

# Alt Havzaların Çevresel Kirlilik Risk Alanlarının Tespitinde CBS Tabanlı Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerin Uygulanması: Trabzon İli Akçaabat-Düzköy Vadisi Örneği

Tuğba Memişoğlu<sup>1\*</sup>, H. Ebru Çolak<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Trabzon

## Özet

Havzaların yönetimi ve havza karakteristik özelliklerinin tanımlanması önemli bir planlama sürecini kapsamaktadır. Ayrıca, havza planlaması, planladığı alanda yer alan doğal kaynaklar açısından da önemlilik arz etmektedir. Bunun için ülkemizde birçok mevzuat bulunmakla birlikte, Orman ve Su İşleri Bakanlığı koordinatörlüğünde hazırlanan “Ulusal Havza Yönetim Stratejisi (2014-2023)” vizyon planlaması da mevcuttur. 2023 hedefli strateji planlaması ile ülkemizde su havzalarının korunması ve havzaların sürdürülebilirliğini sağlamak adına ekolojik, ekonomik ve sosyal beklentileri karşılamak amaçlanmıştır. Bu tasarı ile çevre ve su yönetimi standartları ile ilişkili ülkenin kalkınma hedeflerini benimseyen önemli bir düzenleme esas alınmıştır. Ülkedeki havza ve alt havza tanımlanması ile vizyon tasarısı; geleceğe dönük, havzaların korunması yönünde çalışmaların yürütülmesiyle önemli ihtiyaçların giderilmesi yönünde aydınlatıcı nitelik taşımaktadır. Bu bağlamda havzaların çevresel anlamda korunması yönünde uygulamalar geliştirmek, çevresel açıdan risk oluşturan etkenlerin belirlenerek bir kavramsal model tasarısında bütünleştirilmesi ve gerektiğinde kullanıcının kolaylıkla erişebileceği bir coğrafi veri modelinin oluşturulması önemli bir ihtiyaçtır. Bu noktada coğrafi verinin kolayca oluşturulduğu ve uygulanabilirliğinin sağlandığı Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) önem kazanmaktadır. Bu çalışma ile havza yönetimi esasları dahilinde havzaların çevre kirliliği açısından korunmasına yönelik bir konumsal modelleme Trabzon ilinin önemli bir alt havzasında pilot çalışma şeklinde yürütülmüştür. Seçilen alt havzada çevresel kirlilik arz eden kirlilici etmenler tespit edilerek vadiyi etkileme dereceleri Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) kullanılarak analiz edilmiş, üretilen yüzey modeli ile tasarlanan CBS’de sunulmuştur. Böylece alt havza bünyesinde çevresel kirlilik arz eden önemli noktalar belirlenmiş ve kirlilik türlerine göre etki alanları konumsal olarak modellenmiştir.

## Anahtar Sözcükler:

alt havza, çevresel kirlilik, AHY, CBS, konumsal analiz.

## 1. Giriş

Havza yönetimi çalışmalarının temel vizyonu, havzada insan faaliyetlerinden kaynaklanan çevresel baskı unsurlarının, bu baskılar neticesinde ortaya çıkan etkilerin ortaya konması ve bu etkilerin ortadan kaldırılması için yapılması gerekenlerin bütüncül yaklaşım prensipleri çerçevesinde belirlenmesidir. Bu çerçeve kapsamında bir bütün olarak farklı sektörel sorunlara sahip havza bölgelerinin daha detaylı çalışılması ve benzer niteliklere sahip alanların gruplandırılarak yönetilmesi gerekliliği önem kazanmaktadır.

Ülkemizde havza yönetim çalışmaları, hidrolojik havzaların alt havzalara bölünmesi suretiyle gerçekleştirilmektedir. Su kaynaklarının mevcut su kalitesinin iyileştirilmesi ve korunması kapsamında AB Su Çerçeve Direktifi oluşturulmuş, ayrıca bu direktife bağlı olarak havza yönetimi yaklaşımı ile Havza Koruma Eylem Planları 2014 yılında hazırlanmaya başlanmış ve 2014-2023 yılı Ulusal Havza Yönetim Strateji (UHYS) vizyon hedefleri oluşturulmuştur (HKEPHK, 2014). Türkiye’de bu kapsam dahilinde 25 hidrolojik havza belirlenmiş, bu havzalara ve alt havzalarına yönelik olarak bütünsel havza yönetimi için Havza Koruma Eylem Planları hazırlanmıştır (HKEPHK, 2014). TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) tarafından getirilen yaklaşımda, müteferrik sulara sahip Doğu Karadeniz Havzası için “Doğu Karadeniz Havzası Koruma Eylem Planı” kapsamında daha önce belirlenmiş olan mikro havzalar, kendi aralarında yönetimsel amaçlı idari sınırlandırmayı göz önüne alarak birleştirilmiştir (HKEPHP, 2014).

