

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**AKARSU VADİLERİ BOYUNCA ÇEVRESEL KİRLETİCİLERİN COĞRAFİ  
BİLGİ SİSTEMLERİ İLE ANALİZİ: TRABZON İLİ ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Harita Müh. Tuğba MEMİŞOĞLU**

**ARALIK - 2014**

**TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**AKARSU VADİLERİ BOYUNCA ÇEVRESEL KİRLETİCİLERİN COĞRAFI  
BİLGİ SİSTEMLERİ İLE ANALİZİ: TRABZON İLİ ÖRNEĞİ**

**Harita Müh. Tuğba MEMİŞOĞLU**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
"HARİTA YÜKSEK MÜHENDİSİ"  
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 01.12.2014  
Tezin Savunma Tarihi : 19.12.2014**

**Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. H. Ebru ÇOLAK**

**Trabzon 2014**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**Harita Mühendisliği Anabilim Dalında**  
**Tuğba MEMİŞOĞLU tarafından hazırlanan**

**AKARSU VADİLERİ BOYUNCA ÇEVRESEL KİRLETİCİLERİN COĞRAFİ  
BİLGİ SİSTEMLERİ İLE ANALİZİ: TRABZON İLİ ÖRNEĞİ**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 02 / 12 / 2014 gün ve 1579 sayılı  
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**olarak kabul edilmiştir.**

**Jüri Üyeleri**

**Başkan : Prof. Dr. Lokman ALTUN** .....

**Üye : Doç. Dr. Recep NİŞANCI** .....

**Üye : Yrd. Doç. Dr. H. Ebru ÇOLAK** .....

**Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ**  
**Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

Yüksek Lisans tez çalışmam boyunca bana değerli vakitlerini ayıran, benimle görüş ve bilgilerini paylaşan saygıdeğer danışman hocam Yrd. Doç. Dr. H. Ebru ÇOLAK başta olmak üzere, sayın Doç. Dr. Volkan YILDIRIM, sayın Doç. Dr. Bayram UZUN, sayın Doç. Dr. Recep NİŞANCI, sayın Doç. Dr. Osman DEMİR hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca yüksek lisans çalışmam süresince benden destek ve yardımlarını esirgemeyen değerli KTÜ Harita Mühendisliği Bölümü GISLab mesai arkadaşlarım olan, Arş Gör. Selçuk ERBAŞ, Arş. Gör. Ziya USTA, Arş. Gör. Şevket BEDİROĞLU, Arş. Gör. Ekrem SARALIOĞLU ve Arş. Gör. Merve Özlem MURAT' a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her anında yanımda olan, bugünlere gelmemde kendilerine nasıl teşekkür edeceğimi bilemediğim, bana hayatımın her anında yanımda olduklarını hissettiren ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme şükranlarımı sunarım.

Trabzon İli Havzalarındaki Çevre Kirleticilerinin CBS ile Haritalandırılması ve Çevresel Etkilerinin Konumsal Analizleri kapsamına yönelik hazırlanan bu yüksek lisans tezi Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi(BAP) fonu 9780 nolu projeye yönelik düzenlenmeye çalışılmıştır.

Tuğba MEMİŞOĞLU  
Trabzon 2014

## TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Akarsu Vadileri Boyunca Çevresel Kirleticilerin Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Analizi: Trabzon İli Örneği” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Yrd. Doç. Dr. H. Ebru Çolak ‘ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 01/12/2014

Tuğba MEMİŞOĞLU

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ .....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	IX
SUMMARY .....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
KISALTMALAR DİZİNİ .....	XIV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.1.1. Problemin Tanımı.....	6
1.1.2. Çalışmanın Amacı .....	8
1.1.3. Metodoloji .....	10
1.2. Temel Kavram ve Kavramlar .....	11
1.2.1. Çevre Kirliliği.....	11
1.2.2. Çevre Kirliliği Çeşitleri .....	13
1.2.2.1. Su Kirliliği.....	13
1.2.2.2. Hava Kirliliği.....	14
1.2.2.3. Gürültü Kirliliği.....	15
1.2.2.4. Görüntü Kirliliği.....	16
1.2.2.5. Kimyasal/Toprak Kirliliği .....	17
1.3. Çevresel Problemlerin Çözümünde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)'nin Kullanımı.....	18
1.4. Çok Kriterli Karar Verme Metotları.....	21
1.4.1. Topsis Yöntemi(İdeal Nokta).....	21
1.4.2. Basit Ağırlıklı Toplam (BAT) Yöntemi .....	23
1.4.3. Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY).....	24
1.5. Türkiye’de Çevre Kirliliği Alanında Yapılan Çalışmalar .....	28
1.6. Dünya’da Çevre Kirliliği Alanında Yapılan Çalışmalar .....	34

2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	39
2.1.	Uygulama Alanının Seçimi .....	39
2.2.	Coğrafi Veritabanı Tasarımı.....	40
2.3.	Kullanılacak Altlık Verilerin Temini .....	43
2.3.1.	Uygulamada Kullanılan Veriler .....	43
2.4.	Vadilerde Çevre Kirliliğine Etki Eden Faktörler .....	44
2.4.1.	Karayolu .....	45
2.4.2.	Hafif-Ağır Sanayi.....	46
2.4.3.	Taş Ocağı.....	46
2.4.4.	Balık Çiftlikleri.....	47
2.4.5.	Hidroelektrik Santralleri.....	47
2.4.6.	Konut Yapıları .....	48
2.4.7.	Tarım Alanları .....	49
2.5.	Çevre Kirleticisi Faktörlerin Ağırlıklarının Belirlenmesi ile İlgili Anket Çalışması .....	49
2.6.	AHY ile Faktör Ağırlıklarının Tespit Edilmesi.....	52
2.6.1.	AHY ile Kriterler Arasında Önceliklerin Belirlenmesi.....	55
2.6.2.	AHY ile İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması ve Faktör Ağırlıklarının Belirlenmesi.....	55
2.6.3.	Alt Faktör Ağırlıklarının Akarsu Vadileri Üzerinde Etki Alanlarının Tespit Edilmesi.....	58
2.6.4.	Raster Veri Katmanlarının Oluşturulması.....	59
2.6.5.	Raster Veri Katmanları ile Çevresel Kirlilik Risk Haritalarının Oluşturulması .....	59
3.	BULGULAR VE İRDELEMELER .....	61
3.1.	Değirmendere Vadisi Kirlilik Risk Haritalarının Üretimi.....	63
3.1.1.	Değirmendere Vadisi Gürültü Kirlilik Risk Haritası .....	63
3.1.2.	Değirmendere Vadisi Su Risk Haritası .....	66
3.1.3.	Değirmendere Vadisi Kimyasal/Toprak Kirlilik Risk Haritası.....	66
3.1.4.	Değirmendere Vadisi Hava Kirlilik Risk Haritası .....	69
3.1.5.	Değirmendere Vadisi Görüntü Kirlilik Risk Haritası.....	69
3.1.6.	Değirmendere Vadisi Çevresel Kirlilik Risk Haritası.....	72
3.2.	Yomra Vadisi Kirlilik Risk Haritalarının Üretimi .....	74
3.2.1.	Yomra Vadisi Gürültü Kirlilik Risk Haritası .....	74

3.2.2.	Yomra Vadisi Su Kirlilik Risk Haritası .....	76
3.2.3.	Yomra Vadisi Kimyasal/Toprak Kirlilik Risk Haritası.....	76
3.2.4.	Yomra Vadisi Hava Kirlilik Risk Haritası .....	76
3.2.5.	Yomra Vadisi Görüntü Kirlilik Risk Haritası .....	76
3.2.6.	Yomra Vadisi Çevresel Kirlilik Risk Haritası.....	81
3.3.	Akçaabat/Düzköy Vadisi Kirlilik Risk Haritalarının Üretimi.....	83
3.3.1.	Akçaabat/Düzköy Vadisi Gürültü Kirlilik Risk Haritası .....	83
3.3.2.	Akçaabat/Düzköy Vadisi Su Kirlilik Risk Haritası.....	83
3.3.3.	Akçaabat/Düzköy Vadisi Kimyasal/Toprak Kirlilik Risk Haritası.....	83
3.3.4.	Akçaabat/Düzköy Vadisi Hava Kirlilik Risk Haritası .....	83
3.3.5.	Akçaabat/Düzköy Vadisi Görüntü Kirlilik Risk Haritası.....	83
3.3.6.	Akçaabat/Düzköy Vadisi Çevresel Kirlilik Risk Haritası.....	89
3.4.	Of/Solaklı Vadisi Çevresel Kirlilik Risk Haritalarının Üretimi .....	91
3.4.1.	Of/Solaklı Vadisi Gürültü Kirlilik Risk Haritası.....	91
3.4.2.	Of/Solaklı Vadisi Su Kirlilik Risk Haritası.....	91
3.4.3.	Of/Solaklı Vadisi Kimyasal/Toprak Kirlilik Risk Haritası .....	91
3.4.4.	Of/Solaklı Vadisi Hava Kirlilik Risk Haritası.....	95
3.4.5.	Of/Solaklı Vadisi Görüntü Kirlilik Risk Haritası.....	95
3.4.6.	Of/Solaklı Vadisi Çevresel Kirlilik Risk Haritası .....	95
3.5.	Vadilerde Çevresel Kirlilik Risk Haritalarının Bütüncül Olarak Üretilmesi .....	99
4.	SONUÇ VE ÖNERİLER .....	103
5.	KAYNAKLAR.....	108
6.	EKLER .....	116

## ÖZGEÇMİŞ



Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

AKARSU VADİLERİ BOYUNCA ÇEVRESEL KİRLİTİCİLERİN COĞRAFI BİLGİ  
SİSTEMLERİ İLE ANALİZİ: TRABZON İLİ ÖRNEĞİ

Tuğba MEMİŞOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Yrd. Doç. Dr. H. Ebru ÇOLAK  
2014, 115 Sayfa, 29 Sayfa Ek

Çevre sorunları günümüzün en önemli toplumsal problemlerinden birisi niteliğindedir. Sanayileşme, nüfus ve bazı işletmelerin hızlı bir oranda artmasından kaynaklı doğal çevre, günden güne kirlilik riski altına girmektedir. Özellikle de endüstrinin, tarım alanlarının, yerleşim alanlarının ve işletmelerin yoğun halde bulunduğu akarsu vadileri boyunca kirlilik riski daha fazla ve yoğun halde bulunmaktadır. Dolayısıyla akarsu yatakları boyunca kirlilik yükü daha fazla olmaktadır. Oluşan bu noktasal kaynaklı kirlilik yükleri, akarsu boyunca birikimli olarak kirliliği, akarsuyun kavuştuğu deniz ya da göl gibi su kaynaklarına kadar taşımaktadır. Bu da doğal çevre olarak bilinen ekosistem içerisinde çevresel kirliliğin yayılımına neden olmaktadır. Çevresel kirliliğin yayılmasıyla birlikte vadiler, gözle görülür derecede kirlilik riski altında kalmaktadır. Bu nedenle kirlilik riski altındaki alanların tespit edilmesi gerekmektedir. Kirlilik riski altında olan bölgelere yönelik uygulamalarda Coğrafi bilgi sistemleri(CBS) en etkili kullanılan yöntemlerden birisidir. Bu çalışmada, CBS kullanılarak, Trabzon il sınırları içinde kalan belirlenen Değirmendere, Yomra, Of/Solaklı ve Akçaabat/Düzköy vadilerinde, yoğun çevresel kirlilik riski altında olan alanların belirlenmesi tasarımı yapılacaktır. Öncelikle bu dört vadiye çevresel kirliliğe neden olan kirletici etmenler belirlenecektir. Çevresel kirletici etmenlerin vadiyi etkileme ağırlıkları anket ile tespit edilecektir. Anket sonucu elde edilen ağırlıklar Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile analiz edilecektir. Elde edilen ağırlık değerleriyle birlikte CBS teknikleri kullanılarak vadilere ait kirlilik riski olan bölgeler tespit edilecek ve haritalarla birlikte sunulacaktır. Üretilen yoğunluk haritaları Havza Koruma Eylem Planlarına altlık teşkil edecek nitelik taşıyabilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Çevre, Kirlilik, Çevresel Kirlilik, Çevresel Kirlilik Konumsal Risk Haritalama, GIS, Analitik Hiyerarşi Yöntemi(AHY).

Master Thesis

SUMMARY

ENVIRONMENTAL POLLUTANTS ANALYSIS ALONG THE RIVER VALLEY WITH  
GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS: CASE STUDY OF TRABZON PROVINCE,  
TURKEY

Tugba MEMISOGLU

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Geomatics Engineering Graduate Program  
Supervisor: Asst. Assoc. Dr. H. Ebru ÇOLAK  
2014, 115 Pages, 29 Pages Appendix

Environmental problems are one of the most important social problems today. Natural environment is susceptible to contamination from day to day resulting from industrialization, and a rapid rate of increases in population and some enterprises. Especially, the risk of pollution are more intensively located in the industry, agricultural areas, residential areas and enterprises along river valleys. Therefore, the pollution load along the river bed is greater. This point source pollution loads carry pollution as a cumulative up to river such as sea or lake. This situation is caused the extent of environmental pollution in the ecosystem which is known as the natural environment. With the spread of environmental pollution valleys visibly remain at risk of pollution. At this point, pollution of the risk areas must be determined. The most effective tool is Geographic Information Systems (GIS) in order to determine pollution risk areas. In this study, identifying environmental pollution risk areas design will be made in determined valleys: Degirmendere, Yomra, Of/Solakli and Akcaabat/Düzköy in the province of Trabzon using Geographic Information Systems. First of all, in these 4 valleys, pollutants that cause environmental pollution factors are to be determined. Points weights affecting environmental pollutants factors in the valley will be identified with the survey form. The weights will be determined by Analytic Hierarchy Process using survey results. With obtained weight value, it will be identified at risk of pollution in the valleys using GIS technique and results will be presented along with the maps. The resulting maps also represent significant contributions to the establishment of environmental information systems for the Watershed Protection Action Plan.

**Key Words:** Environment, Pollution, Environmental Pollution, Environmental Spatial Pollution Mapping, GIS, Analytical Hierarchi Process.

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 1. İdeal ve eksi/ideal çözümlere olan uzaklıkların iki boyutlu uzaklıkla gösterimi .....	22
Şekil 2. AHY hiyerarşik modeli .....	24
Şekil 3. Doğu Karadeniz havzası alt havzalar haritası .....	33
Şekil 4. Çalışma alanı .....	40
Şekil 5. Coğrafi veritabanı tasarımı .....	42
Şekil 6. Uygulamada kullanılan konumsal veriler .....	44
Şekil 7. AHY hiyerarşi gösterimi .....	54
Şekil 8. Değirmendere vadisi gürültü kirlilik risk haritası .....	65
Şekil 9. Değirmendere vadisi su kirlilik risk haritası .....	67
Şekil 10. Değirmendere vadisi kimyasal/toprak kirlilik risk haritası .....	68
Şekil 11. Değirmendere vadisi hava kirlilik risk haritası .....	70
Şekil 12. Değirmendere vadisi görüntü kirlilik risk haritası .....	71
Şekil 13. Değirmendere vadisi çevresel kirlilik risk haritası .....	73
Şekil 14. Yomra vadisi gürültü kirlilik risk haritası .....	75
Şekil 15. Yomra vadisi su kirlilik risk haritası .....	77
Şekil 16. Yomra vadisi kimyasal/toprak kirlilik risk haritası .....	78
Şekil 17. Yomra vadisi hava kirliliği risk haritası .....	79
Şekil 18. Yomra vadisi görüntü kirlilik risk haritası .....	80
Şekil 19. Yomra vadisi çevresel kirlilik risk haritası .....	82
Şekil 20. Akçaabat vadisi gürültü kirlilik risk haritası .....	84
Şekil 21. Akçaabat vadisi su kirlilik risk haritası .....	85
Şekil 22. Akçaabat vadisi kimyasal/toprak kirlilik risk haritası .....	86
Şekil 23. Akçaabat/Düzköy vadisi hava kirlilik risk haritası .....	87
Şekil 24. Akçaabat/Düzköy vadisi görüntü kirlilik risk haritası .....	88
Şekil 25. Akçaabat/Düzköy vadisi çevresel kirlilik risk haritası .....	90
Şekil 26. Of/Solaklı vadisi gürültü kirlilik risk haritası .....	92
Şekil 27. Of/Solaklı vadisi su kirlilik risk haritası .....	93
Şekil 28. Of/Solaklı vadisi kimyasal/toprak kirlilik risk haritası .....	94

