altında olan alanlar depolama alanı yapımı için en uygun alanlar olarak belirtilmiştir.

Çizelge 6. Sınıflandırılan eğim derecelerine atanan ağırlık değerleri

| Eğim | 0-5 | 5-10 | 15-20 | >20 |
|---------|-----|------|-------|-----|
| Ağırlık | 10 | 9 | 8 | 0 |



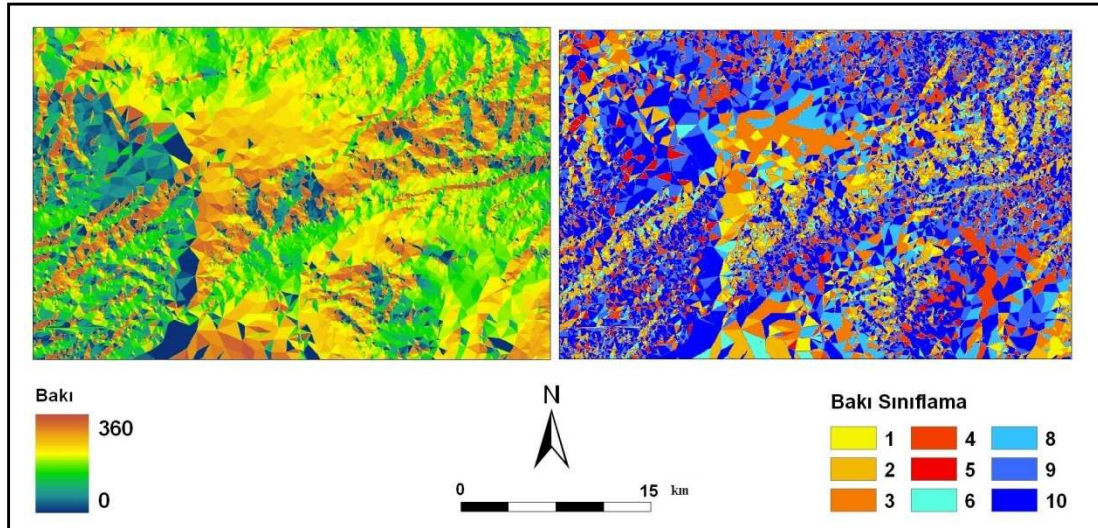
Şekil 8. Eğim ve eğim sınıflama katmanları

Bakı hakim rüzgar yönünün değerlendirilmesi için gerekli bir parametredir. Düzenli depolama alanlarında atık her gün geçirimsiz toprakla örtülse dahi mümkünse koku ve tozların rüzgârla dağılmasını önlemek için hâkim rüzgâr yönüne açık inşa edilmemesi istenmektedir (GEPA, 2004).

DMİ'den alınan uzun yıllar (1980–2000) rüzgar verilerine göre ortalama rüzgâr hızı 1,9 m/s dir. Kahramanmaraş'ta hâkim rüzgâr yönü batı-kuzeybatıdır ve en şiddetli rüzgâr yönü ise kuzeydoğudur (Korkmaz, 2001). Kahramanmaraş meteoroloji istasyonunda ölçülen ortalama rüzgâr değerlerine göre batı-kuzeybatı 149 frekans değeriyle hâkim rüzgâr yönünü temsil etmektedir. Çalışma alanına ait ortalama rüzgar frekansları dikkate alınarak bakı ağırlık değerleri belirlenmiştir (Çizelge 7, Şekil 9).

Çizelge 7. Rüzgar esme yönleri, frekansları ve verilen ağırlık değerleri

| Yön | Frekans | Yüzde | Ağırlık | Yön | Frekans | Yüzde | Ağırlık |
|-----|---------|-------|---------|--------|---------|-------|---------|
| KD | 0 | 0,0 | 10 | KB | 7 | 2,8 | 7 |
| GGD | 0 | 0,0 | 10 | KKB | 8 | 3,2 | 6 |
| D | 1 | 0,4 | 10 | DGD | 10 | 4,0 | 5 |
| GD | 1 | 0,4 | 10 | G | 12 | 4,8 | 4 |
| GB | 2 | 0,8 | 10 | B | 20 | 8,0 | 3 |
| KKD | 3 | 1,2 | 9 | K | 27 | 10,8 | 2 |
| DKD | 3 | 1,2 | 9 | BKB | 149 | 59,4 | 1 |
| GGB | 3 | 1,2 | 9 | | | | |
| BGB | 5 | 2,0 | 8 | Toplam | 251 | 100 | |



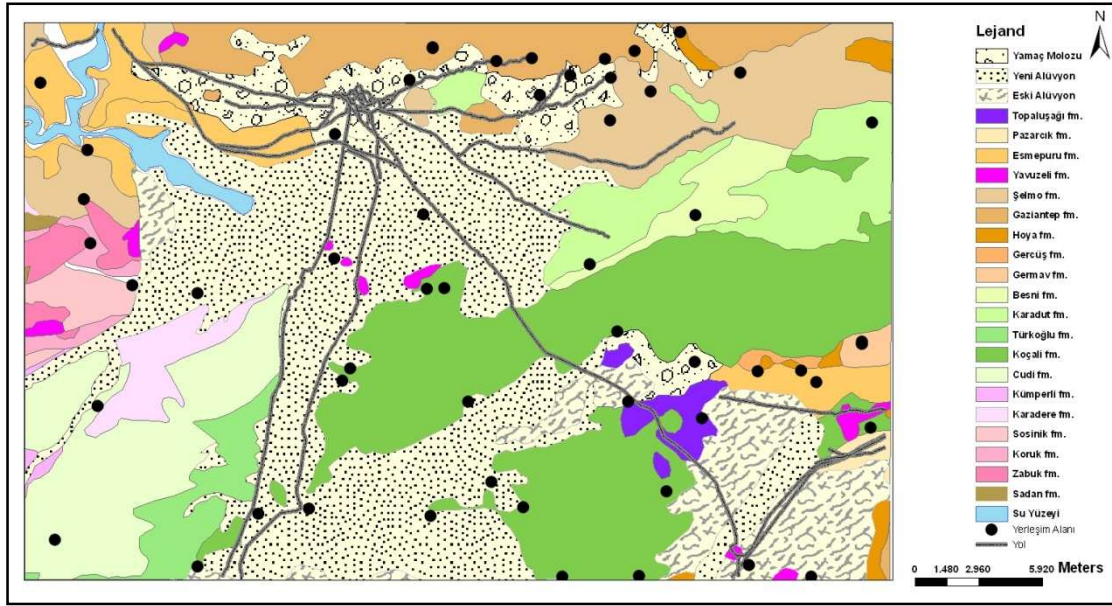
Şekil 9. Bakı ve bakı sınıflama haritaları