Doğu Karadeniz Havza Koruma Eylem Planı’na göre, havza yönetimi kapsamında havzanın toplam alanı 4 alt havzaya ayrılmıştır. Bunlardan Trabzon Suları Alt Havzası içerisinde Trabzon, Gümüşhane, Bayburt, Giresun ve Rize illerine ait alanlar bulunmakta; ancak Trabzon ili haricinde diğer illerin alt havza kapsamına giren yerleşim yeri bulunmamaktadır. Bu alt havza içerisinde 1 il merkezi, 18’i ilçe, 56’sı belde olmak üzere 74 belediye ve bunlara bağlı köyler bulunmaktadır. Bu yerleşimlerden 29’unun nüfusu 2.000’in üzerindedir. Buna göre en büyük alan %87 ile Trabzon iline aittir (HKEPHP, 2014). Hazırlanan havza yönetimi yaklaşımı altındaki bu eylem planları ile havzalarda çevresel anlamda kirlilik unsuru teşkil eden kaynakların bir arada değerlendirilmesi ve etkilerinin izlenilmesi amaçlanmaktadır (HKEPHP, 2014). Bu havzaların planlar dahilinde korunmasına yönelik çalışmalar yürütmek önemli bir gereksinim niteliğindedir. Havzaların

\* Sorumlu Yazar: [Tel:+90 \(462\) 3773654](tel:+904623773654)

E-posta: [tugbamemisoglu@gmail.com](mailto:tugbamemisoglu@gmail.com) (T. Memişoğlu), [ecolak@ktu.edu.tr](mailto:ecolak@ktu.edu.tr) (H. E. Çolak)

çevresel açıdan korunmasına yönelik uygulamalar geliştirmek ve yapılması düşünülen bu Havza Eylem Planı uygulamaları ışığında, ülkemizde havzalar genelinde çevreyle ve doğal olarak çevre kirliliği ile ilgili verilerin toparlanması ve bir veritabanı içinde saklanması, en etkili ve ulaşılabilirliği en kolay olan yöntemlerden biridir. Bu şekilde çevre konusunda herhangi bir bilgiye ulaşabilmede, çevre ile ilgili güncel envanterlerin toplandığı bir coğrafi veritabanı sistemi kurulması ve bu veritabanı ile birlikte ilgili kirlilik analizlerinin yapılarak çevreyle ilgili risk alanlarının konumsal olarak tanımlanması mümkün olacaktır.

Gerçekleştirilen bu çalışmada Havza Koruma Eylem Planlarına bağlı olarak alt havzalarda gerçekleştirilmesi planlanan kirlilik yükü izleme çalışmalarına yön gösterecek altlık haritaların oluşturulması planlanmıştır. Bunun için kirlilik riski yüksek olabilecek alanların araziden herhangi bir çevresel kirlilik ölçümü gerçekleştirilmeden önce konumsal olarak tanımlanması hedeflenmiştir. Birden çok kirlilik türü ve etkeninin bütüncül olarak değerlendirilmesi ve konumla ilişkilendirilmesi için CBS tabanlı bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmada uygulama alanı olarak Trabzon Suları Alt Havzasında yer alan Akçaabat-Düzköy vadisi seçilmiştir. Bu vadi içerisinde kirlilik unsuru oluşturan endüstriyel, tarımsal ve evsel kirleticilerin kirlilik türüne göre etki alanlarının konumsal olarak tanımlanması hedeflenmiştir. Bu bağlamda kirleticilerin ve ürettikleri kirlilik türlerinin çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Yöntemi aracılığıyla birbirlerine göre önem düzeylerinin tespit edilmesi ve bu önem düzeylerine bağlı olarak kirlilik türlerine göre ayrı ayrı ve bütüncül çerçevede analiz edilerek çevresel kirlilik risk alanları konumsal olarak tanımlanmıştır. Böylece kirlilik yükü ölçüm türü ve nerelerde bu ölçümlerin yapılması gerektiği konusundaki araştırmalara yön gösteren bir çalışma oluşturulacaktır. Böylece kirlilik riski içerisinde olan alanların coğrafi anlamda ne düzeyde ve ne kadar olduğu analizler ile belirlenmiştir.