Şekil 29. Of/Solaklı vadisi hava kirlilik risk haritası .....	96
Şekil 30. Of/Solaklı vadisi görüntü kirlilik risk haritası .....	97
Şekil 31. Of/Solaklı vadisi çevresel kirlilik risk haritası.....	98
Şekil 32. Yomra bütüncül kirlilik risk haritası.....	99
Şekil 33. Of/Solaklı vadisi bütüncül kirlilik risk haritası.....	100
Şekil 34. Değirmendere vadisi bütüncül kirlilik risk haritası .....	101
Şekil 35. Akçaabat/Düzköy vadisi bütüncül kirlilik risk haritası .....	102

## TABLolar DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Tablo 1. AHY ikili karşılaştırma ölçeği .....	25
Tablo 2. Rastgele indeks değerleri .....	27
Tablo 3. Çevre Kirliliği ile ilgili dünyada yapılan çalışmalar .....	36
Tablo 4. Trabzon ili vadilerinde çevre kirliliği etmenleri ve kirleticisi faktörleri .....	51
Tablo 5. AHY için ikili karşılaştırma ölçeği .....	53
Tablo 6. Su kirliliği ikili karşılaştırma matrisi ve faktör ağırlıkları .....	56
Tablo 7. Gürültü kirliliği ikili karşılaştırma matrisi ve faktör ağırlıkları .....	56
Tablo 8. Kimyasal /toprak kirliliği ikili karşılaştırma matrisi ve faktör ağırlıkları.....	56
Tablo 9. Hava kirliliği ikili karşılaştırma matrisi ve faktör ağırlıkları .....	57
Tablo 10. Görüntü kirliliği ikili karşılaştırma matrisi ve faktör ağırlıkları .....	57

## KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
AÇA	: Türkiye'nin Avrupa Çevre Ajansı (AÇA)
AHY	: Analitik Hiyerarşi Yöntemi
AGİT	: Avrupa Güvenlik ve İşbirliği Teşkilatı
AT	: Avrupa Konseyi, Avrupa Topluluğu
BAT	: Basit Ağırlıklı Toplam
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CR	: Consistency Ratio
ÇYGM	: Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğu
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
dB	: Desibel
DEVEÇED	: Trabzon-Değirmendere Vadisi Çevre Düzenleme Projesi
EPA	: Environmental Protection Agency
GATT	: IMF ve Dünya Bankası, Gümrükler ve Tarifeler Genel Anlaşması
HKEP	: Havza Koruma Eylem Planları
KBS	: Konumsal Bilgi Sistemi
MAM	: Marmara Araştırma Merkezi
MCDA	: Çok kriterli karar analizi
OECD	: İktisadi İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı
Rİ	: Rastgele İndeks
SÇD	: Su Çerçeve Direktifi
TOPSİS	: İdeal Nokta Yöntemi
UHYS	: Ulusal Havza Yönetim Stratejisi
TK	: Tutarlılık Katsayısı
TO	: Tutarlılık Oranı
TUCBS	: Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Veri Altyapısı
UNEP	: BM Çevre Programı

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Çevre sorunları günümüzün en önemli toplumsal problemlerinden birisidir. Genellikle yerleşimlerin yoğun olduğu bölgelerde çok sık görülmesi çevre sorunlarının niteliğini her geçen gün daha da arttırmaktadır.

Çevre sorunları ve bunun varlığını en iyi yansıtan çevre kirliliği tüm dünyayı ilgilendiren bir sorun olarak 1970'li yıllarda ilk olarak vurgulanmaya başlanmıştır. Bu yıllardan başlayarak tüm dünyada çevre bilinci oluşmaya başlamış, 1980'li yıllarda ise çevre sorunlarının insan ve diğer canlılar üzerinde ne denli olumsuz etki yarattığı kanıtlarla birlikte ortaya konulmuştur. Bu süreçte önceleri sanayi bölgelerinde su, hava ve toprak kirliliğiyle sınırlı olduğu sanılan çevre sorunlarının ozon tabakasının incelmelerinden, biyolojik çeşitliliğin yok olmasına, küresel ısınmaya, deniz ve okyanusların kirlenmesine, erozyon ve doğal kaynakların tükenmesine kadar uzandığı görülmüştür (Özdemir, 2001).

2006 yılında değişikliğe uğrayan Çevre Kanun'unda, çevre canlıların yaşamları boyunca ilişkilerini sürdürdükleri ve karşılıklı olarak etkileşim içinde buldukları biyolojik, fiziksel, sosyal, ekonomik ve kültürel ortamı olarak tanımlanmaktadır (Çevre Kanunu (Kanun No:2572), 1983). Hava, su, toprak çevrenin fiziksel unsurlarını oluştururken üreticiler(bitkiler), tüketiciler(hayvanlar), ayrıştırıcılar(bakteri ve mantarlar) ise biyolojik unsurlarını oluşturmaktadır. Bu bağlamda yaşadığımız çevre; soluduğumuz havadan içtiğimiz suya, ektiğimiz topraktan yüzdüğümüz denize, oturduğumuz evimizden bindiğimiz arabamıza ve çalıştığımız işyerine, oksijen fabrikalarımız ormanlardan içinde barındırdığı canlılara kadar geniş bir çerçevede düşünülmektedir (Büyükgüngör, 2006). Kısaca çevre; bir organizmanın yaşamını ve gelişmesini etkileyen dış güçlerin tümü olarak ifade edilmektedir (Dirican, 1990).

Çevre kirliliği ise, insanların her türlü etkinlikleri sonucunda, havada, suda ve toprakta meydana gelen olumsuz gelişmelerle ekolojik dengenin bozulması ve aynı etkinliklere bağlı olarak ortaya çıkan koku, gürültü ve atıkların çevrede meydana getirdiği arzu edilmeyen sonuçlar olarak tanımlanmıştır (Çevre Kanunu (Kanun No:2572), 1983).

Yüzyıllar boyunca insan yaşamının sürekliliğinde ve ülkelerin kalkınmasında önemli bir yere sahip olan doğal kaynakların tahrip edildiği ya da yok edildiği bilinmektedir.

Dünya nüfusunun hızlı bir şekilde artması ve sanayideki gelişmeler ile birlikte yoğun bir kentleşme söz konusu olmuş ve bundan dolayı doğal kaynaklar hızlıca zarar görmeye başlamıştır (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Hızla artan nüfus, şehirleşme ve ekonomik faaliyetler, çevre ve doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı giderek arttırmaktadır. Bu gelişmenin getirisi olarak, özellikle çevre kirliliği ve sonrasında iklim değişikliği, çölleşme, ormansızlaşma, su kıtlığı ve küresel ısınmayla ilgili sorunlar dünya gündemindeki yerini korumaktadır (KB, 2014; Reis vd., 2009). İşte bu noktada, ortaya çıkan sorunları anlama, tanımlama, önlem alma ve çözüm bulma çalışmaları büyük önem kazanmaktadır.

Çevresel kirleticiler genel anlamda endüstriyel, evsel, tarımsal nitelikli ve özel işletmelerden meydana gelen atıklardan dolayı olmaktadır. Tarımın ve endüstriyel tesislerin insan yaşamını devam ettirme hususunda önemli bir rol oynaması, ülkemizde bu alanların büyük öneme sahip olmasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla bu alanlarda çalışma durumlarından kaynaklı tarım alanlarında zirai, endüstriyel tesislerde ise kimyasal atıklar mevcut olmakla birlikte doğal çevreyi olumsuz etki edecek atıklar meydana gelmektedir. Benzer şekilde evsel kullanımlar sonucu ve bazı özel kuruluşlardan kaynaklı kirlilik de meydana gelmekte, yaşanan çevre kirlenmektedir. Çevresel kirlilik çeşitleri hava, su, kimyasal, gürültü ve görüntü kirliliği olmak üzere beş sınıfta toplanmaktadır. Ancak bu çevresel kirliliğe sebep olan çevre kirleticilerin etki yeryüzü oranı farklılık göstermektedir. Çevresel kirliliğe sebep olan kirleticilerin bir arada görüldüğü alanlar kirliliğin en yoğun olduğu alanlar olduğu bilinmektedir. Özellikle yaşanan çevrede kirlenici faktörlerin bir bütün halinde toplandığı akarsu vadilerinde kirlilik oranı daha da artmaktadır. Kısacası meydana gelen kirlilik oranları ve etki alanları, akarsu boyunca fazla olmakta ve çizgisel nitelikteki bu kirlilik, denizlere veya göllere ulaşmaktadır. Bundan akarsu vadisi doğal çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir.

Türk hukuk mevzuatında, uluslararası düzenlemelerde ve kalkınma planlarında çevresel kirliliğin sınırlandırılması ve düzenlenmesi hususunda bazı çalışmalar bulunmaktadır. 10. Kalkınma Planı'nda Türkiye için sürdürülebilir şehir yaklaşımı vurgulanmış ve şehirlerde atık, emisyon azaltma, enerji, su ve kaynak verimliliği, geri kazanım, gürültü ve görüntü kirliliğinin önlenmesi, çevre dostu malzeme kullanımı gibi uygulamalarla çevre duyarlılığı ve yaşam kalitesinin artırılması hedeflenmiştir (KB, 2014). Bu anlamda çevre kirliliğine yönelik önleyici politikalar geliştirilmesi ve risk teşkil eden alanların belirlenmesi gerekmektedir.



Avrupa Birliği (AB) Su ereve Direktifi (SD), 22 Aralık 2000 tarihinde yrrle girmiştir. SD ile tüm suların korunması ile ilgili bir ereve oluşturulmaktadır. AB lkeleri ve aday ülkeleri için, ulusal sınırları içinde kalan akarsu havzalarının belirlenmesi, bu bölgelerdeki baskılar, etkiler, su kullanım ekonomisi, bölgedeki koruma alanlarının özelliklerinin belirlenmesi, Akarsu Havza Bölgeleri için Havza Yönetim Planlarının hazırlanması gibi görevler tanımlanmıştır. Türkiye’de AB SD dikkate alınarak, Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından Ulusal Havza Yönetim Stratejisi (UHYS) tanımlanmış ve UHYS ile AB evre ve su yönetim standartlarıyla tutarlı ve Türkiye’nin sürdürülebilir yaşamını, öncelikle kalkınma gündemini destekleyen doğal kaynak yönetim politikaları ve stratejilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. UHYS ile öncelikle havza bölgelerinin tanımlanması ve bu bölgelerin karakteristik özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda TC. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Türkiye için 25 Bölge Havzası tanımlanmıştır. Bu bölge havzalarının Havza Koruma Eylem Planlarının hazırlanması çalışmaları ise TÜBİTAK tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmaya konu olan Trabzon İli’ni kapsayan Doğu Karadeniz Havzası Koruma Eylem Planı ise henüz taslak rapor şeklinde tamamlanmış olup kullanıcılara sunulmuştur (SYGM, 2014).

Türkiye’de su kaynaklarının mevcut su kalitesinin iyileştirilmesi ve korunması kapsamında AB Su ereve Direktifi ile havza yönetimi yaklaşımı ile Havza Koruma Eylem Planları hazırlanmaya başlanmıştır (HKEPHK, 2013). Türkiye’de 25 hidrolojik havza belirlenmiş ve bu havzalara ve alt havzalarına yönelik olarak bütünleşik havza yönetimi için Havza Koruma Eylem Planları hazırlanmıştır (HKEPHK, 2013).

Havza yönetimi çalışmalarındaki temel prensip, havzadaki antropojenik faaliyetlerden 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 sebeple, bir bütün olarak farklı sektörel sorunlara sahip havza bölgelerinin daha detaylı çalışılması, benzer niteliklere sahip alanların gruplandırılarak yönetilmesi gerekmektedir. Bu amaçla havza yönetim çalışmaları, hidrolojik havzaların alt havzalara bölünmesi suretiyle gerçekleştirilmektedir. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) tarafından getirilen yaklaşımda, müteferrik sulara sahip Doğu Karadeniz Havzası için daha önce belirlenmiş olan mikro havzalar, kendi aralarında yönetimsel amaçlı idari sınırlandırmayı göz önüne alarak birleştirilmiştir (HKEPHP, 2013).

Doğu Karadeniz Havzası Koruma Eylem Planı Projesine göre, havza yönetimi kapsamında havzanın toplam alanı 4 alt havzaya ayrılmıştır. Alt havza içerisinde Trabzon, Gümüşhane, Bayburt, Giresun ve Rize illerine ait alanlar bulunmakta, Trabzon ili haricinde diğer illerin proje kapsamına giren yerleşimi bulunmamaktadır. 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. Alt havzanın en önemli akarsuları Fol Deresi, Kale Deresi, Değirmendere (Maçka Deresi), Yanbolu Deresi, Manahoz Deresi (Gürçay) ve Solaklı Deresi'dir (HKEPHP, 2013).

Çevresel anlamda yapılması düşünülen bu Havza Eylem Planı uygulamaları ışığında, ülkemizde çevreyle ve doğal olarak çevre kirliliği ile ilgili verilerin toplanması 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 veritabanı sistemi kurulması, bu veritabanı ile birlikte ilgili kirlilik analizler yapılarak çevreyle ilgili risk alanlarının konumsal olarak tanımlanması gereklidir. Bu noktada çevre kirliliğine sebep etkenlerin bir arada değerlendirileceği bir sisteme ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sistemle birlikte çevreyle ve çevresel sorunlara ait verilerin yer alacağı bir veritabanı sisteminin oluşturulması söz konusu olmuştur. Bu bağlamda çevresel verilerin konumsal bazlı olarak incelenmesine olanak tanıyan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) en uygun araç olarak düşünülmektedir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri, son yıllarda, klasik arşivleme yöntemlerinin yetişemeyeceği kadar çok ve değişik türdeki verilerin yönetilmesinde kullanılan önemli bir araçtır. Bunun yanında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin en önemli faydalarından birisi de coğrafi varlıklara ilişkin olaylar üzerine doğru kararların verilebilmesine yardımcı olmasıdır. Çok değişik uygulama alanları bulunan CBS, doğal çevre ile ilgili verilerin toplanmasında, yönetilmesinde, sorgulanmasında ve analizinde ayrıca çevreyle ilişkili olaylar üzerine doğru kararlar vermede kullanılan etkili teknolojik bir araçtır (Yomralıoğlu ve Akça, 1999). CBS her alanda olduğu gibi çevresel konuların uygulandığı araştırmalarda ve kirlilik haritalama ile olası kaynakların risklerinin belirlenmesinde etkili olarak kullanılan bir araç niteliğindedir (Zhang vd., 2008; Zhang, 2005). Environmental Protection Agency (EPA), 1987 yılında Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi Programını kurarak 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 bu konferanslarda ele alınarak değerlendirilmiştir (U.S. EPA 1994, 1999).

Coğrafi bilgi sistemleri; ekonomik, sosyal ve çevresel politikaların bütünleştirilmesine, 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. Çevre kirliliği ve etkilerinin konumsal bazda incelenebilmesi CBS ile sağlanabilmektedir. Çevre kirliliğine sebebiyet veren etkenlerin belirlenerek ve bir veritabanında toplanarak ilgili 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. CBS'nin uygulama alanlarından birisi olan çevre ve çevre kirliliği konusunda birçok çalışma mevcuttur (Azapagic vd., 2013; Martinez-Grana vd., 2014; Matejcek vd., 2006; Morra vd., 2009; Purushotham vd., 2013; Romanelli vd., 2013). Özellikle de çok sayıda çevresel kirlilik parametresinin değerlendirildiği çalışmalarda, parametrelerin ağırlık düzeylerinin belirlenmesi için Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri sıklıkla uygulanmaktadır. ÇKVV yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Yöntemine (AHY) göre ağırlıkların belirlenmesi için konusunda uzman kişilerden anket çalışmaları gerçekleştirilerek, önem düzeyleri (ağırlıklar) belirlenebilmekte ve uygulamalar yapılabilmektedir (Briggs, 2005; Grayson vd., 2008; Huang vd., 2011; Malmasi vd., 2010; Vienneau vd., 2009; Topuz vd., 2011).