3.1.5. Jeoloji ve jeolojik duyarlı alanlar

Kahramanmaraş ovası tektonik oluşum bakımından gençtir. Çalışma alanı Ölüdeniz Fayı ile Doğu Anadolu Fay Zonunun birleştiği bir alanda yer alır. Ana faylar yanında birçok tali fay oluşumu gözlenmektedir (Korkmaz, 2001). Çalışma alanında yirmi formasyon belirlenmiştir (Şekil 10). Çalışma alanında gözlenen birimler sırasıyla Prekambriyen yaşlı Sadan formasyonu, Kambriyen yaşlı Zabuk, Koruk, Sosinik ve Karadere formasyonları (Kop ve diğ., 2002), Ordovisiyen yaşlı Kümperli formasyonu, Triyas-Jura yaşlı Cudi formasyonu, Kretase yaşlı Koçali, Türkoğlu, Karadut, Besni ve Germav formasyonları, Paleojen yaşlı Gercüş, Hoya ve Gaziantep formasyonları, Neojen yaşlı Şelmo, Yavuzeli, Esmepuru ve Pazarcık formasyonları, Pleyistosen yaşlı Topaluşağı formasyonudur (Korkmaz, 2001).

Çöp depolama alanı yer seçimi sırasında jeolojik açıdan hidrolik geçirgenliği düşük materyaller, altta bulunabilecek çatlaklı kayalar ve yüksek yeraltı su seviyesi gibi kirlenme

probleminin oluşma koşullarını en aza indireceği için tercih edilirler. Çizelge 8’de bazı kayaç türlerinin depolama alanı yer seçiminde kullanılan uygunluk durumları özetlenmiştir.



Şekil 10. Çalışma alanı jeoloji haritası (MTA, 2006; Korkmaz, 2001)

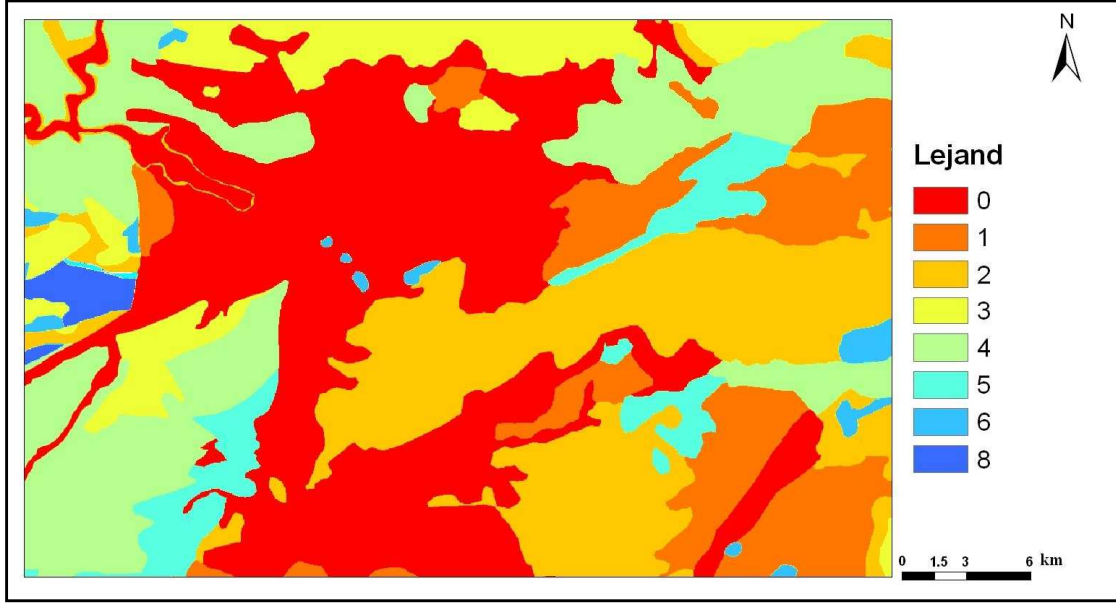
Çizelge 8. Bazı ana kaya türlerinin depolama alanı yer seçimi için genel uygunluk durumları (Şener, 2004)

| Kayaç Tipi | Uygunluk Durumu |
|--------------------------------|-----------------|
| Süreksizlik İçermeyen Kayaçlar | Çok yüksek |
| Şeyl ve Kil | Yüksek |
| Kireçtaşı | Orta-Kötü |
| Kumtaşı | Kötü-Çok kötü |
| Pekişmemiş Kum/Çakıl | Uygun değil |

Çalışma alanında jeolojik açıdan önemli bir fark gösteren; geçirgenlik yönünden uygun, sızdırmazlık önlemi gerektirmeyen bir depo yeri bulunmamaktadır. Bu nedenle belirlenecek depolama alternatiflerinin hepsinde mutlaka taban sızdırmazlık tabakası inşası gerekecektir. Çalışma alanı içerisinde gözlenen formasyonlar, kil oranlarının artmasına, çatlak ve kırık yapılarının az olmasına bağlı olarak incelenmişlerdir. Bununla birlikte DSİ (1973) hidrojeolojik etüt raporunda yer alan birimlerin hidrojeolojik özelliklerinden yararlanarak birimlerin taşıdıkları yeraltı su oranına göre derecelendirmeleri yapılmıştır (Çizelge 9, Şekil 11). Atık depolama alanı yapımı için uygun olmayan yeni alüvyon ve yamaç molozları gibi permeabiliteleri yüksek birimlere 0 değeri, silt ve kil içeriği kısmen daha fazla olan Sosinik formasyonuna 8 uygunluk değeri atanmıştır.