### **1.1. Çevresel problemlerin çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve CBS kullanımı**

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) çevresel verilerin konumsal bazlı olarak incelenmesine olanak tanınması yönünden önemli bir araç niteliğindedir. CBS; ekonomik, sosyal ve çevresel politikaların bütünleştirilmesine, verilerin ortak bir veritabanında toplanarak analiz edilebilmesine, doğal kaynakların durumunun ve sürdürülebilirliğinin izlenmesine yönelik çalışmaların yanı sıra çevre ve çevresel yöntemin kalitesinin artırılması gibi durumlarda gerekli değişiklikler için doğru kararlar almaya aracı olur (Yomralıoğlu, 2000). Konumsal analiz yeteneğinden dolayı diğer birçok sistemden farklı olan CBS pek çok alanda kullanılmaktadır. Özellikle son yıllarda çevresel bazlı uygulamalarda yoğun bir şekilde tercih edilmektedir. Kısacası çevre kirliliği ve etkilerinin konumsal bazda incelenebilmesi CBS ile sağlanabilmektedir. Çevre kirliliğine sebebiyet veren etkenlerin belirlenerek ve bir veritabanında toplanarak ilgili konumsal analizlerle ve sorgulamalarla birlikte etkin bir şekilde değerlendirilmesi mümkündür. Böylelikle çevresel kirliliğe sebebiyet veren etkenlerin neler olduğu ve hangi bölgelerde daha çok kirliliğe neden olduğu tespit edilebilmesi, risk oluşturacağı bölgelerin belirlenmesi ve analiz edilmesi sağlanabilmektedir.

Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri birden fazla ve aynı anda uygulanan kriterlerin içerisinde en iyi tercihin seçilmesine imkan sağlamaktadır. Çok kriterli karar verme karar süreci, kriterlere göre faktörleri modelleme ve analiz etme sürecine dayanmaktadır. Son yıllarda çok sayıda kriterin bütüncül olarak değerlendirildiği CBS tabanlı çalışmalarda ÇKKV yöntemleri sıklıkla kullanılmaktadır. Özellikle de çok karmaşık problemlerin çözümünde kullanılan ÇKKV yöntemlerinden en yaygın olarak bilinen ve kullanılan Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY), problemleri hiyerarşik yapıda ele alarak ve ikili karşılaştırma mantığına dayanarak problemlerin çözümüne olanak sağlamaktadır (Saaty,1980). Birçok çalışmada kullanıldığı gibi çevresel problemlerin çözümünde de AHY metodu CBS teknolojisiyle entegre olarak kullanılarak oldukça önemli avantajlar sağlamaktadır (Yıldırım,2009; Memisoglu, 2014; Colak ve Memisoglu, 2015). Çevresel kirliliğe sebebiyet veren faktörlerin etki ağırlıklarını belirlemeye olanak sağlayan AHY ile CBS teknolojisinin entegre bir şekilde kullanılarak analizlerin gerçekleştirilmesi bu alandaki pek çok çalışmaya ışık tutmaktadır. Dolayısıyla CBS teknolojisi ve ÇKKV yöntemleri çevresel kirleticiler faktörlerin etki alanlarının haritalandırılmasında önemli yere sahiptir.