Dünya genelinde çevresel kirliliğin incelendiği ve bir veri tabanı altında toplandığı çalışmalar mevcut olmakla birlikte Türkiye genelinde sayısı oldukça azdır. Özellikle farklı kirletici türlerinin birbirlerine göre önem düzeylerinin analiz edilerek bütüncül olarak değerlendirildiği ve kirlilik riskinin tanımlandığı haritalarla sunumunun sağlandığı çalışmalara ülkemizde pek rastlanmamaktadır. Çevresel kirleticilerin oluşturduğu kirlilik türleri ve miktarlarının pek çok parametreye göre değişkenlik göstermesinden dolayı, bütüncül bir çevresel kirlilik araştırması söz konusu olduğunda bu parametrelerin bir arada değerlendirilmesine olanak sağlayan çok kriterli karar verme yöntemlerinin uygulanması gereklidir. Kirleticilerin oluşturduğu kirlilik türlerinin bütünsel olarak ele alındığı bir model örneği ülkemiz açısından bulunmamaktadır. Bu bağlamda, bu tez çalışması ile akarsu vadileri boyunca bulunan kirletici unsurların meydana getirdiği kirlilik türü/türlerine göre çok kriterli karar verme yöntemleri içerisinde oluşturulacak olan

modele en uygun yöntemin uygulanması ile bütüncül bir yaklaşımla çevresel kirlilik riski yüksek olan bölgelerin konumsal olarak tanımlanması ve analiz edilmesi amaçlanmıştır. Planlanan çalışmanın uygulama alanı olarak Trabzon ili akarsuları boyunca olan alanlar seçilerek, hem ulusal hem de uluslararası çalışmalara altlık oluşturabilecek nitelikte kirlilik risk alanlarının tespit edilmesine yönelik gereksinimler sağlanacaktır.

Bu çalışma ile Havza Koruma Eylem Planlarına bağlı olarak alt havzalarda gerçekleştirilmesi planlanan kirlilik yükü izleme çalışmalarına yön gösterecek altlık haritalar üzerinde kirlilik riski yüksek olan alanların araziden herhangi bir çevresel kirlilik ölçümü gerçekleştirilmeden tanımlanması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda çevresel kirleticilerin ve türlerinin çok kriterli karar verme araçlarından Analitik Hiyerarşi Yöntemi aracılığıyla birbirlerine göre önem düzeylerinin tespit edilmesi ve bu önem düzeylerine bağlı olarak kirlilik türlerine göre ayrı ayrı ve bütüncül çerçevede çevresel kirlilik risk alanları belirlenecektir. Böylece kirlilik yükü ölçüm türü ve nerelerde bu ölçümlerin yapılması gerektiği konusundaki araştırmalara yön gösteren bir çalışma oluşturulacaktır. Ayrıca tasarı halinde olan Havza Koruma Eylem Planlarına altlık oluşturabilecek yönde; Trabzon ili idari sınırları içerisinde kalan dört önemli akarsu vadisinin (Değirmendere, Yomra, Of/Solaklı ve Akçaabat/Düzköy) çevre kirleticilerine sebep olan kirletici faktörleri Coğrafi Bilgi Sistemi uygulamaları ile tespit edilecek, belirlenen kirletici etmenlerin akarsu vadilerini ne düzeyde etkilediğinin konumsal analizlerinin gerçekleştirilebileceği bir coğrafi veritabanı tasarımı yapılacak ve oluşturulacak olan model üzerinden kirlilik risk haritaları üretilenektir. Böylece kirlilik riski altında olan alanların coğrafik anlamda ne düzeyde olduğu ve ne kadar olduğu analizler ile birlikte tespit edilecektir.

### **1.1.1. Problemin Tanımı**

Çevrenin bozulması ve çevre sorunlarının ortaya çıkması, genellikle insan kaynaklı etkenlerin ekosistemdeki dengeyi bozmasıyla başlamıştır. İnsanın çevresiyle kurduğu doğal dengeyi meydana getiren zincirin halkalarında oluşan kopmalar, zincirin tümünü etkileyip, bu dengenin bozulmasına sebep olmakta ve çevre sorunlarını oluşturmaktadır. Canlıların sağlıklı bir yaşam sürdürmesi ancak sağlıklı bir çevreyle mümkündür. Dolayısıyla, çevrenin durumu, çevre üzerindeki baskılar, bunların etkisi ve bu baskılara çevrenin tepkisinin izlenmesi etkin bir çevre yönetiminin temelini oluşturmaktadır (TÜİK, 2009).

Çevre yönetiminin en etkili araçlarından biri olarak çevre denetiminin yasal çerçevesinin belirlenmesi gerekir. Ülkemizde 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun "çevre denetimine" ilişkin 12. maddesi, denetim gibi önemli gücün idare tarafından kullanılabilmesinin yasal dayanağını oluşturmaktadır. Bu madde genel nitelikli bir hüküm getirmekte, denetimin usul ve esaslarını Yönetmeliğe bırakmaktadır (Alıca, 2011). Kanun çevrenin korunması, çevrenin kirlenmesinin önlenmesi ve kontrol altına alınması amacıyla düzenlenmektedir. Bu planla birlikte çevre kirliliğine sebep olan etmenlerin, bu etmenlere ait verilerin toplanması, saklanması, analizlerle sunulması doğrultusunda bir mekanizma sisteminin oluşturulması gereklidir. Özellikle bu mekanizma sisteminin çevre kirliliği riskinin oldukça yoğun olduğu akarsu vadilerinin etrafına kurulmuş olan şehirlerde oluşturulması gereklidir. Çünkü akarsu vadilerinde meydana gelen çevre kirliliğinin oluşturduğu problemlerin kontrol altına alınmasına son yıllarda özellikle ihtiyaç duyulmakta ve önleyici stratejiler geliştirme gerekliliği gün yüzüne çıkmaktadır. Bunun sebebi akarsu vadilerindeki plansız şekilde oluşmuş yapılaşma, sanayileşme, tarımsal amaçlı ve diğer amaçlı faaliyetlerden meydana gelen kirlilik kaynaklarının ve ne düzeyde etkilediğinin tespit edilerek, kirlilik riski altında olunan alanların belirlenmesi ve kontrol altına alınmasının gerekliliğidir.

Günümüzde Türkiye'de su kaynaklarının mevcut su kalitesinin iyileştirilmesi ve korunması amaçlı AB Su Çerçeve Direktifi ile havza yönetimi yaklaşımı ile Havza Koruma Eylem Planları hazırlama çalışmalarına başlanmıştır (HKEPHP, 2013). Havzaları korumak amaçlı oluşturulan bu eylem planları, havzaların yapısını ortaya koymak için havzaya ait tüm unsurların ve bunların birbirleri ile olan ilişkilerinin tanımlanması ve daha sonra oluşturulacak havza koruma çalışmalarının yapılabileceği eylem planlarının oluşturulması ihtiyacından kaynaklı olarak doğmuştur. Türkiye'de 25 hidrolojik havza belirlenerek ve bu havzaların ve alt havzalarına yönelik olarak bütünleşik havza yönetimi için Havza Koruma Eylem Planları hazırlanmıştır (HKEPHP, 2013). Oluşturulan bu eylem planlarından birisi de alt havzalardan olan Doğu Karadeniz Havzası Koruma Eylem Planıdır. Bu eylem planında havzalar 4 alt havzaya ayrılmıştır ve Trabzon ili Alt Havzası da bu kapsam dâhilinde yapılması önerilmiştir. 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, 2013). Bu çalışma, hazırlanan eylem planlarına altlık olacak şekilde Trabzon ili akarsu vadilerindeki çevre kirliliğine neden olan etkenlerin tespit edilerek, olumsuz etki

yarattığı alanların belirlenmesi, sağlıklı bir veritabanının oluşturulması ve konumsal analizler aracılığıyla elde edilen sonuç ürünlerle birlikte üretilen modelin test edilmesi hedeflenmiştir. Bu bağlamda akarsu vadilerinde çevre kirliliğine neden olan kaynakları, bu kaynakların nerelerde daha yoğun olduğunu, kirliliğin vadiyi ne oranda etkilediğinin belirlenmesi ve gerekli verilerin boyutlarının incelenmesi gereklidir. İşte bu noktada çevre kirlilik verilerinin vadileri ne düzeyde etkilediği, ağırlıklar dâhilinde çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Metoduyla tespit edilebilmekte ve etkilediği alanların tespit edilmesi işlemi de Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile sağlanabilmektedir. CBS ile çevresel kirliliğin irdelendiği konuma dayalı bilgi sistemleri oluşturmak ve analizler yapmak mümkündür.

Bu çalışma ile Trabzon İline ait dört önemli akarsu vadisi olan Değirmendere, Akçaabat/Düzköy, Yomra ve Of/Solaklı vadilerindeki mevcut çevresel kirleticilerin belirlenerek, bu kirleticilerin etkilediği riskli alanların tanımlanmasına duyulan ihtiyacın karşılanması düşünülmüştür. Çalışma kapsamında uygulama için seçilen akarsu vadilerinde çevresel kirlilik çeşitleri temeline dayalı olarak incelenecek olan çevresel kirleticiler; endüstriyel yapılar, karayolu, taş ocakları, balık çiftlikleri, hidroelektrik santralleri, konut yapıları ve tarım alanlarıdır. Bu ana çerçeve içerisinde hava, su, kimyasal, görüntü ve gürültü kirliliğine neden olan çevresel kirleticilerin neler olduğu ve vadiyi ne oranda etkilediğini gösteren ağırlık değerleri anketler dâhilinde elde edilerek, çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Yöntemiyle uygulamada kullanılacak ağırlıklar belirlenecektir ve CBS ile konumsal analizler yapılarak tematik haritalarla birlikte sunulacaktır. Yapılacak bu çalışma ile kirlilik risk bölgeleri belirlenerek, hangi bölgelerin ne düzeyde olumsuz yönde etkileeneceği ve alınması gereken önlemlerin tespiti için bir örnek teşkil ederek, Trabzon ili akarsu vadilerindeki kirlilik riski altındaki alanların belirlenmesine yönelik ihtiyaç karşılanacak ve önlem politikaları için temel bilgiler sağlanabilecektir.

### **1.1.2. Çalışmanın Amacı**

Doğu Karadeniz Bölgesinin kıyı kesiminde bulunan yerleşim alanları, genellikle akarsuların denize kavuştukları yerlere yakın kurulmuştur. Böyle bir tercih yapılmasında vadilerin iç kısımlara ulaşım imkân tanınması önemli bir sebep niteliğindedir. Trabzon kenti ve köyleri, vadilerden, temiz su temini, iç su ürünleri avcılığı, mesire ve dinlenme

yeri, değirmen işletmeleri gibi birçok alanda yararlandığı bilinmektedir. Ayrıca bölgenin topoğrafik yapısı itibariyle endüstriyel tesislerin çoğunluğu da vadiler boyunca yer almaktadır. Dolayısıyla vadi boyunca, arazi kullanımının önemi artmaktadır. Günümüzde ıslah çalışmalarıyla daraltılmış adeta bir katı ve sıvı atık kanalı görünümünde olan bu vadiler, bir şantiye ortamını aratmamaktadır. Her çeşit çevre kirleticisi atık bırakan üretim ve hizmet tesisleri, bozuk bir karayolu güzergâhı, plansız ve korkusuz bir yapılaşma ile kum, çakıl ve taş ocaklarıyla, adeta vadi boyunca kurulu yerleşim yerlerinin çöplüğü ve atık su kanalı haline gelmiştir.

Bu çalışmada Trabzon İli'nin akarsu vadileri olan Değirmendere, Akçaabat/Düzköy, Yomra ve Of/Solaklı vadilerinde çevre kirliliğine neden olan etkenlerin etki düzeyleri Analitik Hiyerarşi Yöntemiyle tespit edilip, akarsu yataklarına yönelik çevresel kirlilik yüklerinin izlenmesi amacıyla konumsal veritabanı sisteminin kurulması ve ilgili unsurlar kullanılarak konumsal analizinin yapılması tasarımı amaçlanmaktadır. Bu çalışma ile özellikle de Havza Koruma Eylem Planları kapsamında geliştirilecek olan vadilerde çevresel kirlilik yükü izleme ile ilgili büyük ölçekli alt çalışmalara yön verecek bir konumsal veritabanı tasarlamak ve bu veritabanının bütün Türkiye için bir model oluşturacak şekilde herhangi bir kirlilik türüne yönelik ölçme ve analiz yöntemi uygulamadan öncelikle kirleticilerin oluşturacakları olası kirlilik türü etki alanlarının konumsal analizlerle belirlenmesi, tüm alt havza bölgelerinde uygulanabilecek ve farklı kurumlarda kullanılabilir nitelikte olması hedeflenmektedir. Bu kapsam dâhilinde geliştirilen coğrafi veritabanının Havza Koruma Eylem Planları kapsamındaki örnek bir alt havza bölgesinde uygulanması planlanmıştır. Bu bağlamda, uygulama alanı olarak Doğu Karadeniz Havzasının alt havza alanlarından biri olan Trabzon İli Havzaları esas alınmıştır. Arazi çalışmaları için bölgenin yakınlığı ve daha önce bu alanda bütüncül bazlı bir çalışmanın Trabzon ili vadileri için yapılmamış olması, çalışma bölgesinin seçiminde etkili olmuştur. Ayrıca Trabzon İli akarsu vadileri boyunca iç kısımlara doğru olan yol güzergâhları etrafında konumlanan endüstri tesisleri, HES çalışmaları, depolama alanları, çeşitli işletmelerin varlığı gibi pek çok kirletici unsur plansız bir şekilde hızla artmaktadır. Havzaya ve daha küçük çaplı akarsu vadileri niteliğine ait kirli alanların belirlenmesi için ilk olarak çevre kirliliğine neden olan kaynakların neler olduğu, hangi vadilerde daha sık görüldüğü, sıklıkla hangi kaynağın vadiyi daha çok etki ettiği belirlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışma ile Trabzon İli idari sınırları içerisinde kalan Akçaabat/Düzköy, Yomra, Of/Solaklı ve Değirmendere akarsu yatakları boyunca olan vadilerinin akarsu güzergâhı

boyunca çevresel kirleticilerin neler olduğu ve nerelerde olduğu, ayrıca bu etkenlerin oluşturduğu kirlilik türlerine bağlı olarak birbirlerine göre önem düzeyleri anketler dâhilinde belirlenecek ve anketlerden elde edilen sonuçlarla birlikte Analitik Hiyerarşi Yöntemi kullanılarak kirletici faktörlerin ağırlıkları ve alt faktör ağırlıkları (etki düzey ağırlıkları) tespit edilecektir. Elde edilen ağırlıklar ile gürültü, hava, su, kimyasal ve görüntü kirliliği unsurlarına dair haritaların Coğrafi Bilgi Sistemi teknolojilerinden yararlanarak analizlerle ve sorgulamalarla yapılarak kirlilik etki alanlarına yönelik risk haritalarının üretilmesi sağlanacaktır. Bu şekilde kirlilik riski altında olan bölgeler belirlenerek, hangi bölgelerin ne düzeyde olumsuz yönde etkileneceği, nerelerde kirlilik yükü ölçüm/analizlerinin yapılması gerektiği ve alınması gereken önlemlerin tespiti sağlanabilecektir.

Ayrıca bu çalışma ile 10. Kalkınma Planı için çevre kirliliğinin önlenmesi, çevre kalitesinin iyileştirilmesi ve doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi ve kalkınma hedeflerine ulaşmasına katkı sağlanacak ve AB Su Direktifinde de yer aldığı üzere bütünleşik havza yönetimi kapsamında hazırlanan Havza Koruma Eylem Planlarına göre alt havzalarda yürütülecek olan kirlilik yükü izleme çalışmalarında yön gösterecek nitelikte altlıklar üretilmiş olacaktır.

### **1.1.3. Metodoloji**

Yapılan çalışmada öncelikle temel kavramların tanımları yapılacaktır. Daha sonra bu çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için genel olarak aşağıdaki işlem adımları izlenecektir;

- Konuyla ilgili yazılı kaynakların araştırması,
- Trabzon İl Çevre Müdürlüğünden vadinin kirlilik durumu ile ilgili metinsel ve harita bilgilerinin edinilmesi
- Çalışma kapsamına uygun şekilde coğrafi veritabanı tasarımı yapılması, gerekli konumsal ve konumsal olmayan verilerin tanımlanması
- İdari sınırların ve yerleşim alanı sınırlarının haritalarının temin edilmesi
- Vadilere ait bölgelerin uydu fotoğrafından temin edilmesi,
- Binaların uydu görüntüleri üzerinden sayısallaştırılması,



- Vadilerin çevre kirliliğine sebep olan tüm verilerin ArcGIS CBS yazılımında tasarlanan coğrafi veritabanına aktarılması, topolojilerinin kurulması ve öznitelik verileri ile ilişkilendirilmesi,
- Sayısal arazi modelinin oluşturulması ve çalışma alanının bilgisayar ortamında elde edilmesi,
- Vadilerde hava, su, kimyasal/toprak, su, gürültü ve görüntü kirliliğine sebep olan çevre kirleticilerin belirlenmesi ve anket formu düzenlenerek kirleticiler etmenlere puanlama yapılmasının sağlanması,
- Anket sonuçlarından vadileri kirleten faktörlerin ve alt faktörlerin puanlandırılmış ağırlıklarının belirlenmesi,
- Faktör ağırlıklarının AHY yöntemi ile belirlenmesi,
- Alt faktör ağırlıklarının etki alanlarının tespit edilmesi,
- Vadiyi kirleten tesislerle ilgili gerekli konumsal sorgulamaların, ArcGIS yazılımı yardımıyla yapılması,
- Vadileri kirleten kirleticilerin konumsal olarak analiz edilmesi ve hava, su, kimyasal/toprak, gürültü ve görüntü kirlilik sonuç ürünlerin ve haritaların üretilmesi,
- Üretilen yüzey haritalardan bütüncül olarak değerlendirilerek vadilerin çevresel kirlilik haritalarının elde edilmesi

## **1.2. Temel Tanım ve Kavramlar**

Bu bölümde tez içerisinde yer alan vadilerde çevre kirliliği hususunda kavramlar ve bu kavramların içerdiği alt kavramların tanımı yapılacaktır.