Çizelge 9. Jeolojik formasyonlar ve verilen ağırlık değerleri

| Ağırlık | Litoloji |
|---------|--|
| 0 | Yeni Alüvyon, Yamaç Molozu |
| 1 | Eski Alüvyon, Karadut formasyonu |
| 2 | Hoya, Koçali, Pazarcık, Gercüş, Koruk formasyonu |
| 3 | Gaziantep, Zabuk, Karadere formasyonu |
| 4 | Esmepuru, Şelmo, Cudi, Kümperli formasyonu |
| 5 | Besni, Topaluşağı, Türkoğlu formasyonu |
| 6 | Yavuzeli, Germav, Sadan formasyonu |
| 8 | Sosinik formasyonu. |



Şekil 11. Çalışma alanı jeolojik birimlerin sınıflama katmanı

Çalışma alanının tektonik olarak aktif bir alanda yer alması nedeniyle çöp depolama alanının seçiminde faylar dikkate alınması gereken bir kriterdir. MTA (2006) ve Korkmaz (2001) tarafından hazırlanan jeoloji haritaları kullanılarak çalışma alanında yer alan faylar sayısallaştırılmıştır. Sismik aktivite açısından bir potansiyel taşınmaları, çatlak sistemleri aracılığıyla yeraltı su kirlenmesi gibi sorunlara neden olabileceği için depolama alanı yakınında olmamaları tercih edilir. Fay katmanı üzerinden faylara olan mesafeler hesaplanmış ve çizelgedeki değerler kullanılarak sınıflama yapılmıştır (Şekil 12).

Çizelge 10. Faylara olan mesafeler ve ağırlıklı sınıflama değerleri

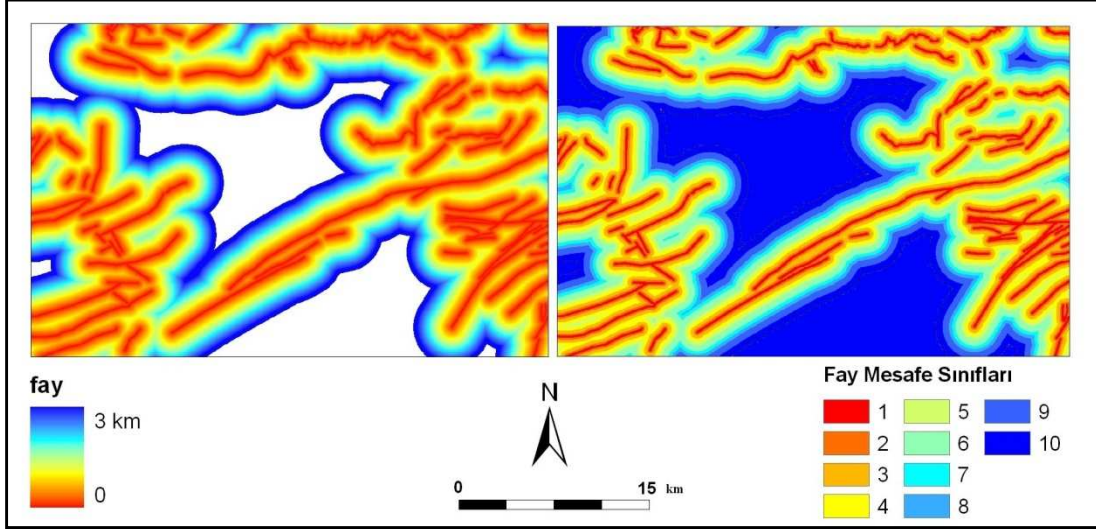
| Mesafe (m) | < 100 | 100 – 250 | 250 – 500 | 500 – 750 | 750 – 1000 | 1000 – 1250 | 1250 – 1500 | 1500 – 2000 | 2000 – 2500 | 2500 – 3000 | >3000 |
|------------|-------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Ağırlık | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 10 |

Çalışma alanında yer alan heyelan bölgesi MTA (2006) Genel Müdürlüğü'nden elde edilen sayısal jeolojik duyarlı alan haritası üzerinden hazırlanmıştır. Heyelan bölgelerinde depolama alanı yapılması oluşabilecek toprak kaymasıyla depolama alanında sıkışma ve patlama gibi problemlerden dolayı tercih edilmemektedir. Literatürde heyelan alanları için belirli bir mesafe sınırlama değeri bulunmamaktadır. Heyelan katmanı maksimum 3000 m sınır alınarak mesafe katmanı hesaplanmıştır.

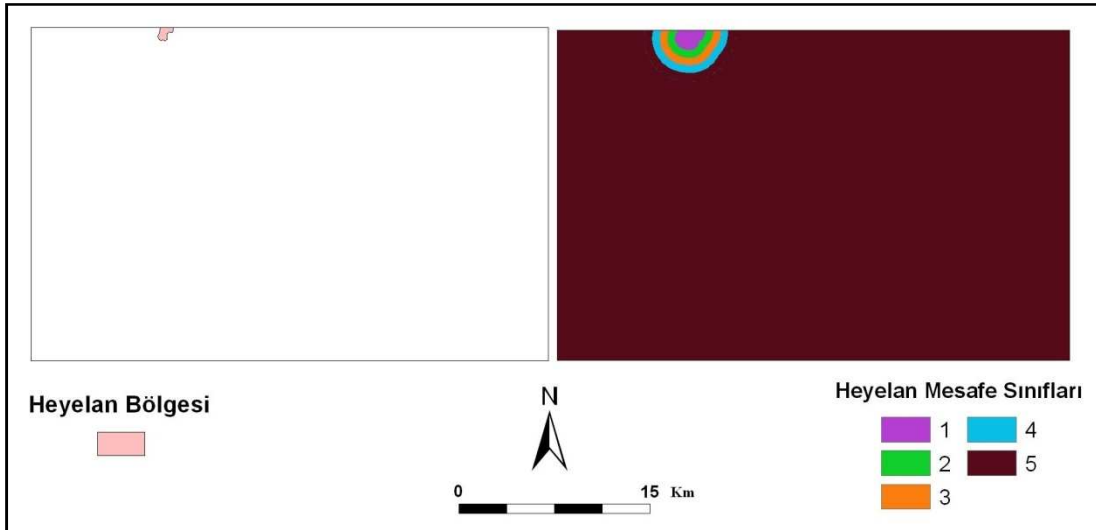
Daha sonra 600 m'den daha yakın bölgeler yer seçimi için uygun olmayan alan olarak, 600–1200 m arası depolama için 2. derece uygun olarak sırasıyla sınıflandırılmıştır (Çizelge 11, Şekil 13).

3.1.6. Toprak

İnceleme alanındaki topraklar, Tarım, Orman ve Köy İşleri Bakanlığı'nın (1973) hazırladığı Ceyhan Havzası Toprakları raporuna göre sekiz büyük toprak grubuna ayrılmıştır. Bu toprak birimlerine içerdikleri kil oranına göre ağırlık değerleri verilmiştir (Çizelge 12, Şekil 15). Alüvyal topraklar yıkanmanın fazla ve kil oranlarının düşük olması nedeniyle uygun olmayan alanlar olarak kabul edilmiştir. 8 uygunluk değerini alan Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları sıkı bünye ve yüksek kil-tın içeriğine sahiptir.