\* Sorumlu Yazar: [Tel:+90 \(462\) 3773654](tel:+904623773654)

E-posta: [tugbamemisoglu@gmail.com](mailto:tugbamemisoglu@gmail.com) (T. Memişoğlu), [ecolak@ktu.edu.tr](mailto:ecolak@ktu.edu.tr) (H. E. Çolak)

## 2. Yöntem:

### 2.1. Analitik Hiyerarşi Yöntemi

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden birisi olan Analitik Hiyerarşi Yöntemi 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiştir. Birden çok karmaşık karar problemlerinde, problemleri hiyerarşik yapıda ele alan ve ikili karşılaştırma mantığına dayanan çok kriterli bir karar verme yöntemidir (Saaty, 1989). Bu metod kullanıcıya karar verme sürecinde, probleme ait faktörlerin ve alt faktörleri bir arada değerlendirmesine yardımcı olur (Saaty, 1980). AHY nitel ve nicel faktörleri birlikte değerlendirilmesine olanak tanıyan ayrıca bireylerin ve grupların fikirlerini dikkate alan bir bilimdir (Saaty, 1989). AHY’de öncelikle probleme ait faktör ve alt faktörler belirlenerek hiyerarşik yapı oluşturulur. AHY’nin ikinci aşamasında; ikili karşılaştırma yöntemiyle karşılaştırmalı karar verme ve tercih matrislerinin oluşturularak karşılaştırılan elemanlarda bulunan herhangi bir ortak özelliklerle ilgili tercih, önem ve benzerlik sırası ele alınır. İkili karşılaştırmalardan elde edilen yargılar AHY’de bir matrise dönüştürülür ve bu matrise ikili karşılaştırma matrisi denir (Eraslan ve Algün, 2005). Tüm ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra ağırlık vektörü hesaplanır. Ağırlık vektöründen her bir kriter ağırlığının kullanılabilirliği için tutarlılık oranı (TO) belirlenir. Saaty (1980) tarafından, TO için bir üst limit de belirlenmiştir. Eğer  $TO < 0.1$  olursa bu oran ikili karşılaştırmaların kabul edilebilir bir düzeyde olduğunu göstermektedir. Eğer  $TO \geq 0.1$  ise bu oranın değeri ikili karşılaştırmaların tutarsız olduğunu gösterir ki tüm işlemin en baştan tekrarlanması gerekir. Başka bir deyişle, ikili karşılaştırma matrisinin elemanları tekrar gözden geçirilmeli ve bu işlemlerden sonra yeni bir tutarlılık oranı hesaplanmalı ve uygulama yürütülmelidir (Erden ve Coşkun, 2011). Çevresel bağlamda gerçekleştirilen bu çalışmada vadiyi kirleten faktörlerin vadiyi kirletme ağırlıkları bu yöntem kullanılarak tespit edilmiş ve analizler gerçekleştirilmiştir.

## 3. Uygulama

### 3.1. Çalışma alanı:

Bu uygulama Türkiye’nin kuzey doğusundaki Doğu Karadeniz Bölgesinin en önemli şehirlerinden biri olan Trabzon ilinde gerçekleştirilmiştir. İl  $38^{\circ} 30' - 40^{\circ} 30'$  doğu meridyenleri ile  $40^{\circ} 30' - 41^{\circ} 30'$  kuzey paralelleri arasında yer almaktadır. Kuzeyinde Karadeniz, güneyinde Gümüşhane ile Bayburt, doğusunda Rize ve batısında Giresun İli yer almaktadır. Trabzon İli coğrafi yapısında doğu-batı yönünde doğrultusu olan ve ilin toplam alanının %78’ini oluşturan dağlık alanlar bulunmaktadır. Bu dağların arasında kuzeye doğru ilerleyen toplam 6 ana akarsu ve bu akarsuların oluşturduğu vadiler bulunmaktadır. Bu çalışma için Trabzon alt havzalarından Akçaabat-Düzköy vadisi seçilmiştir (Şekil 1). Trabzon İli’ne ait bu vadinin seçilmesinin nedeni, bu bölgede çevresel kirliliğe yönelik çalışmaların yetersiz düzeyde olması ve çevresel verilerin konumsal olarak bir arada toplanmaması olmasıdır.