### **1.2.1. Çevre Kirliliği**

Yaşadığımız çevrenin kirlenmesinin önlemini almak toplumda yaşayan kişilerin ve devletin en önemli görevlerinden birisi durumundadır. Bunun sebebinin günden güne sanayi toplumunun gelişim göstermesinden kaynaklı olduğu bilinmektedir (TMMOB-HKMO, 1996).

Yaşanılan çevrede var olan doğal kaynaklar toprak, yeraltı ve yer üstü kaynakları, ormanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu doğal kaynakların olması gerektiğinden daha kötü kullanılması ve gerekli önemi verilmemesi her geçen gün bu doğal kaynakların zarar görmesine ve doğal olarak da çevresel sorunlara sebep olmaktadır. Günden güne gelişen teknoloji, aşırı nüfus artışı, doğal kaynakların kontrolsüzce kullanımı çevre problemlerinin gidişatını olumsuz yönde etkilemektedir. Artan nüfusla birlikte doğal kaynaklar daha fazla kullanılarak çevre kirlenmektedir. Çevresel kirlilik sonucunda çevre, olduğundan daha kötü bir hal almakta ve bu da hem olumlu hem de olumsuz yönde ekonomik ve sosyokültürel yönden toplumu etkilemektedir. Dolayısıyla çevresel olumsuz etki birçok yönden karşımıza problem olarak çıkmaktadır.

Çevre; yaşanılan ortamdaki tüm canlıların birbirleri arasında düzenli bir şekilde ilişki halinde bulunduğu ortam olarak tanımlanmaktadır. Kısacası en genel anlamda bir canlının yaşam ortamı olarak birbirleriyle ilişki halinde bulunduğu ortam olarak tanımlanmaktadır (Berkes ve Kışlalıoğlu, 1993).

Çevre kirlenmesi, doğanın kendini temizleme kapasitesinden fazla olan kirlenmenin çevrede meydana getirdiği birikimler ve değişikliklerdir. Yani, kişilerin yaşamı için gerekli olan hava, su ve toprak gibi en temel kaynaklar üzerinde meydana gelen ve sonucunda çevrede yaşayan canlıların sağlığını olumsuz yönde etkileyecek sorunlardır. Yaşam ortamı olarak tüm canlıların bir arada bulunduğu bu ortamda canlıları etkileyen çok sayıda kirlenici bir arada bulunarak çevrede kirlilik unsurunu arttırmakta ve ortamda yaşam kalitesinin düşmesine ve çevrenin kirlenmesine sebep olmaktadır (Balanlı ve Taygun, 2002).

Kirlenici kaynaklar genel anlamda farklı nitelikte karşımıza çıkmakla birlikte evsel, karayolundan ve de birçok sanayi tesislerinden kaynaklı nitelikte görülmektedir. Kirlenicilerin çoğunun bölgesel nitelikte olması araştırmaların ve dolayısıyla devamında yapılacak işlemlerin çerçevesini küçültmektedir. Son 30 yıl içinde tespit edilen çalışmaların sonucu olarak çevre kirliliğine sebep olan çevre kirlenicileri çevreye ve akabinde çevre sağlığına olumsuz yönde etki etmekte olduğu ve bu etkiler ışığında kirlilik ölçümü yapılarak değerlendirmeler dâhilinde ele alınmasının gerekli olduğu anlaşılmıştır (Tünay, 1997).

Bu gereksinimler ışığında insanların meydana getirdikleri atıklar, tabiat tarafından kendiliğinden eğer yok edilemiyorsa ve bu durum tabiatın kendi kendini temizleme gücünü aşıyorsa çevre kirliliği oluşarak yaşanılan çevrenin doğal dengesi bozularak çevre kirliliği

oluşumu olumsuz yönde artacağı bilinmektedir. Doğal olarak da üretim sonucunda meydana gelen atık ve atıklar da yoğun bir şekilde artarak, çevrenin yapısının bozulmasına ve çevre kirliliğinin boyutlarının genişlemesine sebep olmaktadır.

### **1.2.2. Çevre Kirliliğinin Çeşitleri**

Kirletici kaynaklardan çevreye yayılan katı, sıvı ve gaz halindeki kirletici unsurlar hava, su ve toprak genelinde çevresel anlamda kirliliğe sebep olmaktadır. Artan nüfusa paralel yönde gereksinimlerin karşılanması, günümüzde ancak sanayileşmeyle sağlanabilir. Yani endüstriyel tesislerin nüfusa bağlı olarak gelişmesi ve yaygınlaşması gerekmektedir. Bu artışla kapatılması düşünülen ihtiyaç gereksinimlerinin yanında yaşanan çevredeki doğal kaynaklar hızlı bir oranda zarar görmekte ve tüketilmektedir. Üretim ve tüketim kaynaklı birçok atık hızlı bir oranda bu kaynaklar tüketilirken herhangi bir önlem alınmadan çevreye atılmakta ve çevre kirliliğinin meydana gelmesine neden olmaktadır.

Çevre kirliliği doğaya zarar vererek, doğrudan veya dolaylı olarak doğada yaşamını sürdüren tüm canlıların zarar görmesine neden olmaktadır. Çevrenin kirlenmesi, ekosistemin dengelerini bozarak çevrenin kirlenmesine sebep olmaktadır. Çevre unsurlarına göre çevre kirliliği çeşitleri şunlardır:

- Su Kirliliği,
- Hava Kirliliği,
- Gürültü Kirliliği,
- Görüntü Kirliliği,
- Kimyasal/Toprak Kirliliği

#### **1.2.2.1. Su Kirliliği**

Su, yeryüzünde yaşayan canlılar için yaşamlarını sürdürmede oldukça önemli olan gereksinimlerden birisi niteliğindedir. Özellikle de insanlar için yaşam kaynağı olarak nitelendirilmekte ve yaşamın sürdürülebilmesi ve gelişimin sağlanabilmesi için önemli bir ihtiyaç olarak bilinmektedir. Buna bağlı olarak kişilerin yer seçimlerini belirlemede önemli faktörlerden birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca yer seçiminde önemli unsurlardan birisi olan tarımsal faaliyetler için üretimi artırma esnasında ve sulu ziraatın yapımında

ihtiyaç duyulan önemli faktörlerden birisi durumundadır. Diğer bir yönden kentsel alanlarda içme suyunun ve hızla artan endüstriden kaynaklı su ihtiyacı günden güne artış gösterdiği belirlenmiştir (Meşeli, 2010).

Geçmiş yıllardan bu yana uygarlığın gelişmesi ile suyun yeryüzünde saflığını kaybetmekte ve niteliği olumsuz yönde bozulmaktadır. Örneğin suyun sulama veya elektrik enerjisi sağlamak amacıyla baraj veya göletlerde biriktirilmesi, yerleşim alanlarının içme ve kullanma sularını sağlamak için kapalı borular içerisinde iletilmesi, şehir kanalizasyon ve sanayi atıklarının dışarı atılması, sanayi ürünlerinin üretimi vb. çalışmalar yeryüzünde müdahale sınırları dâhilinde olan problemlerdir. Dolayısıyla su kirliliği; suyun yapısına dolaylı yönden giren organik, inorganik ve radyoaktif maddelerin suyun yapısında olumsuz etkilere neden olması anlamına gelmektedir (Büyükgüngör, 2006).

Diğer bir deyişle su kirliliği, suyun niteliğinin ölçülebilecek oranda bozulmasına neden olan, canlı ve cansız çevreye zarar verecek yoğunlukta kirleticilerin suya karışması olarak tanımlanmaktadır.

Su kirleticilerinin kaynakları:

- a. Zehirli kirleticiler
- b. Çökebilir katı maddeler
- c. Organik maddeler
- d. Besin maddeleri
- e. Organizmaların etkileri şeklinde sınıflandırılmaktadır (Karpuzcu, 1991).

Doğal çevrenin önemli bir kısmını oluşturan çeşitli su ortamlarının (akarsu, göl ve denizler) ve ayrıca içme sularının farklı etkenlerle, insan başta olmak üzere diğer canlıların yaşamını olumsuz yönde etkileyecek biçimde bozulması sonucu su kirliliği oluşur.

### **1.2.2.2. Hava Kirliliği**

Canlıların yaşamı için çok önemli bir yere sahip olan hava atmosfer için gerekli olan gazlardan meydana gelmektedir. İnsan yaşamı açısından önemli konumdaki olan havanın günlük olarak 14kg kadarı insanlar tarafından ihtiyaç dâhilinde olduğu belirlenmiştir. Nüfusun hızlı bir oranda artması, kentleşmenin ve endüstrinin gelişmesi sonucu hava kirlenmekte ve canlıların yaşamını etkileyecek niteliğe erişmektedir. Ekonomik etkinliklerin özellikle belli bölgelerde yoğunlaşarak artması, buna bağlı olarak belli

bölgelerde nüfusun artışı ve daha çok enerjiye gereksinim duyulması hava kirliliğinin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Türküm, 2014).

Hava kirliliği yaşanan ortamdaki havanın fiziksel, biyolojik ve kimyasal özelliğinin çeşitli etkenler dâhilinde değişikliğe uğraması olarak nitelendirilmektedir. Yani hava kirliliği hava ortamındaki kirletici unsurların havanın kendini temizleme kapasitesini aşması sonucu meydana gelmektedir. Bu açıdan hava kirliliği toz, duman, koku, su buharı gibi kirletici unsurların insan ve diğer canlılar ile eşyalara zarar verecek miktarlara yükselmesi olarak tanımlanabilir (Ulusoy ve Vural, 2007).

Havayı kirleten maddelerin sınır değerleri (havada zararlı olmayacak derecedeki en yüksek değerleri), her ülkenin ilgili kuruluşları tarafından yönetmeliklerle belirlenebilmektedir. Bu sınır değerleri kirletici maddelerin cinsi, canlılara ve çevreye verdiği düzeylere göre değişiklik göstermektedir. Hava kirliliğine karşı alınabilecek önlemler, kirlilik kaynağına göre (fabrika, termik santral, konutlar, taşıt araçları) değişim gösterebilmektedir (URL-1, 2013). Hava kirleticileri parçacıklar, gaz ve buhar halindeki kirleticiler olarak iki ayrılmaktadır. Parçacık halindeki hava kirleticileri; tozlar, duman ve aerosoller (spreyler)'dir. Gaz halindeki hava kirleticileri ise İnorganik gazlar ve buharlar; karbonmonoksit (CO), azot oksitler (NO<sub>x</sub>), kükürtoksitler (SO<sub>x</sub>), amonyak (NH<sub>3</sub>), ozon(O<sub>3</sub>) ve Organik gazlar ve buharlar; hidrokarbonlar, aldehitler, ketonlar, asitler, organik bileşikler vb. dir (Dilaver, 2005).

### **1.2.2.3. Gürültü Kirliliği**

20. yüzyılın başında gelişmeye başlayan endüstrileşme sonucu, sanayi makinelerinin sesleri gücün, ilerlemenin ve daha iyi bir yaşamın sembolleri olarak kabul edilirken, günümüzde gelişimin olumsuz faktörleri olarak tanınmaktadır. Bu olumsuz faktörlerin en önemlilerinde birisi de gürültüdür (Kohlhammer vd., 1988; Kocer vd.,2007).

11 Aralık 1986 tarih ve 19308 sayılı Resmi Gazete'de Yayınlanan Gürültü Kontrol Yönetmeliği'nde gürültü "Gelişigüzel yapısı olan ses spektrumudur ki subjektif olarak istenmeyen ses" olarak tanımlanmaktadır (Uslu ve Yücel, 1997). Gürültü, çevresel kirlilik çeşitlerinin en önemlilerinin başında gelmektedir. Bunun sebebi teknolojik gelişmeler sonucunda meydana gelen yeni icatlardan kaynaklanmaktadır. Çünkü hemen hemen her tür üretim ya da etkinlikte, söz konusu üretim ve etkinliğe özgü atıkların yanı sıra gürültü bu

durumuyla birlikte kirlilik etkenlerinin başında gelmesine sebep olmuştur (Karabiber, 1991).

Gürültü kirliliği, çevreye geçici veya sürekli olarak zarar veren çevre sağlığını olumsuz yönde etkileyen hoş gitmeyen, rahatsız edici seslerin bir araya gelmesi olarak tanımlanmaktadır (Çepel, 2003). Gürültünün zararları, etkilenme gücüne ve süresine bağlıdır. Gürültü kirliliğinin belirlenmesinde sesin gücünü ölçmek için desibel (dB) birimi kullanılır. Desibel, gerçek ses dalgalar halinde yayılan bir enerji türü olup, tamamen anlamda bir birim olmayıp, bir oranın logaritmasıdır ve fiziksel bir olaydır. Dengelenmiş bir ölçme biçiminin kullanıldığını gösteren kulağa varan bu ses enerjisinin sürekli olan, kulakta simgedir. Belli frekanslar arasını (20–20.000 Hz.) duyabilen insan kulağı, şiddet yönüyle de benzer durumdadır. Ancak duyabildiği ses şiddeti yanında (1-5dB) normal duyma (5-10dB), rahatlık hali (40-60dB) aşırı rahatsızlık (60–90) ve tahammülsüzlük (90dB ve üzeri) sınırına kadar değişen ses şiddetleri mevcuttur (Maraş, vd., 2011). Gürültü düzeyi çevre sağlığı açısından 50-60 dB sınır değerini geçmemesi önerilmektedir. Bu sınır değerlerin geçilmesi sonucu çevre sağlığı olumsuz yönde etkilenmek olası durumlar dâhilindedir (Dilaver, 2005).

#### **1.2.2.4. Görüntü Kirliliği**

İnsan merkezli bir düşüncede, insanın sağlık ve mutluluğu esas olduğuna göre, görme alanına girdiğinde insan tabiatına hoş gelen, onu rahatsız etmeyen görüntülere güzel; aksine de çirkin denilebilir. Bu anlamda tabiatta çirkinlik yoktur. Bu noktadan hareketle, fizik çevre ve insanla ilgili eşyanın insan eliyle doğal çevre ve insan tabiatıyla uyumsuz ve sağlıklı insanları rahatsız edici hale getirilmesine "görüntü kirliliği" denilmektedir (Bodur ve Küçür, 1994).

Sanayinin gelişmesi, nüfusun artması ve yaşanan çevrenin yani kentleşmenin hızla artması görüntü kirliliğinin oluşmasına sebep olmaktadır. Sanayileşme beraberinde diğer kirlilik çeşitlerine paralel olarak görüntü kirliliği ve çevre kirliliğini beraberinde getirmektedir.

Düzensiz imar alanları, göze ve görüntüye hitap etmeyen binalar, çevre düzenlenmesi yeterli olmayan kentler olumsuz görüntülerin oluşmasına neden olmaktadır. Önüne geçilemeyen hızlı kentleşme süreci beraberinde düzensiz şekilde kurulmuş olan konut yapıları, görsel anlamda kötü bir görüntü oluşturmakta ve görüntü kirliliğine sebep

olmaktadır. Ayrıca meydana gelen bu sorunların çözümlenemediği ve belirlenemediği ülkemizde kent yerleşmelerinin kontrolsüz bir gelişim ve değişime terk edildiği açıkça bellidir. Bu bağlamda kentlerimiz nüfus yığılmalarının olduğu birimler konumundadır. Nüfus yoğunluğunun olması gerektiğinden daha fazla sınırlara ulaşması doğal olarak yaşanan çevrede birçok kirlilik unsuruna sebep olmaktadır. Kontrolsüz bir şekilde insanlar tarafından çevreye atılan atıklar görsel anlamda kirliliğe sebep olmaktadır (URL-2, 2014). Genel anlamda görüntü kirliliği kaynakları iki farklı şekilde görülmektedir. Bunlar;

- Geniş çevrede istenmeyen görüntüler; Yanmış orman alanları, yeşillığe sahip olmayan boş alanlar, erozyonlu sahalar, kirletilmiş kıyı ve sular
- Kentlerdeki kirli görüntüler; Hava kirliliği, yeşil alan yokluğu, monoton ve içice yapılaşma, görüş alanı darlığı, dış cephe görüntüsündeki karmaşa, enkazlar (afet, savaş), düzensiz trafik, plansız köprü ve altgeçitler, gelişmiş güzel atılan atıklar, levha ve tabelalardaki oransızlık ve gelişigüzellik gibi sebepler görüntü kirliliğinin başlıca nedenleridir (Bodur ve Küçür, 1994).