Şekil 12. Fay öklit mesafeleri ve sınıflama katmanları



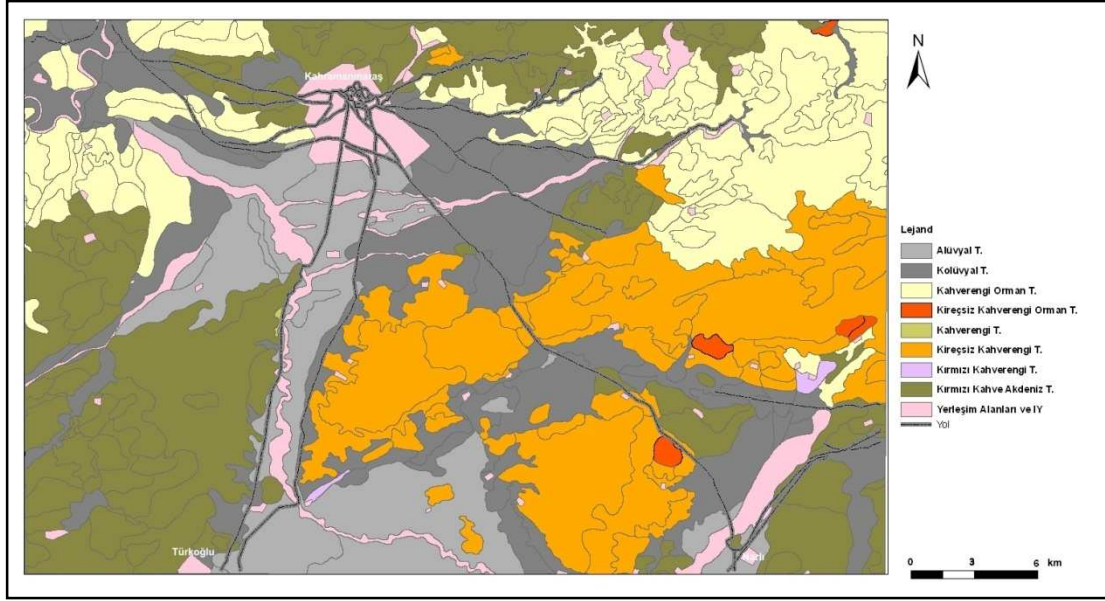
Şekil 13. Heyelan bölgesi ve heyelan bölgesine olan mesafe sınıflama katmanları

Çizelge 11. Heyelan bölgesine olan mesafeler ve sınıflama değerleri.

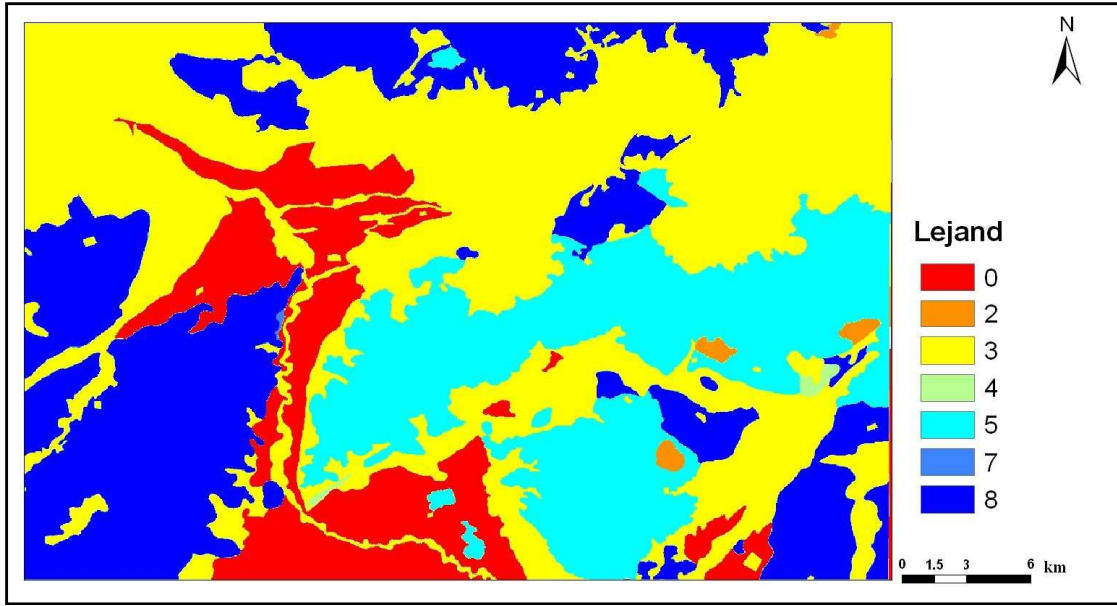
| Mesafe (m) | < 600 | 600 – 1200 | 1200 – 1800 | 1800 – 2400 | 2400 – 3000 | >3000 |
|------------|-------|------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Ağırlık | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 10 |

Çizelge 12. Büyük toprak grupları ve bu gruplara atanan ağırlık değerleri.

| Ağırlık | Büyük Toprak Sınıfı | Ağırlık | Büyük Toprak Sınıfı |
|---------|-------------------------------------|---------|--------------------------------------|
| 0 | Alüvyal Topraklar | 4 | Kırmızı Kahverengi Topraklar |
| 2 | Kireçsiz Kahverengi Orman Topraklar | 5 | Kireçsiz Kahverengi Topraklar |
| 3 | Kolüvyal Topraklar | 7 | Kahverengi Topraklar |
| 3 | Kahverengi Orman Topraklar | 8 | Kırmızı Kahverengi Akdeniz Topraklar |



Şekil 14. Çalışma alanı büyük toprak grupları haritası (IY: Irmak Yatağı) (TKİB, 2006)