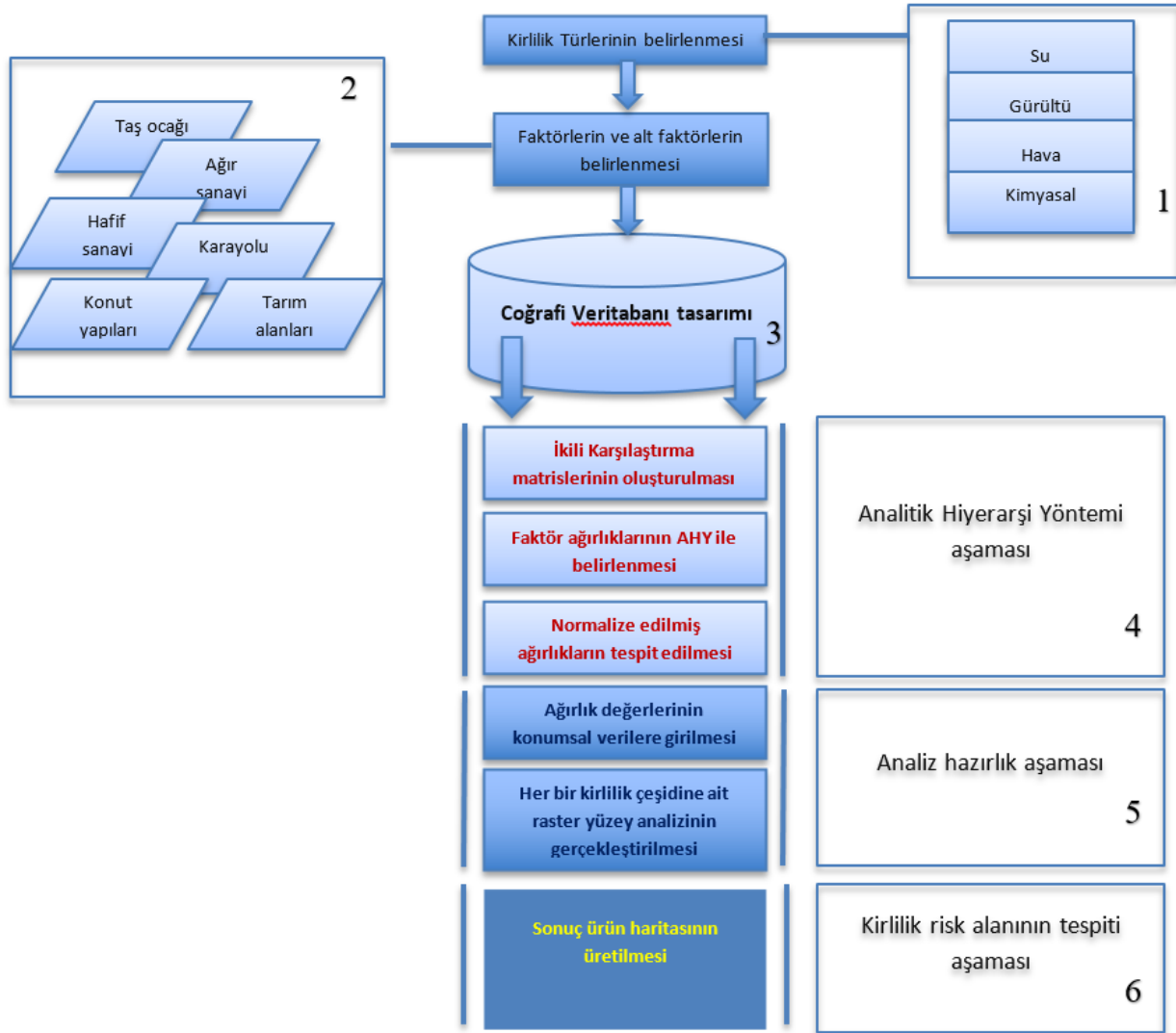
Şekil 1. Akçaabat-Düzköy vadisi

### 3.2. Verilerin temin edilmesi ve faktör ağırlıklarının oluşturulması

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (KTU-BAP-9780) kapsamında yürütülmüştür (Çolak, 2014). Çalışmanın pilot bölgesi olarak Trabzon ili alt havzasındaki Akçaabat-Düzköy vadisi seçilmiştir. Çalışmada yapılması düşünülen uygulamaların iş akış şeması Şekil 2’de gösterilmiştir.