#### **1.2.2.5. Kimyasal/Toprak Kirliliği**

Toprak, genel olarak organik madde ve kayaların çeşitli ayrışma ürünlerinden oluşan ve içerisinde hava, su ve pek çok canlılar âlemini de bünyesinde barındıran bir maddedir (Ergene, 1993; Algan ve Bilen, 2005). Gelişen teknolojik faaliyetler, nüfusun artışı gibi faaliyetlerle birlikte toprak faktörü de diğer unsurlar gibi günden güne kirlenmekte ve olumsuz sonuçlara sebep olmaktadır.

Toprak kirlenmesi, insan faaliyetleri sonucunda toprağın doğal yapısının bozulması, fiziksel, kimyasal ve biyolojik bileşiminin olumsuz yönde değişmesi ve toprağın özelliği gereği yararlı kullanılabilirliğinin azalması ya da yerinde kullanılmaması şeklinde tanımlanabilir (URL-3, 2013). Diğer bir deyişle; toprak kirlenmesi insanlar tarafından kirletilmesi ve çeşitli bileşiklerin karıştırılarak doğal kimyasının bozulması olarak nitelendirilmektedir (Taşatar, 1995).

İnsanların yanlış uygulamalarının bir sonucu olarak toprak ekosistemi bozularak olumsuz bir hal almaktadır. Toprak kirlenmesi denilen bu olayın erozyon, tarımsal kirleticiler, endüstriyel kirlenme, tarım alanlarının amaç dışı kullanımı, katı atıklar, gibi birçok nedenleri vardır (Haktanır, 1987). Toprak kirliliği, toprağa bırakılan atıkların veya

hava, su kirliliği sonucu gelen zararlı maddelerin toprağın niteliğini bozması olarak tanımlanmaktadır.

Toprak kirleticilerin kaynakları:

- Havadaki kirleticiler toprağı kirlenmesi,
- Sulardaki toprak kirleticiler,
- Tarımsal eylemlerin yarattığı toprak kirleticiler,
- Petrol, mineral yağlar, uçucu küller veya radyoaktif maddeler şeklinde sıralanmaktadır (Çepel, 2003).

Toprak kirliliğine neden olan diğer etkenler; konutlardan yaşadığımız çevreye yayılan atıklar, arabaların egzozundan çıkan gazlar, tarım alanlarından çevreye karışan tarımsal ve zirai nitelikli ilaçlar sıralanabilir. Konutlardan kanalizasyon ve lahumlar aracılığıyla çevreye yayılan atıklar, toprağı karışarak kirlilik meydana getirmektedir. Arabalardan çıkan gazlar havaya karışarak önce hava kirliliğine ardından yağmurlarla birlikte havadan toprağı geri dönerek toprağı ve suyu kirlenmektedir. Tarımsal nitelikli ilaçlar yine aynı şekilde yağmurla birlikte toprağı karışarak toprak kirliliğine sebep olmaktadır. Tüm bu sebeplerden ve birçok diğer nedenlerden dolayı bugün toprak kirliliği dünyanın birçok bölgesinde olduğu gibi ülkemizde de en önemli çevre sorunlarından birisi haline gelmiştir.

Toprak kirliliğinin önlenmesi amacıyla; arazi ve doğal kaynaklarla ilgili planlama, uygulama, değerlendirme, kontrol, izleme ve eşgüdüm mekanizmaları güçlendirilmeli; tarım ve orman arazilerinin amaç dışı kullanımı engellenmeli; ormanlaştırma, yeniden ormanlaştırma, erozyon kontrolü ve çayır/mera ıslahı için gerekli finansman sağlanmasının ihtiyaç halinde olduğu tespit edilmeli ve bu şekilde toprak kirliliğinin ulusal düzeyde tespiti için envanter çalışması oluşturularak, belirlenen alanların kayıt edilmesi, izlenmesi ve iyileştirme çalışmaları yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır (URL-1, 2013).

### **1.3. Çevresel Problemlerin Çözümünde CBS Kullanımı**

Konumsal bilgi sistemlerine (KBS) ilişkin ilk çalışmalar 1960'ın sonları ve 1970'li yılların başında başladığı bilinmektedir (Yomralıoğlu, 1994). "Konumsal Bilgi Sistemi (KBS), planlama ve yönetimin kullanımı için tasarlanan ve yeryüzündeki konumu belirli verilerin modellenmesi, izlenmesi, analizi ve kullanım amacına göre sunulması, kısaca



yönetimini kapsayan donanım, yazılım ve yöntemlerin bütünüdür” (Banger vd., 1994; Akça, 2000).

Coğrafya yeryüzündeki beşeri ve fiziki olayları konu alarak çok geniş anlamda karmaşık bir veri/bilgi yoğunluğu ile uğraşmaktadır. Tüm bu bilgilerin belirlenebilmesi ve bu bilgilerden yararlanmak noktasında bir sisteme ihtiyaç duyulmaktadır. Gelişen bilgi teknolojisi ile bir anlamda bu ihtiyaç giderilmiş “coğrafya”, ”bilgi” ve “sistem” kelimelerden oluşan ve coğrafya bilimini konu edinen Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS) ortaya çıkmıştır. Bir konumsal bilgi sistemi olan CBS ile ilgili birçok tanım yapılmıştır (Yomralıoğlu, 2000; Colak, 2005).

Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS); konuma dayalı işlemlerle elde edilen grafik ve grafik-olmayan verilerin toplanması, saklanması, analizi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir (Yomralıoğlu, 2000;Colak, 2005). CBS'nin temel fonksiyonlarının yerine getirilebilmesi için en az beş ana unsurun bir arada olması gerekir. Bunlar donanım, yazılım, veri, insan ve yöntemlerdir (Yomralıoğlu, 2000). CBS teknolojisi verilerin ortak bir veritabanında toplanarak analiz etme yeteneğine sahip bir sistem olarak algılanmaktadır. Analiz etme özelliğinden dolayı diğer birçok sistemlerden farklı olan CBS birçok alanda kullanılmakta ve son yıllarda birçok çevresel bazlı uygulamalarda yoğun bir şekilde tercih edilmektedir.

Çevre bilgi sistemi, çevrenin fiziksel, kimyasal veya biyolojik yapısını ve bunların çevreye olan etkilerini irdeleyen bir bilgi sistemidir (Ordu ve Demir, 2006). Hava kirliliğinin belirlenmesi, kıyı kirliliğinin tespitinde, jeolojik-ekolojik yapıların konumsal olarak incelenebildiği bir sistem özelliğini barındırmaktadır. Özellikle de çevreye yönelik analizlerin yapıldığı bir sistem niteliğindedir (Ordu ve Demir, 2006). Yerleşim ve sanayi alanlarının yayılmasının izlenmesi, kıyıların korunması, yeşil alanların belirlenmesi, kirlilik ve kirletici araştırmaları, kimyasal ve biyolojik unsurların çevreye etkilerinin tespiti, katı atık alanlarının belirlenmesi ve bunların çevrelerine etkileri, su kaynakları ve akarsuların tespiti, havzaların korunması ve iyileştirilmesi gibi çevreye konu olan birçok husus çevre bilgi sistemlerinin temel fonksiyonları ile irdelenebilmektedir (Yomralıoğlu, 2000).

Kutlu (1998)'e göre Çevre Bilgi Sisteminin üç temel kullanım fonksiyonu vardır. Bunlar;

- Harita,
- Sorgulama-analiz ve Model

Harita: Belirli bir bölgeyi görmek ve orada ne olduğunu öğrenmek için harita fonksiyonu sayesinde gerekli bilgiyi edinmede kullanılmaktadırlar.

Sorgulama-analiz: Kullanıcıların özel istekleri doğrultusunda gerekli analizlerin yapılarak bilgi edinilmesi olarak tanımlanmıştır. Bu aşamadan sonra, bu sistemi kurmaktaki amaç olan veri analizleri yapılabilir hale gelmektedir.

Model: Matematiksel modeller, çevre bilgi sisteminin temel kullanım fonksiyonlarından. Çevre bilgi sistemlerinde matematiksel modeller özellikle hava kirliliğine ilişkin konsantrasyon dağılımlarının hesaplanmasında veya su ve hava ortamlarındaki taşınım süreçlerinin hesaplanmasında kullanılmaktadırlar.

Çevre bilgi sistemlerinin kurulmasıyla birlikte birçok alanda kolaylık sağlamak mümkündür. Örneğin herhangi bir bölgeye ait kirlilik verilerinin bölgeyi ne oranda etkilediğini tespit edebilir, analiz yapılabilir ve riskli bölge olabilecek alanlar tespit edilebilir. Yine aynı şekilde bölgesel bazlı kirlilik düzeyleri analizlerle görsel anlamda sunulabilmesi için çevresel bilgi sistemi kurulması önemli bir yöntem olabilir. Bu bağlamda Türkiye’de çevresel etkenlerin belirlenmesinde ve bir bilgi sistemi altında toparlanmasındaki önemli gereksinimlerin şunlar olduğu tespit edilmiştir:

- Türkiye’de karar alma mekanizmalarının hemen hemen her düzeyinde objektif veri ve bilgilere dayanan rasyonalizasyonun bulunmamasından dolayı çevresel bilginin öneminin karar alıcılar dâhil toplumun tüm katmanlarında yeterince kavranmamış olması,
- Kamu kurum ve kuruluşlarının faaliyetlerinde sürekliliğin sağlanamaması ve uzun süreli planlanıp uygulamaya dâhil edilememesi nedeniyle çevre veri tabanları ve bilgi sistemlerinin hala kurulamamış olması,
- Çevre ile ilgili veri ve bilgilerin herhangi bir sistemde toparlanamaması ve kayıt altındaki verilerin belli bir standartta olmaması (veri toplama, doğrulama, değerlendirme ve bilgiye dönüştürme),
- Çevre veri tabanları ve bilgi sistemlerinin oluşturulması esnasında insan gücü ihtiyacı ve mevcut insan kaynağından etkin faydalanılmaması,
- Çevre bilgi sistemleri ile ilgili henüz bütüncül bir çalışmanın var olmaması (Çevre Bilgi Sistemleri Ön Rapor, 2002) gibi ihtiyaçlar olduğu belirlenmiştir.

Bu eksiklikler ışığında en etkili yöntem çevre bilgi sistemi oluşturmak ve de çevre bilgi sistemine yönelik eksikliklerin giderilebilmesi hususunda önemli adımlar atmaktır. Böylece çevre kirlilik verilerine ve etki alanlarının tespitine dair ulaşım çok hızlı ve bir o

kadar da kolay olabilecektir. Bu uygulamanın çevre bilgi sistemleri kurmaktan farklı çevre bilgi sistemine altlık oluşturabilecek çevre veritabanı sistemi tasarımı yapılmaya çalışılmasıdır. Çevre kirliliğine sebep olan kirleticiler tespit edilerek bir veritabanı altında bütünleştirilmesi ve gerekli olduğu durumlarda analiz için hazır halde bulunabileceği bir sistemin tasarlanmasıdır. Temelde çevre bilgi sistemiyle oluşturulmak istenen veritabanı sisteminin amacı, aynı ihtiyacı karşılamada kullanılması düşünülen sistemlerdir. Bu uygulamada çevre bilgi sisteminin kurulmasından ziyade pilot bölge olarak seçilen akarsu vadilerine ait kirlilik unsuru teşkil edecek kirleticilerin gerekli işlemler ile toplanıp bir veritabanında toplanması işleminin yapılması ve ileride yapılması düşünülen çalışmalara altlık niteliği oluşturabilecek nitelikte analizler yapılarak riskli alanların belirlenmesi düşünülmüştür.

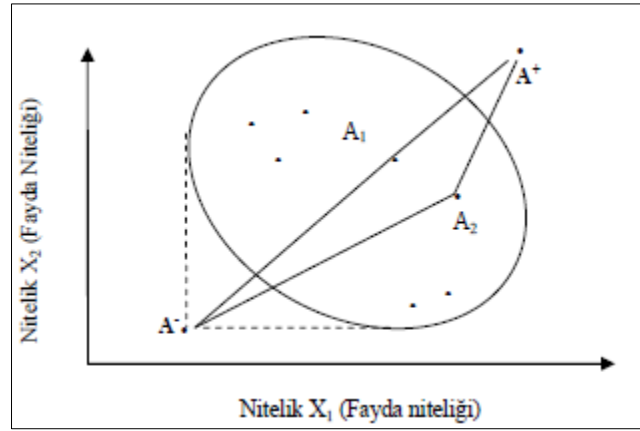
#### **1.4. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri**

Anlam olarak çok kriterli karar verme birden fazla ve aynı anda uygulanan kriterlerin içerisinden en iyi tercihin seçilmesine imkân sağlayan bir araçtır. Tercih olarak karar mekanizmasıyla yapılan seçim genellikle kısıtlamalar ve yönetimin amacı doğrultusunda sınırlandırılmaktadır (Mendoza ve Prabhu, 1999). Çok kriterli karar verme karar süreci kriterlere göre faktörleri modelleme ve analiz etme sürecine dayanmaktadır. ÇKKV yöntemi en tercih edilen tek bir seçeneği tanımlamak, seçenekleri sıralamak, bir sonraki detaylı değerlendirme için sınırlı sayıda seçeneği belirlemek ya da kabul edilemeyen olasılıklardan kabul edilebilir olanı ayırmak için kullanılan bir yöntemdir (Şener, 2004; Yıldırım, 2009). En yaygın kullanılan ÇKKV yöntemleri; Basit Ağırlıklı Toplam (BAT), İdeal Nokta Yöntemi (TOPSIS) ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY)'dir.

##### **1.4.1. Topsis Yöntemi (İdeal Nokta)**

ÇKKV'de "ideal çözüm"; tüm niteliklerde ulaşılabilecek en iyi değerlere sahip olan çözüm (alternatif), "anti-ideal çözüm" ise tüm niteliklerde olası en kötü puanları alan alternatif olarak tanımlanmaktadır. Çoklu karar vermede, kriterler arası çatışma durumu nedeniyle ideal çözüme ulaşmak genelde mümkün olmadığından bir "uzlaşık" çözümden bahsedilir. ÇKKV yöntemlerinin bir kısmı, ideale olabildiğince yaklaşık olan bir çözüme

ulaşmaya çalışan "Uzlaşma (Compromising) Modeli"ni kullanırlar (Zeleny, 1982). C.L. Bu yöntemlerden Hwang ve K. Yoon tarafından geliştirilen " İdeal Çözüm Benzerlik yolu ile Tercih Sırasına Ulaşma Tekniği" (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution TOPSIS) ideal alternatife göreli yakınlığı en fazla olan alternatif seçme mantığına dayalıdır (Hwang ve Yoon, 1981). Bu yöntemde seçilen alternatif aynı anda hem ideal çözüme en yakın olan hem de anti-ideal çözüme en uzak olandır. Yöntemin esası her iki niteliğin de fayda niteliği olduğu varsayımıyla iki nitelikli bir uzayda Şekil 1'deki gibi açıklanabilir:



Şekil 1. İdeal ve ekşi/ideal çözümlere olan uzaklıkların iki boyutlu uzaklıkla gösterimi (Hwang ve Yoon, 1981)

Burada ideal, anti ideal ve diğer alternatifler yer almaktadır. A1 alternatifi diğer bir alternatif A2 ye göre ideal alternatife (A+) daha yakın olmakla birlikte, anti-ideal olana (A-) da daha yakındır ve TOPSIS'e göre uzlaşık çözüm değildir. İdeal nokta; en çok istenen, ağırlıklı, varsayımsal seçenek olarak tanımlanır. İdeal noktaya en yakın seçenek, en iyi seçenektir. Bu ayırım metrik uzaklık ile ölçülür.

Pozitif ideal nokta, ağırlıklandırılmış değerlerin en büyüğü; negatif ideal nokta, ağırlıklandırılmış değerlerin en küçüğüdür

$$s_{i+} = \left[ \sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_{+j})^2 \right]^{0.5} \quad (1)$$

$$s_{i-} = \left[ \sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_{-j})^2 \right]^{0.5} \quad (2)$$

bağıntılarıyla hesaplanır (Hwang ve Yoon, 1981).