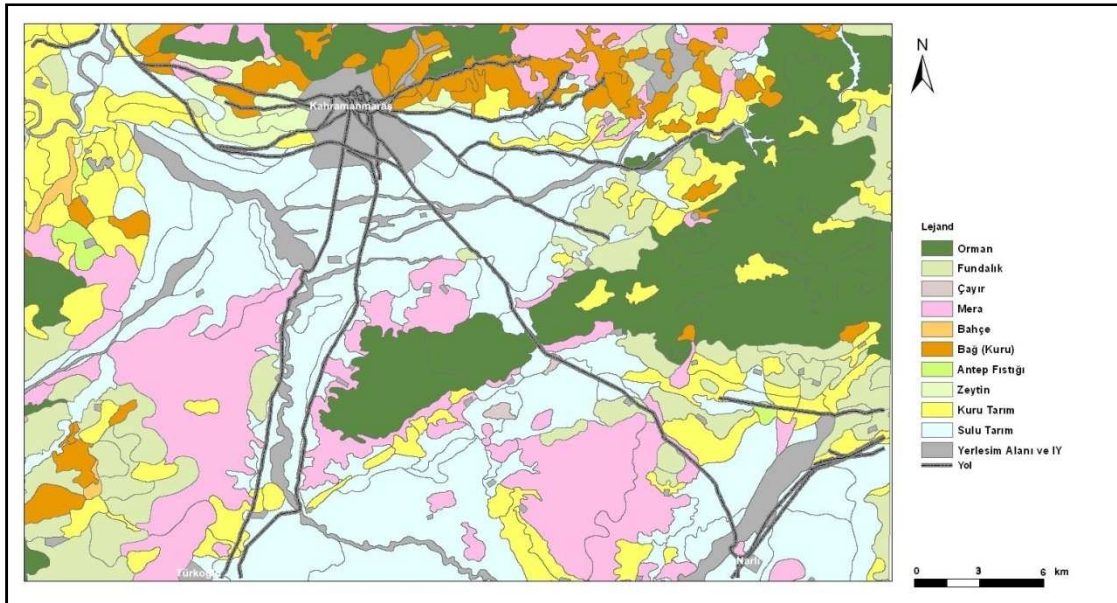


Şekil 15. Çalışma alanı büyük toprak grupları sınıflama katmanı

3.1.7. Arazi kullanımı

Çalışma alanında yerleşim alanı, orman, fundalık, çayır, mera, bahçe, bağ, tarım alanları olmak üzere dokuz ana arazi kullanım tipi mevcuttur (Şekil 16). Tarım alanları 53236 hektar, orman ve fundalık alanlar 28620 hektar ve çayır–mera alanları 16344 hektar alan kaplamaktadır.

Çöp depolama alanları için en uygun yerlerin tanımlanmasında arazi kullanım özellikleri ve toprak örtüsü de detaylı olarak incelenmektedir. Arazi kullanım tipleri, örneğin; mera, orman ve ekili alanlar uygunluk indeksleri belirlenirken dikkate alınmaktadır (Lunkapis ve diğ., 2002). Örneğin; mezarlık alanları, bataklık alanları ve ırmak yatakları gibi alanlar ayırt edilerek depolama alanı seçiminde dışarıda bırakılırlar. Tarımsal değeri yüksek olan sulu tarım alanları gibi araziler yer seçiminde tercih edilmemektedirler (Kontos ve diğ., 2005).



Şekil 16. Çalışma alanı arazi kullanım haritası (IY: Irmak Yatağı) (TKİB, 2006)

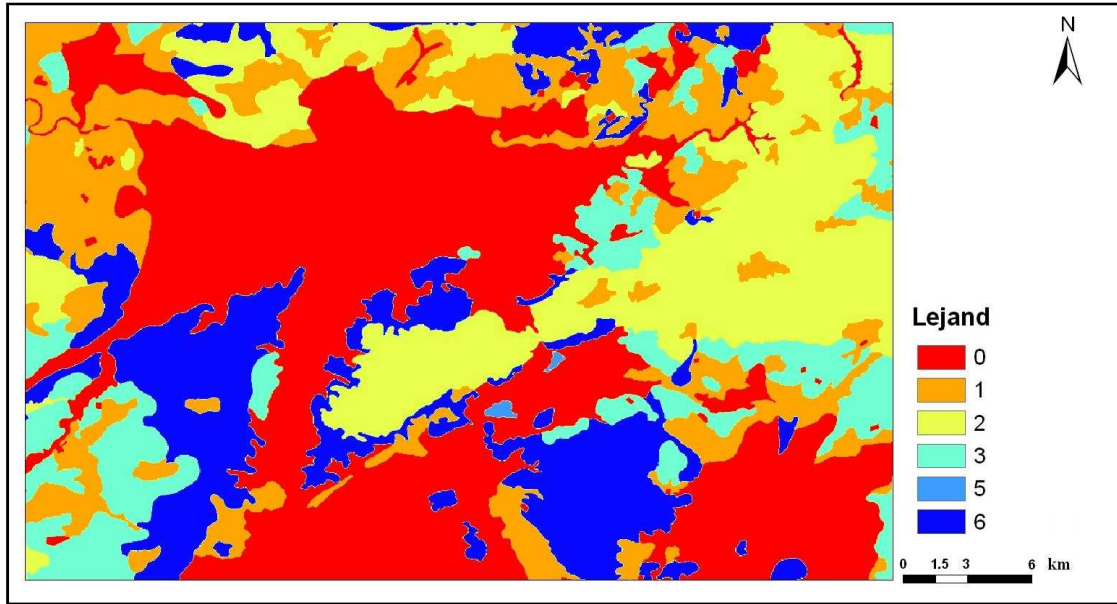
Tarım ve orman alanları gibi koruma altında olan arazi kullanım sınıflarının bilinmesi ve yer seçiminde bu bölgelerin dikkate alınması gerekir. Tarım alanları, üzerinde kirlilik problemleri oluşturacağı ve tarımsal değeri düşüreceği için çöp depolama alanı olarak kullanılmamaktadır. Arazi kullanım sınıfları katmanı toprak haritasından üretilmiştir ve raster formata dönüştürülerek çizelge 13'deki ağırlık değerleri kullanılarak sınıflandırılmıştır (Şekil 17). Tarımsal değeri en yüksek olan sulu tarım alanlarına ve taşkın riski bulunan ırmak yataklarına yer seçim sürecine dâhil edilmemeleri için 0 değeri atanmıştır. Çalışma alanında tarımsal değeri az olan meralara ise 6 değeri verilmiştir.

Çizelge 13. Arazi kullanım sınıfları ve verilen ağırlık değerleri.

| Ağırlık | Arazi Kullanım Sınıfı |
|---------|--------------------------------------|
| 0 | Sulu Tarım, Irmak Yatağı |
| 1 | Bahçe, Antepfıstığı, Kuru Tarım, Bağ |
| 2 | Orman, Zeytin |
| 3 | Fundalık |
| 5 | Çayır |
| 6 | Mera |

3.2. İkili Karşılaştırma ve Ağırlıklı Doğrusal Kombinasyon Analizi

Faktör normalize ağırlıklarını hesaplamak ve öncelik değerlerini belirlemek üzere ikili karşılaştırma matrisi üretilmiştir (Çizelge 14). Bu matriste sütun toplamları alınıp ve her bir satır değerine bölünerek yeni bir matris elde edilmiştir. Bu matrisin satır toplamları hesaplanarak her bir kritere karşılık gelen normalize ağırlık değeri bulunmuştur (Şener, 2004; Kontos ve diğ., 2005; Sadek ve diğ., 2005).