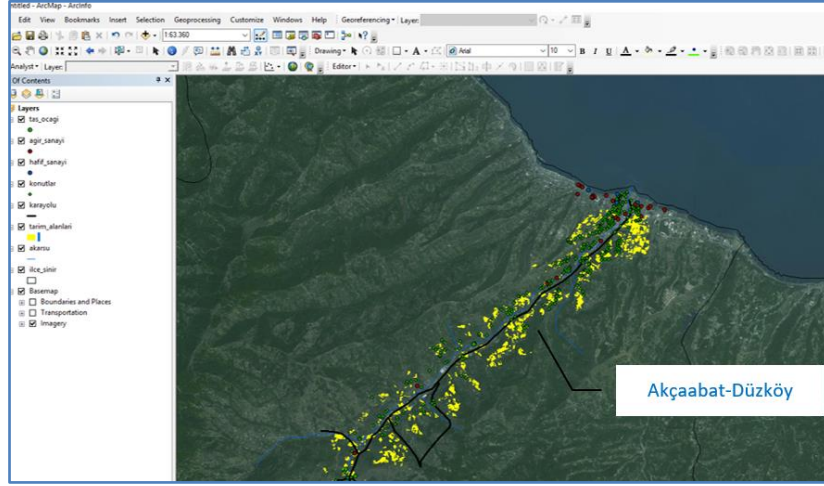
\* Sorumlu Yazar: [Tel:+90 \(462\) 3773654](tel:+904623773654)

E-posta: [tugbamemisoglu@gmail.com](mailto:tugbamemisoglu@gmail.com) (T. Memişoğlu), [ecolak@ktu.edu.tr](mailto:ecolak@ktu.edu.tr) (H. E. Çolak)



Şekil 2. Çalışmanın iş akış şeması

Çalışmada öncelikle pilot bölge olarak seçilen vadiye çevre kirliliği teması altında kirlilik çeşitleri belirlenmiştir. Bunlar hava, gürültü, su ve kimyasal/toprak kirliliğidir. Çevre kirlilik çeşitlerinin belirlenmesinin ardından her bir kirlilik çeşidini etkileyecek kirlilik faktörleri tespit edilmiştir. Uygulamada kullanılan veriler iki şekilde elde edilmiştir. Endüstriyel tesisler (ağır sanayi-hafif sanayi), taş ocakları gibi tesislerin konumsal bilgileri arazide yapılan konumsal ölçümler ile temin edilmiştir. Arazide ölçüm yapılamamış olan konut yapıları ile tarım alanlarına ait veriler ise ArcGIS 10.1 programı kullanılarak vadi güzergâhlarından alınmış uydu görüntüleri üzerinden sayısallaştırma yapılarak temin edilmiştir. Uygulamada kullanılan yol verisi ise GISLAB Ar-Ge bünyesinden temin edilmiştir. Bölgeye ait elde edilen veriler tek bir sistemde bütünleştirilerek tasarlanan konumsal veritabanına eklenmiştir (Şekil 3).