$v_{ij}$  : i. seçeneğin j. ölçütü için normalleştirilmiş değerinin ağırlıkla çarpılarak elde edilen değeri.

İdeal çözüme ( $c_{i+}$ ) bağlı yakınlık;

$$c_{i+} = \frac{s_{i-}}{s_{i+} + s_{i-}} \quad (3)$$

#### 1.4.2. Basit Ağırlıklı Toplam (BAT) Yöntemi

BAT, ÇKKV yöntemleri içinde en çok kullanılan yöntemlerinden biridir ve herhangi bir karar probleminde karar vericinin değerlendirmek istediği olası çözüm kümesiyle tanımlanan bir gerçek fayda fonksiyonu kuramına dayanır. Yöntem, eklemeli fayda varsayımı ile tanımlanır ve her bir seçeneğin toplam değeri; ölçüt değerleri ve ağırlıklarına bağlı olarak elde edilen toplam değere eşittir. Buna göre, bir  $A_i$  seçeneğinin bütünleşik değeri için;

$$A_{SAW} = \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \quad (i=1,2,3,\dots,m) \quad (4)$$

Burada:

$A_{SAW}$  : n adet ölçütü bir arada değerlendiren bir fayda fonksiyonu

$a_{ij}$  : i. seçeneğin j. ölçütünün değeri

$w_j$  : j. ölçütün ağırlığı

BAT yönteminde, bir seçeneğin bütün öznitelik değerleri göz önünde bulundurulmaktadır ve toplama ve çarpma gibi düzenli işlemler kullanır. Bu yöntemde, öznitelik değerlerinin ve ağırlıkların rakamsal ve karşılaştırılabilir olması gerekmektedir (Yıldırım, 2014).

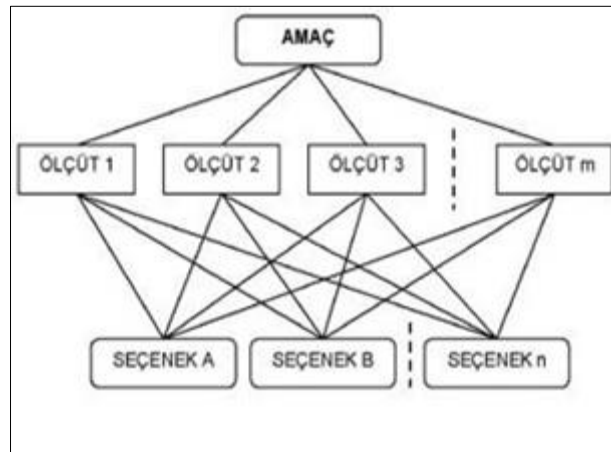
### 1.4.3. Analitik Hiyerarşi Yöntemi(AHY)

Analitik Hiyerarşi Yöntemi çok kriterli karar verme(ÇKKV) metotlarından birisidir ve 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiştir. AHY birden çok karmaşık karar problemlerinde kullanılmaktadır. Problemleri hiyerarşik yapıda ele alan ve ikili karşılaştırma mantığına dayanan çok kriterli bir karar verme yöntemidir (Saaty, 1989). Bu metot kullanıcıya karar verme sürecinde, probleme ait faktörlerin ve alt faktörleri bir arada değerlendirmesine yardımcı olur (Saaty, 1980; Yıldırım, 2009). AHP metodu nitel ve nicel faktörleri birlikte değerlendirilmesine olanak tanıyan ayrıca bireylerin ve grupların fikirlerini dikkate alan bir bilimdir (Saaty, 1989; Dağdeviren vd., 2005).

Karmaşık karar problemlerini oldukça basit bir işlem dâhilinde çözüme ulaştırmada uygun olarak kullanılan bu yöntem üç prensip temeline kurulmuştur: (Bhushan ve Rai, 2004).

1. Problemin belirlenip kriterlerin ve alt kriterlerin oluşturulması,
2. Kriterlerin üstünlüklerine göre değerlendirilmesi,
3. Ağırlıkların belirlenmesi, mantıksal tutarlılık

Analitik Hiyerarşi Yönteminin ilk aşamasında öncelikle probleme ait faktörler ve alt faktörler belirlenerek amaç, kriterler ve alt kriterler olarak hiyerarşik anlamda bir yapı oluşturulur (Şekil 2).



Şekil 2. AHY hiyerarşik modeli (Erden ve Coşkun, 2011)

AHP metodunun ikinci aşaması; ikili karşılaştırma yöntemiyle karşılaştırmalı karar verme ve tercih matrislerinin oluşturulmasıdır. İkili karşılaştırmalar, karar probleminde yer

alan elemanların önceliklerinin birbirleriyle karşılaştırılmasıyla bulunur. İkili karşılaştırma, karşılaştırılan elemanlarda bulunan herhangi bir ortak özellik ile ilgili tercih, önem ve benzerlik sırasının belirlenmesinde kullanıcının ele aldığı bir aşamadır. Karar verici Tablo 1’de görülen değerler ve tanımlara dayanarak puanlama yapar.

Tablo 1. AHY ikili karşılaştırma ölçeği (Erden ve Coşkun, 2011)

Önem Derecesi	Tanım
1	Eşit öneme sahip
2	Eşit ile orta arası önemde
3	Orta öneme sahip
4	Orta ve güçlü arası önemde
5	Güçlü öneme sahip
6	Güçlü ile çok güçlü arası önemde
7	Çok güçlü öneme sahip
8	Çok güçlü ile oldukça güçlü arası önemde
9	Çok çok güçlü öneme sahip

İkili karşılaştırma, karşılaştırılan elemanlarda bulunan herhangi bir ortak özellik ile ilgili tercih, önem ve benzerlik sırasının belirlenmesinde bireyin başvurduğu doğal bir süreçtir. İkili karşılaştırmalardan elde edilen yargılar AHP 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 vektörü Saaty (1980)’nin özvektör prosedürüne göre hesaplanır. Ağırlık vektörünün hesaplanması iki temel adımı içerir: Birincisi, ikili karşılaştırma matrisinin normalize edilmesi; ikincisi, normalize edilen değerlerden ağırlıkların hesaplanmasıdır. İkili karşılaştırma matrisindeki her bir sütunun elemanları, o sütunun toplam değerine bölünür. Böylece  $A_w = [a_{ij}]_{n \times n}$  olarak adlandırılan ve her sütundaki değerler toplamı 1’e eşit olan bir “Normalleştirilmiş İkili Karşılaştırma Matrisi” elde edilir. Normalleştirme işlemi tüm  $j=1,2,\dots,n$  için aşağıdaki eşitliğe göre yapılır (Saaty, 1989)

$$a_{ij}^* = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$$

(5)

Elde edilen Aw matrisinde, her bir satırda yer alan elemanların aritmetik ortalaması alınır. Ağırlıklar, tüm  $i= 1, 2, \dots, n$  değerleri için aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır: (Erden ve Coşkun, 2011)

$$a_{ij}^* = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (6)$$

Bu aritmetik ortalama  $(1 \times n)$  boyutlu matrisin ilgili satırını oluşturmaktadır. Bunun sonucu olarak,  $n$  boyutlu  $w$  ağırlık vektörü elde edilir: (Erden ve Coşkun, 2011)

$$w = [w_1, w_2, \dots, w_n]^T \quad (7)$$

Saaty (1980)'e göre ağırlık vektörü  $w$  ile ikili karşılaştırma matrisi  $A$  arasında aşağıdaki eşitlik mevcuttur (Erden ve Coşkun, 2011):

$$Aw = \lambda_{\max} w \quad (8)$$

$\lambda_{\max}$  değeri  $A$  matrisinin en büyük özdeğeri olarak adlandırılır. Bu terim ikili karşılaştırma matrisinin elemanları ile ağırlık vektörünün elemanlarının çarpılmasından oluşur.

$1$  değeri AHY içinde önemli bir parametredir ve Tutarlılık Oranı (TO)'nın (Consistency Ratio (CR)) hesaplanmasında bir temel katsayı olarak işlev görür. TO'nun hesaplanabilmesi için öncelikle bir Tutarlılık Katsayısı (TK)'nin hesaplanması gerekir. Saaty (1980)'e göre TK'nın hesaplanması için aşağıdaki eşitlik önerilmiştir: (Erden ve Coşkun, 2011)

$$TK = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (9)$$



Hesaplanan Tutarlılık Katsayısı (TK)'ndan anlamlı yorumlamalar yapabilmek amacıyla Saaty (1980) tarafından Tutarlılık Oranı (TO) terimi tanımlanmıştır (Erden ve Coşkun, 2011):

$$TO = \frac{TK}{RK} \quad (10)$$

Burada Rİ, Rastgele İndeks olarak adlandırılmaktadır. Rİ değerleri karşılaştırılan elemanların sayısına (n) bağlı olarak tablodaki değerleri alır (Saaty,1989).

Tablo 2. Rastgele indeks değerleri (Yıldırım, 2009)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Rİ	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Saaty (1980) tarafından, ayrıca, 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 hesaplanmalıdır (Erden ve Coşkun, 2011).

Bu uygulama kapsamında çevre kirletici faktörlerinin ağırlıklarını belirlemede ÇKKV yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin kullanılmasının nedeni;

- Çok karmaşık problemleri basit bir şekilde kullanılmasını sağlaması,
- Uygulamasının kolay bir şekilde olması,
- Bir karar probleminde hem objektif hem de sübjektif veriler kullanılarak karar verilebilmesi,
- Karar vericinin kararlarının tutarlılık derecesini ölçebilmesine olanak sağlaması,
- Grup kararlarında uygulanabilir olmasından dolayı uygulamada kullanılmak için seçilmiştir.

### 1.5. Türkiye’de Çevre Kirliliği Alanında Yapılan Çalışmalar

Türkiye’nin Avrupa Çevre Ajansı’na üyeliğine ilişkin “Türkiye’nin Avrupa Bilgi ve Gözlem Ağına Katılımı Anlaşması” Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti adına Çevre Bakanlığı tarafından imzalanmıştır. İlgili Kanun önceki hükümet döneminde hazırlanarak TBMM’ye sunulmuştur. Türkiye’nin Avrupa Çevre Ajansı’na (AÇA) karşı yükümlülükleri, Anlaşmanın yürürlüğe girmesini takip eden üç ay içinde başlaması hedeflenmiştir. Ülkemiz bu üç ay içinde kendi ulusal bilgi ağlarının ana elemanlarını ve yine aynı şekilde çevresel verilerini Avrupa Çevre Ajansına göndermekle yükümlü olduğu ifade edilmiştir (Çevre Bilgi Sistemleri Ön Rapor, 2002).

Ülkemizdeki, çevre ile ilgili bilgi erişim sistemi kurulması yönündeki çalışmalarda iki önemli konu üzerinde durulmuştur;

- Veri boşluğunun doldurulması
- Mevcut bilgilerin geliştirilmesi

Bu amaçla gerek ulusal gerekse uluslararası kaynaklardan desteklenen çeşitli projeler hazırlanmış ve bu projelerle ilgili bilgiler özetlenmiştir:

1. “Türkiye Çevre ve Kalkınma Gözlemevi Projesi” Avrupa Birliği LIFE programından desteklenmiştir (Çevre Bilgi Sistemleri Ön Rapor, 2002).
2. 1999 yılında Çevre Bakanlığı Çevre Fonundan finanse edilen Ulusal Çevre Veri Tabanı Projesini başlatmış ve bu proje 2002 yılında Genel Bütçe kaynaklarından desteklemek üzere Yatırım Programına alınmıştır. Projenin amacı, veri tabanına esas olacak mevcut çevre envanterlerinin belirlenerek ihtiyaç duyulan verilerin, bunları toplama biçimleri ve kullanılabilir hale getirme yöntemlerinin ortaya konulması ve uygulanmasıdır. Bu amaçla daha önce başlatılan çalışmalarda çeşitli kurum ve kuruluşlar tarafından ülke genelinde ve yerel düzeyde toplanan verilerin sınıflandırılması tamamlanmış olup, proje ile bu verilerin eksiksiz, güvenilir ve karşılaştırmalı analizlere imkân verecek şekilde toplanarak, kullanıcılara ulaştırılması için gereken altyapının (sistem, iletişim ve insan gücü) geliştirilmesi hedeflenmiştir. Ancak, Söz konusu çalışmalar Çevre Bakanlığınca başlatılamamış ve tamamlanamamıştır. Ancak bu konu aşağıda Madde 3’te verilen proje ile tekrar ele alınmakta ve bu çalışmaların AB standartlarına uygun olarak tamamlanması için gerekli planlama yapılmıştır (Çevre Bilgi Sistemleri Ön Rapor, 2002).

3. Çevre Bakanlığınca Türkiye-AB 2002 Mali İşbirliği Programlaması kapsamında yukarıda Madde 2’de anlatılan çalışmaların yapılması gündeme getirilmiş olup, AB den bu konuda finansman desteği sağlanması Avrupa Çevre Ajansına üyeliğimizin TBMM’nde kabulünü müteakip mümkün olabileceği düşünülmüştür. Sağlanacak olan bu destek ile gerçekleştirilmesi tasarlanan proje aktiviteleri şunlar olmuştur:

- Çevresel veri ile ilgili mevcut durumun tespiti,
- Çevresel verinin elde edilmesi, işlenmesi ve raporlanması ile ilgili rehberlerin hazırlanması, varolan veri tanımlarının raporlama kurallarına uyumlaştırılması,
- Ulusal veri sözlüğünün hazırlanması,
- EIONET ulusal odak noktasının kurularak varolan veri tabanı ve yazılımların ulusal odak noktası gereksinimlerine adapte edilmesi ve kurulacak sistemle ilgili eğitim programlarının düzenlenmesi,
- CORINE metodolojisi ile çok amaçlı arazi kullanım sınıflandırmasının yapılması,
- Var olan biyoçeşitlilik veri tabanlarının birleştirilmesi,
- CITES yükümlülüklerimizi yerine getirebilmek amacıyla, tehlike altında olan türlerle ilgili bilgileri kapsayan yayınların hazırlanması (Çevre Bilgi Sistemleri Ön Rapor, 2002).

Çevre kirliliği alanında yapılan önemli çalışmalardan birisi 1999 yılında Prof. Dr. Tahsin Yomralıoğlu’nun Değirmendere Havzasında çevresel bilgi sistemleri için model-altlık tasarımı çalışmasıdır. Kentin içme suyunu sağlayan ve İç Anadolu’ya açılan kapısı olan Değirmendere vadisinin süratle kirlenmesi, doğal ve estetik açıdan yapısının bozulması bu alanda çalışma yapılmasını önemli kılmıştır. Bu bozulmayı azaltabilmek için Karadeniz Teknik Üniversitesi 1998 yılında; Trabzon Valiliği desteğini alarak, Trabzon-Değirmendere Vadisi Çevre Düzenleme Projesini (DEVAÇED) başlatmıştır. Projenin amacı: çok amaçlı bir çevre düzenlemesi olarak Trabzon-Değirmendere Vadisi’nin Maçka-Karadeniz arasında kalan 30 km’lik kısmının uygun görülen genişlikte ele alınarak ulaşım, temiz su ve atık isale tesisleri yapımı, akarsu yatağı kullanımı, çevre, mülkiyet yapısı, imar ve yerleşme açısından incelenmesi ve yeniden düzenlenmesi, doğal güzelliklerin ve köprü, değirmen, çeşme vb. tarihi yapıların korunması, planlarının hazırlanması, böylece, çevre

halkının doğal ortamdaki sağlıklı bir şekilde yararlanmasını sağlayarak kamu yararına yapılan bir çalışma niteliği kazanmıştır (Yomralıoğlu ve Akça, 1999).

Türkiye’de var olan bir diğer çalışma 2002 yılında 2. Coğrafi Bilişim Günleri Sempozyumundaki Dr. Bilgehan Nas ve Doç. Dr. Ali Berktaş tarafından yapılan Çevre Problemlerinin Çözümünde Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanımına ait çalışmadır. Yapılan bu çalışmada ülkemizdeki çevre mühendisleri açısından yeni bir çalışma alanı olan CBS’nin çevre problemlerinin çözümünde kullanım alanlarından olan, katı atık depo alanları yer tespiti, hava kirliliğinin izlenmesi ve modellenmesi, gürültü kirliliği, yeraltı suyu yönetimi ve modellenmesi ve ayrıca çevresel etki değerlendirmesi çalışmalarındaki kullanımına önemle değinilmiştir (Nas ve Berktaş, 2002).