Şekil 17. Çalışma alanı arazi kullanım birimleri sınıflama katmanı

İkili karşılaştırmalar matrisine bağlı olarak elemanların önem veya öncelik değerleri hesaplanması sırasında, yapılan ikili karşılaştırmalar karar vericiye bağlı olduğu için yanlımlar veya tutarsızlıklar ortaya çıkabilmektedir. Bu durumu ölçmek ve normalize ağırlık değerlerinin objektifliğini ortaya çıkarmak amacıyla bir Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio) hesaplanmaktadır. İkili karşılaştırma matrisi sonucunda elde edilen normalize ağırlık değerleriyle çarpılmak suretiyle

yeni bir matris elde edilmiştir. Bu yeni matrisin her bir elemanının normalize ağırlık değerlerinde buna karşılık gelen değere bölünerek ikinci bir yeni matris oluşturulmuştur. Bu son matris değerlerinin aritmetik ortalaması alınmış ve maksimum özdeğer ($\lambda_{max}=12,3254$) hesaplanmıştır. Sapma değerlerini belirten tutarlılık indeksi maksimum özdeğerin kriter sayısından çıkarılması ve kriter değerinden 1 çıkarılarak oranlanmasıyla 0,132 olarak hesaplanmıştır. Rastgele indeksi matris boyutunun 11x11 olmasından dolayı literatürde yer alan değer 1,51 olarak kabul edilmiştir. Tutarlılık oranı 0,087 olarak hesaplanmıştır. Tutarlılık oranının 0,1 değerinin altında olması hazırlanan ikili karşılaştırma matrisinin objektif olduğunu belirtmektedir (Şener, 2004; Kontos ve diğ., 2005; Sadek ve diğ., 2005).

3.3. Alternatif Atık Depolama Alanlarının Analizi

Tüm kriter katmanlarının oluşturulmasının ardından kurulan modelde son aşama olarak sonuç uygunluk haritasının elde edilmesi için ağırlıklı toplama hesaplaması yapılmıştır (Şekil 18). İkili karşılaştırma yöntemiyle elde edilen normalize ağırlık değerleri yüzde olarak modele girilmiştir.

Uygunluk katmanı elde edildikten sonra alan hesaplaması sonucunda çizelge 15’de gösterilen uygunluk değerleri ve alanları hesap edilmiştir. Bu hesaplamaya göre çalışma alanı içerisinde 685 hektarlık bir arazi diğer alanlara göre atık depolama alanı için en uygun yerler olarak tespit edilmiştir (Şekil 18).

Çizelge 14. İkili karşılaştırma matrisi ve normalize ağırlık değerleri (1: Yerleşim Alanları, 2: Eğitim, 3: Bakı, 4: Yol, 5: Akarsu, 6: Su Yüzeyi, 7: Fay, 8: Heyelan, 9: Jeoloji, 10: Büyük Toprak Grupları, 11: Şimdiki Arazi Kullanımı).

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Normalize Ağırlık |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|---|----|----|-------------------|
| 1 | 1 | | | | | | | | | | | 0,2834 |
| 2 | 0,333 | 1 | | | | | | | | | | 0,0986 |
| 3 | 0,111 | 0,333 | 1 | | | | | | | | | 0,0619 |
| 4 | 0,333 | 3 | 3 | 1 | | | | | | | | 0,1187 |
| 5 | 0,2 | 1 | 3 | 1 | 1 | | | | | | | 0,1256 |
| 6 | 0,333 | 3 | 5 | 1 | 0,333 | 1 | | | | | | 0,1259 |
| 7 | 0,111 | 0,2 | 0,333 | 0,2 | 0,333 | 0,333 | 1 | | | | | 0,0393 |
| 8 | 0,111 | 0,333 | 0,2 | 0,333 | 0,2 | 0,2 | 0,333 | 1 | | | | 0,0224 |
| 9 | 0,111 | 0,2 | 0,2 | 0,143 | 0,333 | 0,333 | 0,333 | 1 | 1 | | | 0,0226 |
| 10 | 0,143 | 0,333 | 0,2 | 0,333 | 0,2 | 0,2 | 0,333 | 1 | 1 | 1 | | 0,0241 |
| 11 | 0,333 | 0,333 | 3 | 1 | 0,333 | 0,333 | 3 | 5 | 3 | 3 | 1 | 0,0776 |

λ_{max} : 12,3254; RI: 1,51 TO: 0,087 < 0,1 (λ_{max} : Maksimum özdeğer; RI: Rasgele İndeks; TO: Tutarlılık Oranı)

Öncelikli atık depolama alanları içerisinde istenilen alan bütünlüğü ve devamlılığı parametresini sağlayan 4 alternatif bölge belirtilmiştir (Şekil 19). Çöp depolama alanında ileriki yıllarda entegre tesis yapılması, depolama alanının genişletilebilmesi ve çevrede uygun bir tampon bölge ayrılabilmesi açısından şekil 19'da 1 numaralı alan olarak belirtilen bölge diğer uygunluk gösteren alanlara göre ön plana çıkmaktadır. Alternatif alanların arazi kullanım ve jeolojik özellikleri incelendiğinde 2 ve 4 numaralı alanın orman arazisi üzerinde buldukları tespit edilmiştir (Çizelge 16). Yapılacak olan depolama alanının orman arazisi üzerinde bulunması tercih edilen bir parametre olmadığından dolayı bu çalışmada incelemeye alınmamışlardır. 3 numaralı alternatif bölge ise 62 hektarlık bir alana sahip olması ve 2026 yılında öngörülen depolama alanı miktarını (70 hektar) karşılamayacağı nedeniyle değerlendirmeye alınmamıştır.

Çalışma alanında birinci alternatif çöp depolama alanı olarak tespit edilen yer jeolojik olarak Koçali Karmaşığı formasyonu üzerinde yer almaktadır. Bu formasyon serpantinitle, volkanikler ve ultrabazik kayalardan oluşan bir birim olarak düzensiz bir iç yapıya sahiptir. İnceleme alanında çoğunlukla ultrabazikler ve serpantinitle hakimdir. Yüzeyde daha fazla görülen serpantinleşme derinlere doğru gidildikçe ultrabazikler hakim duruma geçmektedir (Korkmaz, 2001). 2 numaralı alternatif alan ise Cudi formasyonu üzerinde yer almaktadır. Bu birim, genel olarak mikritik- yumrulu kalker, şeyl, dolomitik kalker ve dolomit ardalanması ile konglomera, kuvarsit, kumtaşı, silt taşı içermektedir (Korkmaz, 2001).