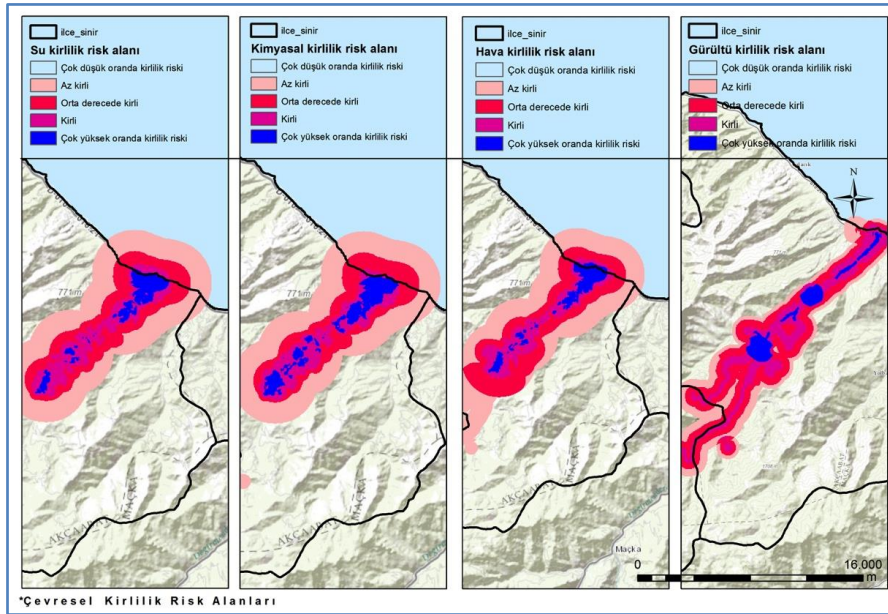


Şekil 3. Çalışma bölgesi için kullanılan konumsal veriler

Çevresel kirlilik etkisinin belirlenmesinde uzman kişilere anket düzenlenerek kirlletici faktörler ve bu faktörlerin çevresel kirlilik çeşitlerine göre vadiyi kirlletme dereceleri puanlandırılmıştır. Akabinde faktörlerin ağırlıklarının tespit edilmesi noktasında puanlar değerlendirilmiş ve AHY kullanılmıştır. Öncelikle her bir kirlilik türü için ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Bu matrislerin oluşturulmasında ankettan gelen puan değerleri kullanılmıştır. İkili karşılaştırma matrisleri ile faktörlerin birbirlerine olan önem dereceleri belirlenmiş ve her bir faktör için ağırlıklar tespit edilmiştir. Tutarlılık oranlarına göre geçerliliği kabul edilen ağırlıklar analiz için hazır hale getirilmiştir.

### 3.3. Risk alanlarının tespiti

Her bir kirlilik türü risk alanlarının tanımlanması için tespit edilen ağırlıklar veritabanında bütünleştirilmiş konumsal verilere entegre edilmiştir. Raster tabanlı yüzey analizi her bir kirlilik çeşidi için tek tek gerçekleştirilmiş ve kirlilik yüzey haritaları üretilmiştir. Kirlilik yüzey haritalarının kirlletme dereceleri belirlenerek etki sınıflaması yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında su, kimyasal, hava ve gürültü kirlilik çeşitleri için değerlendirme gerçekleştirilmiş ve Şekil 4'teki gibi yüzey modeli oluşturulmuştur.



Şekil 4. Çevresel kirlilik çeşitlerine göre risk alanları



## Kaynaklar

- Colak, H. E., (2014). *Trabzon İli Havzalarındaki Çevre Kirleticilerinin CBS ile Haritalandırılması ve Çevresel Etkilerinin Konumsal Analizleri*, KTÜ. Bilimsel Araştırma Projesi, Proje No: 9780.
- Colak, H. E., Memisoglu,T., (2015). *A gis-based modelling of environmental pollutants using AHP-multicriteria Decision analysis in the Degirmendere valley of Trabzon Province, Turkey*, Fresenius Environmental Bulletin, Volume 24 – No 4a.
- Eraslan, Ergün ve Algün, (2005). *İdeal Performans Değerlendirme Formu Tasarımında Analitik Hiyerarşi Yöntemi Yaklaşımı*, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi,20, 1, 95-106.
- Erden, T. ve Coşkun, M., Z., (2011). *Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi Yardımlarıyla İtfaiye İstasyon Yer Seçimi*, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Nisan, Ankara.
- HKEPHP, (2014). *Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi, Doğu Karadeniz Havzası 5118601*, Proje Taslak Raporu, TÜBİTAK MAM, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, Gebze Kocaeli, Temmuz 2013
- Memisoglu, (2014). *Akarsu vadileri boyunca çevresel kirleticilerin coğrafi bilgi sistemleri ile analizi: Trabzon ili örneği*, Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Saaty T. L.,(1980). *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill. New York.
- Saaty, T. L.,(1989). *Hierarchical-Multiobjective Systems*, Control-Theory and Advanced Technology, 5, 4, 485-489.
- Yıldırım, V., (2009). *Doğalgaz İletim Hatlarının Belirlenmesi İçin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Raster Tabanlı Dinamik Bir Modeli Geliştirilmesi*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yomralıoğlu, T., (2000). *Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar*, Seçil Ofset, İstanbul.

---

\* Sorumlu Yazar: [Tel:+90 \(462\) 3773654](tel:+904623773654)

E-posta: [tugbamemisoglu@gmail.com](mailto:tugbamemisoglu@gmail.com) (T. Memişoğlu), [ecolak@ktu.edu.tr](mailto:ecolak@ktu.edu.tr) (H. E. Çolak)