Diğer bir çalışma ise Ogün Baştürk tarafından yapılan Sakarya Nehrinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Kirlilik Yükünün Belirlenmesi yüksek lisans tezidir. Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak nehir boyunca kirliliğe sebep olan etkenler belirlenerek bir model oluşturulmuştur (Baştürk, 2006).

Türkiye genelindeki bir diğer çalışma, “Su Havzalarına Yönelik CBS Veritabanı Modellemesi: Trabzon Galyan Vadisi Örneği”dir. Bu çalışmada, Trabzon iline içme suyu sağlayacak olan Atasu barajını bünyesinde barındıran “Galyan Vadisi” ne yönelik farklı meslek gruplarının ihtiyacı olan konumsal veri tabanının oluşturulmasına yönelik bir sistem tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bu havzaya yönelik farklı meslek disiplinlerine ait olacak konumsal analizler CBS ortamında gerçekleştirilerek heyelana duyarlı alanlar, eğitim grupları, çevresel kirlenmeye maruz kalabilecek risk bölgeleri gibi planlama için gerekli karar parametreleri bu çalışma kapsamında tespit edilmiş ve uygulama dahilinde incelenmiştir (Nişancı vd., 2007).

2007 yılında Şeyma Ordu ve Ahmet Demir tarafından Ergene Havzasına ait çevre bilgi sistemi çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada Ergene Havzası Çevre Bilgi Sistemi oluşturma çalışmasının uygulama aşamasında, ekran haritası üzerinde tasarlanan çeşitli sorgulama ve analizler (tematik harita oluşturma, tampon bölge oluşturma) yapılarak sistemin beklentileri karşılayıp karşılamadığı kontrol edilmiştir (Ordu ve Demir, 2007).

2008 yılında Gökçe Torun tarafından “Sürdürülebilir Gelişme bağlamında Havza Planlaması ve Yönetimi: Alibey İçme Suyu Havzası Örneği” adlı yüksek lisans tezi bulunmaktadır. Bu çalışma ile sürdürülebilirlik kavramı ve açılımı, bölge planlama anlayışının sürdürülebilirlik ve planlama için önemi, havza planlama ve yönetimi konuları vurgulanmıştır. Bu çalışmayla birlikte farklı ülkelerde havza koruma politikaları ile

Türkiye’de havza planlamanın altlığını oluşturan yasal çerçeve ve yönetim boyutu değerlendirilmiş ve çalışma alanı olarak seçilen Alibey Havzasında havza planlama adına coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak analizler yapılmıştır (Torun, 2008).

Yine ülkemizde yapılan bir diğer çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemi destekli bir kentsel hava kalitesi yönetim sistemidir. Bu çalışmada büyük kentlerde hava kirliliğine sebep olan emisyonların belirlenmesi ve bu emisyonların oluşturduğu hava kalitesi seviyelerinin bilinmesi oldukça önemlidir. Bunun için yerel yönetimler tarafından hava kalitesi yönetim planlarının oluşturulması gerekmektedir. Hava kalitesi yönetiminin en büyük bileşenlerinden biriside Coğrafi Bilgi sistemlerinin(CBS) kullanılmasıyla oluşturulan karar verme sistemleridir. Bu sistemler kirletici emisyonlarının ve hava kalitesi seviyelerinin zamana ve mekâna bağlı olarak dağılımlarını hesaplamak için gerekli olan verileri, dijital haritaları ve dağılım modellerini içermektedir. Hesaplanan emisyonlar ve dış hava kalitesi seviyeleri Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak oluşturulan haritalar ve veri tabanları aracılığıyla kıyaslanabilmektedir. Bu sayede elde edilen veriler ihtiyaç duyulan alanlarda kullanılabilir (Elbir vd., 2009).

Derya Özalp tarafından 2009 yılında Yapılan “Doğu Karadeniz Havzası’nda Yayılı Kirletici Kaynakların Belirlenmesi ve Yönetim Önerileri” adlı çalışmada Doğu Karadeniz Havzası’nda, yayılı kirletici kaynaklardan alıcı ortamlara ulaşabilecek besi maddesi yüklerinin tahmin edilmesi, su kaynaklarına ulanan yayılı kirliliğin önlenmesi ve azaltılması amacı ile yayılı kirleticilerin yönetimi için öneriler getirilmesi, getirilen bu önerilerin uygulanabilirliğinin ortaya konularak havzadan kaynaklanan yayılı besi maddesi (toplam azot ve toplam fosfor-TP) yüklerinin ne kadar azaltılabileceğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Doğu Karadeniz Havzası’ndaki yayılı toplam azot(TN) kirliliğinin baskın olarak tarımsal faaliyetlerden ve hayvan yetiştiriciliğinden kaynaklandığı ortaya konulmuştur (Özalp, 2009).

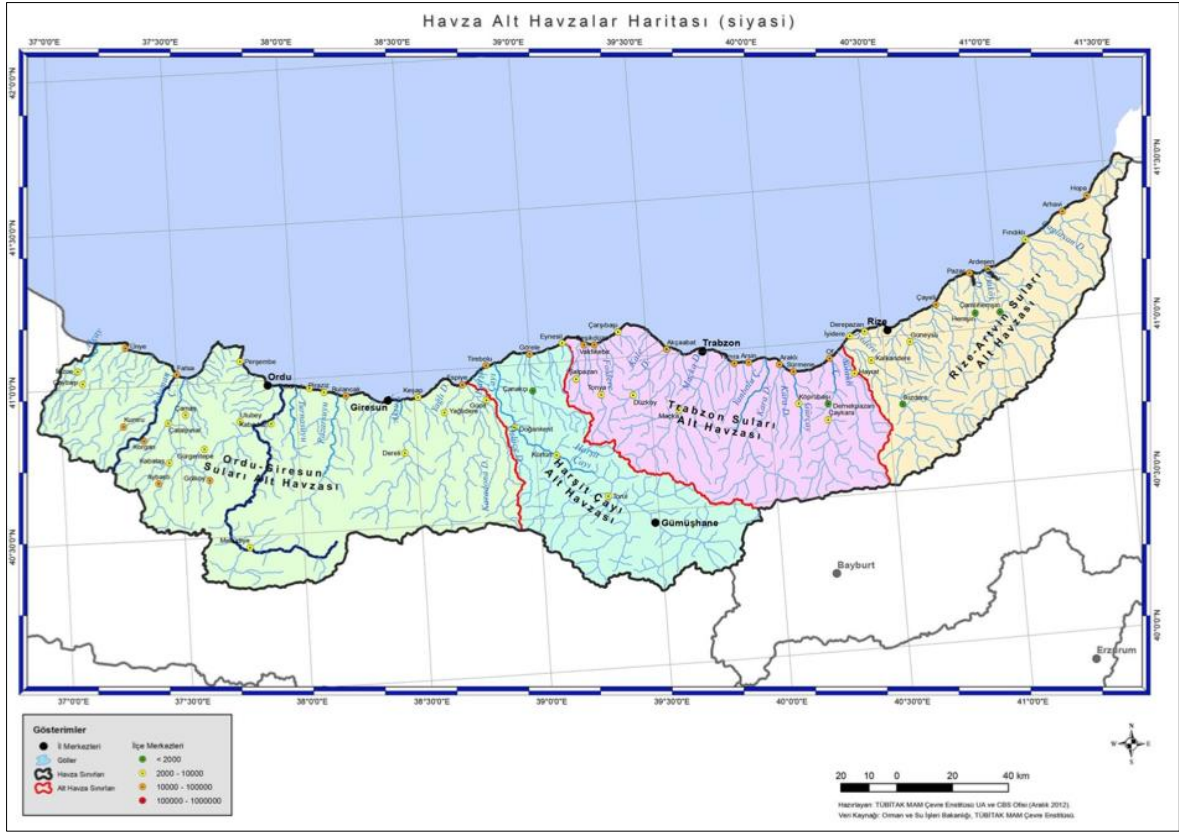
2009 yılında yapılan bir diğer çalışma ise TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresinde Dursun Zafer Şeker tarafından sunulan “CBS’nin Havza Yönetimi Çalışmalarında Uygulanması’ konulu bildiridir. Bu çalışmada orta ve büyük ölçekteki bir havzanın çevresel karakteristiklerinin CBS desteğiyle nasıl gerçekleştirileceği tasarlanmıştır. Çalışma bölgesi olarak Melen Havzası seçilmiştir ve CBS ile Uzaktan Algılama teknikleriyle inceleme yapılmıştır (Şeker vd., 2009).

2011 yılında Emel Topuz, İlhan Talınlı ve Egemen Aydın tarafından “Integration of environmental and human health risk assessment for industries using hazardous materials:

a quantitative multi criteria approach for environmental decision makers” konulu bir çalışma bulunmaktadır. Bu çalışma ile sanayi için tehlikeli malzemeler kullanılarak çevre ve insan sağlığı risk değerlendirmesine nicel ve direktif sonuçları ile çevresel karar vericileri desteklemek amacıyla entegre bir yaklaşım önermek tasarlanmıştır. Analitik hiyerarşi süreci ve bulanık mantık bu çalışma kapsamında çevre ve kesin olmayan veri karmaşıklığı neden olan sorunları ele alan araçlar kullanılarak risk sınıflarına bağlı olarak risk kaynaklarının birbirlerine yönelik öncelikleri belirlenerek birbirlerine göre derecelerinin tespit edilebileceğinin mümkün olacağı belirlenmiştir (Topuz vd., 2011).

2011 yılındaki TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresine “Çevre Yönetimi Amacıyla Kurulacak bir CBS’nin Kavramsal Tasarımı: Küçükçekmece Örneği” konulu çalışma mevcuttur. Bu çalışma Küçükçekmece’nin sahip olduğu önemli doğal yapıya, çevresel zenginliğe ve hassas ekosisteme rağmen yoğun kentleşme, endüstrileşme ve en önemli besleyici kollarından Sazlıdere üzerine kurulan Sazlıdere Barajı gibi birçok antropojenik etkenden kaynaklı kirlenmenin belirlenmesi amaçlı tasarlanmıştır. Çalışmanın amacı çevresel baskılardan dolayı ortaya çıkan kirlenmeyi bütünlük anlamında önlemek adına kurulacak bir yönetim sisteminin temelini coğrafi bilgi sistemini oturtabilmek ve problemlerin çözümünde ihtiyaç duyulacak veri modelini tasarlamak olmuştur (Dikerler, vd., 2011).

2013 yılında TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü Projesi olarak TC. Orman ve Su İşleri Bakanlığı sahipliğinde Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi kapsamında Doğu Karadeniz Havzası Koruma Eylem Planı tamamlanmış ve taslak rapor şeklinde bakanlığa sunulmuştur. Bu proje kapsamında bölge havzasının özellikleri tanımlanmış ve CBS teknolojilerinden yararlanılarak elde edilen veriler bir coğrafi veritabanında bütünleştirilerek sonuç ürünler haritalar ve raporlar şeklinde hazırlanmıştır. Doğu Karadeniz Havzası Koruma Eylem Planı Projesine göre, havza yönetimi kapsamında havzanın toplam alanı Şekil 3’te görüldüğü üzere 4 alt havzaya ayrılmıştır (HKEPHP, 2013). Havza Koruma Eylem Planında 4 alt havzadan biri olan ‘Trabzon Suları Alt Havzası’ aynı zamanda bu önerilen havza koruma eylem planına dâhil edilmiştir (HKEPHP, 2013; SYGM, 2014).



Şekil 3. Doğu Karadeniz havzası alt havzalar haritası (HKEPHP, 2013).

Sema Seda Özgümüş, Beytullah Öz, Erdal Karadurmuş tarafından “Çorum Derinçay Kirlenici Kaynak Analizi ve Sonuçlarının Coğrafi Bilgi Sistemleriyle Değerlendirilmesi” adlı makale bulunmaktadır. Bu çalışmada, içme, kullanma ve atık sulardaki mikrobiyolojik özelliklerle ilgili yapılan analizler esas alınarak, Çorum il merkezine bağlı yerleşim alanları ve Derinçay deresine atık bırakan atık su kaynakları, tuğla ve kiremit fabrikaları baca emisyonları, değişik periyotlarda atık türüne bağlı olarak örneklerle ve analizlerle birlikte ArcGIS programında değerlendirilmiştir (Özgümüş, vd., 2014).

Yapılan bir başka çalışma ise, Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi’dir. Havza Koruma Eylem Planları (HKEP) hazırlanması çalışmaları ile Avrupa Birliği (AB) adaylık sürecinde olan Türkiye için tüm AB su direktiflerinin çerçevesini oluşturan ve 2000 yılında yürürlüğe giren Su Çerçeve Direktifi’nin gereklerinin yerine getirilmesine katkı sağlayacak olan Nehir Havzası Yönetim Planlarının oluşturulması ve uygulanabilmesi amaçlanmaktadır. Türkiye’de 25 adet hidrolojik havza bulunup, bu havzalardaki su kaynaklarının korunması ve kullanma planlarının yapılması gerekmektedir. Havzalardaki kirlilik durumu, baskı ve etkiler, içme suyu kaynakları ve

korunan alanlar dikkate alınarak ÇOB tarafından havzalarda önceliklendirme yapılmıştır. Yapılan önceliklendirme doğrultusunda 25 adet hidrolojik havza içerisinde, 11'inin koruma eylem planının hazırlanması işi "Türkiye' deki 11 Havzanın Havza Koruma Eylem Planları Hazırlanması" isimli proje kapsamında ÇOB Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü (ÇYGM) tarafından, TÜBİTAK'ın proje yürütücülüğünde başlatılmıştır (SYGM, 2014).

### **1.6. Dünya'daki Çevre Kirliliği Alanında Yapılan Çalışmalar**

Çevre konusunda küresel ölçekte yapılan ilk değerlendirme, 1972 yılında 5-16 Haziran tarihleri arasında Stockholm'de düzenlenen "Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı"dır. Stockholm Konferansında alınan karara uygun olarak BM Genel Kurulu tarafından 12 Aralık 1972'de BM Çevre Programı (UNEP) kurulmuştur. Söz konusu Konferansın ardından çevrenin korunmasına yönelik politika, plan ve projeler Birleşmiş Milletler ve bağlı kuruluşlarından başlayarak, diğer bölgesel nitelikteki kuruluşlar olan; İktisadi İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD), Avrupa Güvenlik ve İşbirliği Teşkilatı (AGİT), Avrupa Konseyi, Avrupa Topluluğu (AT), IMF ve Dünya Bankası, Gümrükler ve Tarifeler Genel Anlaşmasına (GATT) kadar uzanan geniş bir yelpaze içinde ele alınmaya çalışılmıştır (Çevre Bilgi Sistemleri Ön Rapor, 2002).

Mart 2000 tarihinde Hollanda'nın den Haag kentinde toplanan "2. Dünya Su Forumu", Dünya su krizini uluslararası gündemin üst sıralarına taşımıştır. Konferans, gıda güvenliği ve çevresel güvenliğin sağlanması için "su güvenliği" hedefini ortaya atmıştır. Forum'un anahtar mesajı "Su herkesi ilgilendirir" (Water is Everyone's business) argümanıdır. Yoksulluk ve su güvenliği ilişkisi, sürdürülebilir kalkınma ile ilgili uluslararası tartışmalarda odak noktalardan biri haline gelmiştir. Bu forum su krizinin yönetim krizi olduğunu vurgulamış ve "Bütünleşik su kaynakları yönetimi" "etkin su yönetimi"nin çerçevesi halini almıştır. Bu noktada su kaynakları yönetiminin "havza bazlı yönetim" esasına dayanması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda, Avrupa Birliği de su politikalarını biçimlendirmiş ve Aralık 2000 tarihinde yürürlüğe giren "Su Çerçeve Direktifi (SÇD)" (2000/60/EC) ile havza bazlı yönetim yaklaşımını benimsediğini ilan etmiştir. Direktif, tüm AB sınırları içerisindeki su kaynaklarının sadece kantitatif olarak değil, kalitatif olarak da korunmasını ve kontrol edilmesini hedeflemektedir. Böylece, Avrupa sularının, ortak bir standartta göre korunması için kapsamlı bir politika ortaya konmuştur. Üye ülkeler, direktifle ilgili uygulama planlarını 2003 yılına kadar



oluşturmak zorundadırlar. 2015’de ise tanımlanmış çevresel hedeflere erişimin gerçekleşmesi ve ilk yönetim döngüsünün 2021 yılında tamamlanması planlanmaktadır. 2027 yılında ise uygulamalarda oluşan aksaklıklar giderilerek ikinci yönetim döngüsü tamamlanmış olacaktır. Tüm bu planlama ve uygulama takvimi AB üye ülkelerinin benimsenen ortak uygulama stratejisi doğrultusunda yapılacaktır. 26 Ağustos-3 Eylül 2002 tarihleri arasında Güney Afrika, Johannesburg’da toplanan “Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi’nde dünya su krizi en çok değinilen konulardan biri olmuştur. Zirve sonucunda, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi için doğal kaynakların yönetiminin de sürdürülebilir ve bütünlük bir temele oturtulması gerektiği ifade edilmiştir (Çevre Bilgi Sistemleri Ön Rapor, 2002).