Çizelge 15. Analiz sonucu elde edilen uygunluk değerleri ve bu uygunluk alanlarının kapladıkları hektar değerleri

| Uygunluk Değeri | Alan (hektar) |
|-----------------|---------------|
| 0 | 746489 |
| 4 | 120 |
| 5 | 1971 |
| 6 | 6069 |
| 7 | 10456 |
| 8 | 10781 |
| 9 | 685 |

4. Sonuç ve Öneriler

Geçtiğimiz 20. ve içinde yaşadığımız 21. yüzyılların en önemli karakteristiği, kontrolsüz nüfus artışı, hızlanan sanayileşme ve plansız kentleşmenin neticesinde birçok çevresel problemin ortaya çıkmasıdır. Dünya toplumlarının karşı karşıya kaldığı bu problemlerin ortaya çıkış nedenini doğal kaynakların mekânsal boyutta değerlendirilmemesi ve sürdürülebilir doğal kaynak planlamalarının yapılmaması oluşturmaktadır. Sorunu çözmeye yönelik yapılan projeler çoğu zaman kâğıt üzerinde kalmakta veya uygulama aşamasında, gerçek koşulları yansıtan modellerin oluşturulmamasından dolayı yeni problemlerle karşılaşılmasına yol açmaktadır.



Şekil 19. Uygun depolama alanları lokasyonları

Karar alımı bir bölge içerisinde var olan kaynakların yönetiminde önemli bir aşamadır. Çok çeşitli etkileri nedeniyle, atık depolama alanları için yer seçimi sırasında doğru kararların verilmesi sürdürülebilir bir çevre için gereklidir. Bu nedenle çöp depolama alanının işletmeye açılmadan önceden detaylı bir şekilde araştırılması sürdürülebilir arazi yönetimi için oldukça önemlidir. Zaman alıcı, pahalı ve çok emek isteyen ve çoğu zaman subjektif sonuçlar veren geleneksel yöntemlerin yetersiz kaldığı ortadadır. Diğer taraftan çöp depolama alanlarının belirlenmesinde birçok faktörün etkili olması nedeniyle büyük miktarda mekânsal veri gerekmektedir. Bundan dolayı geleneksel tekniklerle analiz edilmesi mümkün olmayan miktardaki veriyi otomatik olarak değerlendirebilen CBS teknikleri bu tür çalışmalarda önemli bir araç konumuna gelmiştir. Çünkü CBS karar aşamasında, analitik analiz araçlarını ve çok kriterli yer seçimi metodlarının yeterliliklerini birleştirerek yardımcı bir platform oluşturmaktadır. Yukarıda saydığımız özellikleri nedeniyle, CBS son yıllarda stratejik karar alım süreçleri sırasında yoğun bir biçimde tercih edilir hale gelmiştir.

Bu çalışmada, CBS tabanlı olarak ağırlıklı doğrusal kombinasyon analizi ve ikili karşılaştırma metodu kullanılarak, Kahramanmaraş şehri için atık depolama alanı alternatif yer tespiti başarılı bir şekilde yapılmıştır.

Çalışmada izlenen metot sonucunda depolama alanı için yaklaşık toplam 685 hektar uygun alan belirlenmiştir. Bu alanlardan şekil 19'da görülen 1 numaralı bölge dışında kalan alanlar; arazi kullanımı orman ve tarım arazisi, kalker, dolomit ve konglomera içerikli Cudi formasyonu üzerinde

yer aldıklarından dolayı öncelikli alternatif olarak değerlendirilmeye alınmamışlardır. 1 numaralı alternatif alan topografik, jeolojik ve ulaşım özellikleri açısından uygun bir depolama alanı özelliği taşımaktadır. Bu sonuç yerel yönetim tarafından da makul ve uygulanabilir olarak kabul edilebilir. Çünkü mevcut çöp depolama alanı proje alanının elde ettiğimiz birinci alternatif sahaya çok yakın olması bu araştırma sonuçlarının doğruluğunu onaylamaktadır. Ancak, yerel yönetimin seçtiği sahanın yerleşme alanına yakın olması ve halktan tepki toplaması bu araştırmanın tespit etmiş olduğu 1 numaralı alanın çöp depolama için daha uygun olduğunu ortaya koymaktadır

Bu araştırma, çoklu kriter analiz yöntemi ve CBS'nin mekanda var olan birçok fiziksel, çevresel, sosyal ve ekonomik faktörleri göz önünde bulundurarak ve veride çeşitlilik sağlayarak etkili ve uygulanabilir bir sonuç üretebileceğini ortaya koymuştur. Çalışmada kullanılan metodolojinin karar alıcılar için yardımcı bir araç olduğunu, kararın (nihai) kendisi olmadığını belirtmek gerekir. Depolama alanının nerede yapılacağına dair son karar bilimsel ve politik kararlar kadar yerli halkın düşüncelerine de bağlıdır.

Gelecekte yapılacak benzer çalışmaların başarılı olabilmesi için veri katmanlarına ilişkin ortak veri standardı mutlaka sağlanmalıdır. CBS ortamında yapılacak bu gibi karar alım çalışmalarında temel altlıkları oluşturan sayısal grafik verilerin, farklı disiplinlerin de kullanacağı dikkate alınarak, diğer disiplinler ile aynı koordinat sisteminde ve ortak bir veri tabanında üretilmesi, gerek emek gerekse zaman açısından önem taşımaktadır.

Referanslar

- Al-Jarrah, O.; Abu-Qdais, H. (2006) "Municipal solid waste landfill siting using intelligent system", *Waste Management*, 26(3): 299-306.
- Barredo, I. J.; Sendra, J.B. (1999) "Comparison of multi-criteria evaluation methods integrated in geographical information systems to allocate urban areas", *Geographical Systems*, (125): 313-327.
- Çevre ve Orman Bakanlığı, (2000) Depolama Sahaları İçin Yer Seçimi Kriterlerini İçeren Kontrol Listesi, Ankara. (<http://www.atikyonetimi.cevreorman.gov.tr/evsel/2.doc>) (Son Erişim: 13.12.2006).
- Demir, İ.; Çanak, H. (2004) "Kahramanmaraş'ta Katı Atık Problemi ve Çözüm Önerileri", *I.Kahramanmaraş Sempozyumu*, Kahramanmaraş.
- Despotakis, V.K.; Economopoulos, A.P. (2006) "A GIS model for landfill siting", *Global Nest Journal*, Yunanistan, 9(1): 29-34.
- Diaz, R.; Warith, M. (2005) "Life-Cycle assessment of municipal solid wastes: development of the WASTED model", *Waste Management*, 26(8):886-901.
- DMİ, (2006) Kahramanmaraş İklim Verileri, Ankara.
- DSİ, (1973) Maraş Ovaları Hidrojeolojik Etüt Raporu, Ankara.
- Eastman, J. R. (1999) *Idrisi 32 Guide to GIS and Image Processing 2*, Clark Labs, MA, USA.
- Eren, E.; Dosdoğru, M.; Çınar, Ö.; Kara, C. (2004) "Kahramanmaraş ili katı atık kirliliği ve kontrolü", *I.Kahramanmaraş Sempozyumu*, Kahramanmaraş.
- Ga, B. V. (2006) "Urban solid waste treatment and landfill siting for Danang city", ([http://www.nistpass.gov.vn/root/data/Hoinghi/Hoinghi-Hoithao/\(2\)Cac-Hoinghi-Quocgia/\(5\)%20HOINGHI-5/Bao-cao/Bao-cao-Eng/Ga-Presentation.pdf](http://www.nistpass.gov.vn/root/data/Hoinghi/Hoinghi-Hoithao/(2)Cac-Hoinghi-Quocgia/(5)%20HOINGHI-5/Bao-cao/Bao-cao-Eng/Ga-Presentation.pdf)) (Son Erişim: 12.05.2006)
- GEPA, (2004) *Preliminary Landfill Site Suitability Report*, Guam Environmental Protection Agency, Barrigada, Guam. (<http://www.guamepa.govguam.net>) (Son Erişim: 27.06.2006).
- Hansen, H. S. (2005) GIS-based multi-criteria analysis of wind farm development, proceedings", *ScanGIS*, Danimarka, 75-87.
- House, M. E.; Leber, G. B. (2000) "Empowering the environmental manager with gis-based landfill applications", *TAPPI Environmental Conference*. (<http://www.woodardcurran.com/resource/res120.pdf>) (Son Erişim: 15.06.2006)
- Jo, M. H.; Kim, J. B.; Baek, S. R. (2001) "Selection technique for honey plant complex area using landsat image and GIS", *22nd Asian Conference on Remote Sensing* 5-9 Kasım, Singapur, 1451-1456.
- Karabulut, M.; Küçükönder, M.; Gürbüz, M.; Sandal, E. K. (2006) "Kahramanmaraş şehri ve çevresinin zamansal değişiminin uzaktan algılama ve CBS kullanılarak incelenmesi", *4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri*, Fatih Üniversitesi, İstanbul, 57-64.
- Karkazi, A., Hatzichristos, T., Mavropoulos, A., Emmanouilidou, B., Elseoud, A. (2001) "Landfill siting using GIS and fuzzy logic", *Eight International Waste Management&Landfill Symposium*, Sardinya (http://www.epem.grpdfs2001_2.pdf) (Son Erişim: 13.01.2005).
- Kontos, D. T., Komilis, D. P., Halvadaakis, C. P. (2005). "Siting MSW landfills with a spatial multi criteria analysis methodology", *Waste Management* 25: 818-832.

- Kop, A., Ünlügenç, U. C., Demirkol, C. (2002) "Kırıkhan ve civarının (Hatay) stratigrafik gelişimi", *GD Türkiye. Yerbilimleri Dergisi*, 40/41: 51-80.
- Korkmaz, H. (2001) *Kahramanmaraş Havzasının Jeomorfolojisi*, T.C. Kahramanmaraş Valiliği İl Kültür Müdürlüğü Yayınları No.3, Kahramanmaraş, 194s.
- Lunkapis, J. G., Ahmad, N., Shariff, A. R. M., Mansor, S., Mispan, R. M. (2002) "GIS as decision support tool for landfills siting", Faculty of Engineering, *2nd World Engineering Congress*, 22-25 July, Sarawak, Malezya.
- Mahini, S. A., Gholamalifard, M. (2006) "Siting MSW landfills with a weighted linear combination (WLC) methodology in a GIS environment", *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 3 (4): 435-445.
- MTA, (2006). Kahramanmaraş Sayısal Jeoloji Haritası, Ankara.
- Nas, B., Berktaş, A. (2002) "Çevre problemlerinin çözümünde coğrafi bilgi sistemlerinin kullanımı", 2. *Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri*, 30-31 Ekim 2002, Fatih Üniversitesi, İstanbul.
- Sadek, S., El-Fadel, M., El-Hougeiri, N. (2001) "Optimizing landfill siting through GIS application", *Seventeenth International Conference on Solid Waste Technology and Management*, Philadelphia, October 21-24, 2001.
- Sadek, S., El-Fadel, M., Freiha, F. (2005) "Compliance factors within a GIS-based framework for landfill siting", *Journal of Environmental Studies*, 63(1): 71-86.
- Sadek, S., El-Fadel, M., Freiha, F. (2006) "A multi-criterion modular and flexible decision-aid tool for landfill siting using GIS", *Twenty First International Conference on Solid Waste Technology and Management*, Philadelphia, Mart 26-29.
- Sancar, C. (2000) *Kentsel Gelişim Alanlarının Saptanması ve Planlanmasında CBS ve Ekoloji-Ekonomi Duyarlı Planlama Modeli*, Basılmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bil. Enst., Trabzon.
- Shrivastava, U., Nathawat, M. S. (2006) "Selection of potential waste disposal sites around ranchi urban complex using remote sensing and GIS techniques", *MapIndia2003* (<http://www.gisdevelopment.net/application/utility/transport/mi03203.htm>) (Son Erişim: 03.03.2006)
- Şener, B. (2004) *Landfill Site Selection By Using GIS*, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bil. Enst., Ankara.
- TKİB, (1973) *Ceyhan Havzası Toprakları*, T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Yay. No. 285, Havza No:20, Raporlar Serisi: 69, Ankara.
- TKİB, (2006) T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel müdürlüğü, Kahramanmaraş Sayısal Topografya ve Toprak Haritası, Ankara.
- Yılmaz, E. (2005) *Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanarak Katılımcı Doğal Kaynak Planlaması*, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 238 ISSN:1300-7912 DOA Yayın No: 31, Tarsus.