Çevre kirliliğiyle ilgili dünyada yapılmış diğer örnekler tablo halinde aşağıda gösterilmektedir. Tabloya bakarak yapılan çalışma ve bu çalışmayla ilgili sonuçlar görülebilmektedir (Tablo 3).

Tablo 3. Çevre kirliliği ile ilgili dünyada yapılan çalışmalar

Yapan	Yıl	Ülke	Konu	Amaç	Faktörler	Sonuç
Zhang, Hammerlinck, Gloss, Munn	1996	Wyoming Goshen Vadoz bölgesi	Determination of Nonpoint-Source Pollution Using GIS and Numerical Models	Değiştirilmiş DRASTIC modelinin Wyoming, Goshen ülkesinde uygulanarak yeraltı suyu kirlenme duyarlılığının değerlendirilmesi	Derinlik, yeraltı suyu, net beslenme, hidrojeolojik uyum, Vadoz bölge toprak özellikleri, arazi yüzeyi eğimi ve doymuş hidrolik iletkenlik	Sayısal modelleme sonucunda geliştirilen yeraltı suları endeksli duyarlılık haritaları üretilmiştir
Briggs, Collins, Elliott, Fischer, Kingham, Le Bret, Pyl, Reeuwijk, Smallbone ve Veen	1997	Amsterdam, Hudders ve Prag	Bir regresyon temelli yaklaşım: CBS kullanılarak kentsel hava kirliliğini Haritalama	AB tarafından finanse edilen SAVIAH projesi bir regresyon tabanlı haritalama metodolojisi çerçevesinde trafik ile ilişkili hava kirliliğine sebep olan NO <sup>2</sup> nin her bir merkezde ölçümünün yapılaması ve CBS ortamında değerlendirilmesi	Hava kirliliği düzeyleri, yol ağı, trafik hacmi, arazi örtüsü, yükseklik ve diğer yerel belirlenmiş özellikler, NO <sup>2</sup> ölçümleri	Bireysel ölçüm dönemler için tahminler doğruluğu daha değişken olsa bile içinde izlenen kirlilik seviyelerinin son derece iyi tahminler ürettiği haritalarda gösterilmiştir
Kousa, Kukkonen, Karppinen, Aarnio, Koskentalo	2002	Helsinki Metropolitan Alanı	Bir kentsel alanda ortam hava kirliliği ve nüfus poz değerlendirmesi için geliştirilen bir model	Matematiksel bir model ile kişiye bağlı kirliliği belirlemek yerine içinde analiz makul doğruluğu farklı mikro çevrelerde hava kirliliği çevre kent nüfusunun ortalama maruz kalma süresinde mekânsal ve zamansal değişimlerini değerlendirmek	NO <sup>2</sup> konsantrasyonları	Ortam hava NO <sup>2</sup> konsantrasyonlarının mekânsal ve zamansal (günlük) varyasyon, nüfus yoğunluğu ve gelen ortalama maruziyeti tespit edilmiştir. Modelleme sistemi kullanımı Helsinki Metropolitan Alanı için sayısal sonuçlar sunarak tasvir edilmiştir.
Scoggins, Kjellstrom, Fisher, Connor, Gimson	2003	Yeni Zelanda Auckland	Yıllık hava kirliliği maruz kalma ve ölüm mekânsal analizi	Auckland, Yeni Zelanda mortalite ortam ile hava kirliliği düzeylerini ilişkilendirmek	Uzun süreli maruz kalma değeri, cinsiyet, etnik köken, sosyo - ekonomik statü ve yerel dışı konut artışı	Kötü hava kalitesine maruz kalma, hatta mevcut standartları seviyelerde halk sağlığı için bir tehlike arz eden kirlilik tespiti yapıp belirlenmiştir
Lia, Lee, Wong, Shi, Thornton	2003	Hong Kong Kowloon kentsel toprakları	CBS tabanlı bir yaklaşım kullanarak Hong Kong kentsel topraklarda metal kirlilik çalışma	Kentsel topraklardaki metal kirlilik alanlarının tespit edilmesi	Yüzey topraklarda kuvvetli asit ekstraksiyondan oluşan 'toplam' metaller (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb ve Zn)	Kowloon alan topraklarında metal kirliticilerin ortak kaynakları olduğunu düşündüren Ni, Cu, Pb, Zn olarak bulunmuştur ve CBS ile topraklardaki metal kirlilik alanları tespit edilmiştir. CSB ile de kentsel topraklardaki metal kirlilik alanları belirlenmiştir.
Zhang	2005	İrlanda Galway	Çok değişkenli analizler ve CBS yardımıyla Galway, İrlanda kentsel topraklarında kirliticilerin ve bunların mekânsal desenlerinin belirlenmesi	Galway'in 166 yüzey topraklarından alınan örnekler analiz edilerek Çok değişkenli istatistik ve CBS teknikleri öğeleri sınıflandırmasıyla kirlilik riski altında olan alanların belirlenmesi	Yüzey toprak numuneleri	Yüksek konsantrasyonlarda Cu, Pb, Zn; şehir merkezinde, eski yerleşim alanlarında, önemli trafik yolları boyunca trafik kirliliğinin önemli etkilerini gösteren alanlar bulunmuştur

Tablo 3'ün devamı

Ying, Guang-Ming, Gui-Qui, Lin, Ke-Lin, Dao-You	2007	China Hunan	Combining AHP with GIS in synthetic evaluation of eco-environment quality: A case study of Hunan Province, China	CBS'nin bölgesel eko-çevre değerlendirme çalışmalarındaki bir uygulamasının yapılması	Sentetik değerlendirme indeksi sistemi, doğal çevre, afet, çevre kirliliği ve sosyal ekonomik faktörler	CBS tarafından desteklenen değerlendirme birimi bölgesel çevre bilgi sistemi veritabanı ve eko-çevresel kalitesi üretilmiştir. AHY ,eko-çevre değerlendirme endeksi yöntemi ve mekansal analiz çalışma alanında eko-çevre kalitesi değerlendirmesine entegre edilmiştir.
Zhang, Luo, Xu, Ledwith	2008	İrlanda Galwey	Yerel Moran I ve CBS Kullanımı ile İrlanda, Galwey kentsel topraklarda Pb kirlilik noktaları tespit etme	İrlanda Galwey City kentsel topraklarında Pb konsantrasyonları kullanılarak kirlilik noktalarının tanımlanması araştırılması ve hotspot kimlik sonuçlarına etkileyen faktörlerin belirlenmesi	Pb konsantrasyonu	Pb kirlilik noktaları ağırlık fonksiyonu, veri dönüşümü ve aşırı değerlerin varlığının tanımı ile belirlenmiştir ve kirlilik noktaları (uç değerler) yeniden analiz ve yeniden örnekleme ile doğrulanmıştır
Grayson, Kay, Foulger	2008	UK, Yorkshire region	The use of GIS and multi-criteria evaluation (MCE) to identify agricultural land management practices which cause surface water pollution in drinking water supply catchments	GIS tabanlı modelleme tekniği kullanılarak su kalitesinin mevcut olduğu alanların tespit edilmesi	Mevcut su kalitesi konsantrasyonları	Suyun renk tahminini belirlemek için herhangi bir model geliştirilmediği için suyun renk konsantrasyonlarının tahmin etme kapasitesine sahip olan bir MCDA tekniği kullanılmıştır. Ayrıca pestisit ve nitrat konsantrasyonlarının belirlenmiştir.
Li, Shi, Yin, Zhu, Ng, Cai, Lei	2009	China Danjiangkou Rezervuar Alanı	A fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) approach to eco-environmental vulnerability assessment for the danjiangkou reservoir area, China	Çin'in Danjiangkou Rezervuar Alanı(DRA) üzerinde yoğunlaşarak çevre bilgi sistemi veritabanı kurmak ve bu veritabanına dayalı olarak bir eko-çevre savunma değerlendirme yöntemi Bulanık AHP ve CBS entegrasyonu kullanılarak DRA geliştirmek	Eko-çevre koşulları ve antropik etkiler (güvenlik, potansiyel, hafif, orta, ağır, çok ağır)	Danjiangkou Rezervuar Alanı(DRA) için eko-çevresel hassasiyet olumlu olduğu tespit edilmiştir
Malmasi, Jozi, Monavari, Jafarian	2010	Mahshahr Özel Ekonomik Bölgesi	Ecological Impact Analysis on Mahshahr Petrochemical Industries Using Analytic Hierarchy Process Method	Mahshahr Özel Ekonomik Bölgesi'nde mevcut habitatlar üzerindeki bölgesel önemli biyolojik çeşitlilik ve ekolojik değerli türler ile ilgili petrokimya sanayinin çevresel olumsuz etkilerinin belirlenmesi ve petrokimya sanayi etkilerine benzer şekilde bölgesel örneklemeyle kirleticiler analiz edilmesi ve incelenmesi	Petrokimya sanayi atıkları	Petrokimya endüstrisi kirleticileri özellikle ağır metaller, yağ ve gres, Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Toplam Askıda Katı Madde (AKM) içeren atık sularla ilgili tanımlanan kriterler AHP metodu kullanılarak belirlenmiştir
Gulliver and Briggs	2011	UK, London	A simple model of urban air pollution	Matematiksel modelleme ile kentsel alanlarda çevresel kirlilik riskini tahmin etmek	Hava Kirliliği konsantrasyonları	Kentsel alanlarda çevreye ait hava kirliliği risk alanlarının modellenmesi yapılmıştır

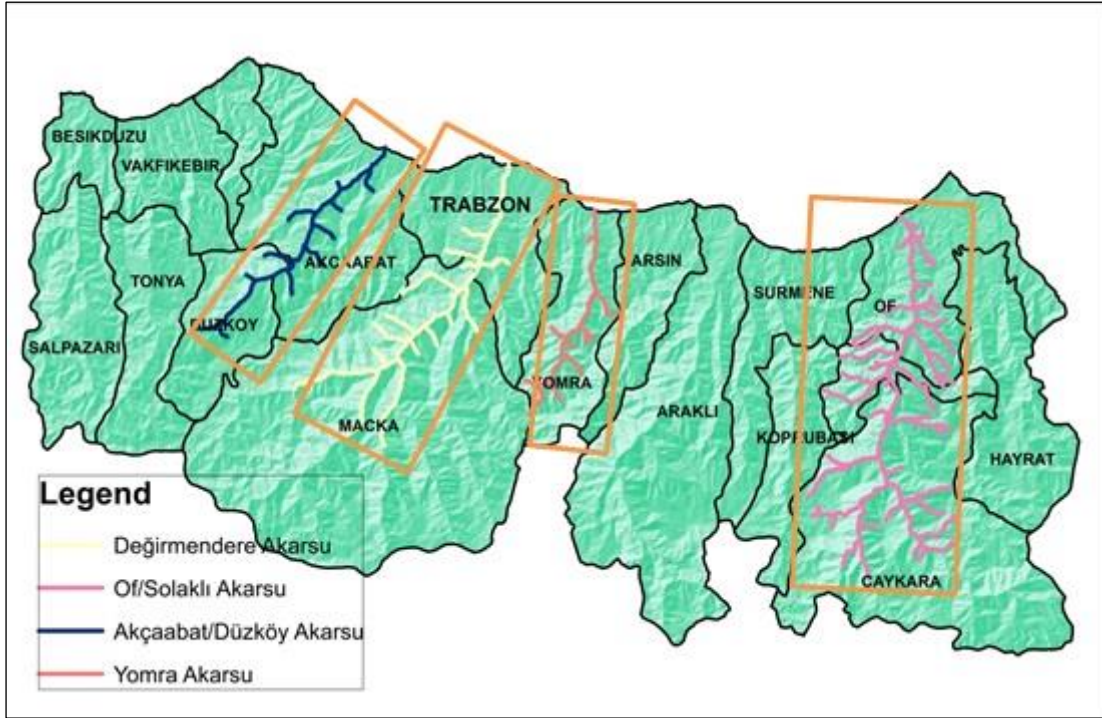
Tablo 3'ün devamı

Huang, Keisler, Linkov	2011		Multi-criteria decision analysis in environmental sciences: Ten years of applications and trends	Çevre projelerine yönelik çok kriterli karar analizi(MCDA) uygulamalarının belirlenmesi	300ün üzerinde yayınlanmış MCDA uygulamaları	2000 ve 2009 yılları arasında çevre alanında MCDA raporlama uygulamaları ve Science veritabanı Web sorguları ile bir dizi tespit edilmiştir. Analitik Hiyerarşi yöntemi ile birlikte farklılıklar tespit edilmiştir
Azapagic, Chalabi, Fletcher, Grundy, Jones, Leonardi, Ossammor, Sharifi, Swithenbank, Tiwary, Vardoulakis	2013	United Kingdom Sheffield	An integrated approach to assessing the environmental and health impacts of pollution in the urban environment: Methodology and a case study	Kentsel kirlilik sürdürülebilir yönetimi için yeni bir karar destek metodolojisi ve yazılım aracı sunulması	NOx, SO2 and PM10	Bir dizi farklı yöntem ve araçları CBS, LCA, kader ve ulaşım modellemesi, sağlık etki değerlendirmesi ve çok kriterli karar analizi de dâhil olmak üzere aynı platform içinde entegre edilmiştir.
Bagdanaviciute ve Valiunas	2013	Litvanya Litvanya'nın doğusu	GIS-based land suitability analysis integrating multi-criteria evaluation for the allocation of Potential sources	Yeryüzünde veya yer altında bulunan kirlilik kaynaklarının çevre kalitesini olumsuz yönde etkilemesi; potansiyel kirlilik kaynaklarının çevre koşullarını değerlendirmede etkisinin olup olmadığı	CBS tabanlı arazi uygunluk analizi 16 faktör tespit edilerek çevre koruma, arazi kullanım ve mekânsal planlama	Analytic Hierarchy Process(AHP) metodu kullanılarak ve CBS kullanılarak haritalar üretilmiştir
Romanelli, Esquius, Massone, Escalante	2013	Arjantin Pampean lakes	GIS-based pollution hazard mapping and assessment framework of shallow lakes: southeastern Pampean lakes (Argentina) as a case study	Arjantin'in Güneydoğu Pampa Ovası Threeshallow göl ekosistemleri önerilen indeksin yararlılığını ve uygulanabilirliğinin test edilmesi	Arazi örtüsü, arazi eğimi, yönü ve toprak ortamı	CBS tabanlı Potansiyel Kirlenici Yük ve Göl Kirlilik Tehlikesi İndeksi (LPHI) potansiyel kirlilik tehlikesinin haritalanmıştır ve Potansiyel Kirlenici Yük ve Gölü Güvenlik arasındaki etkileşim sığ göller için önerilmiştir.

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Uygulama Alanının Seçimi

Bu uygulama Türkiye'nin kuzey doğusundaki Doğu Karadeniz bölgesinin en büyük 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. Ancak bu çalışma kapsamında Trabzon İli'nde yer alan 4 büyük ana akarsu vadisi çalışmaya konu olmuştur. Bu vadiler Trabzon İli'nin 4 gelişmiş Değirmendere, Of/Solaklı, Yomra ve Akçaabat/Düzköy vadileridir. Bu vadilerden Değirmendere vadisi içlerindeki en büyük vadi olmakla beraber iç bölgelerdeki illere bağlantı karayolunu oluşturan geçiş güzergâhı üzerindedir. Bu sebeple akarsu vadisi boyunca yoğun bir endüstriyel yapılaşma mevcuttur. Vadi boyunca taş ocakları ve hidroelektrik santralleri gibi işletmeler de yoğun bir şekilde kurulmuştur. Yomra vadisi ise giderek endüstriyel tesislerin artmaya başladığı diğer vadilere nazaran işletmelerin pek olmadığı görülen bir vadi özelliğindedir. Of-Solaklı ve Düzköy vadileri ise bu iki vadiye nazaran daha az endüstriyel yapılaşmanın olduğu ancak işletme tesislerinin özellikle Of/Solaklı vadisi genelinde yayıldığı vadiler olarak görülmektedir. Tüm bu özellikler doğrultusunda kirletici etmenlere yönelik vadilerin kıyaslanması tasarlanıp bu çalışmaya konu olarak seçilmişlerdir. Uygulamanın yapılacağı çalışma alanı Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Çalışma alanı

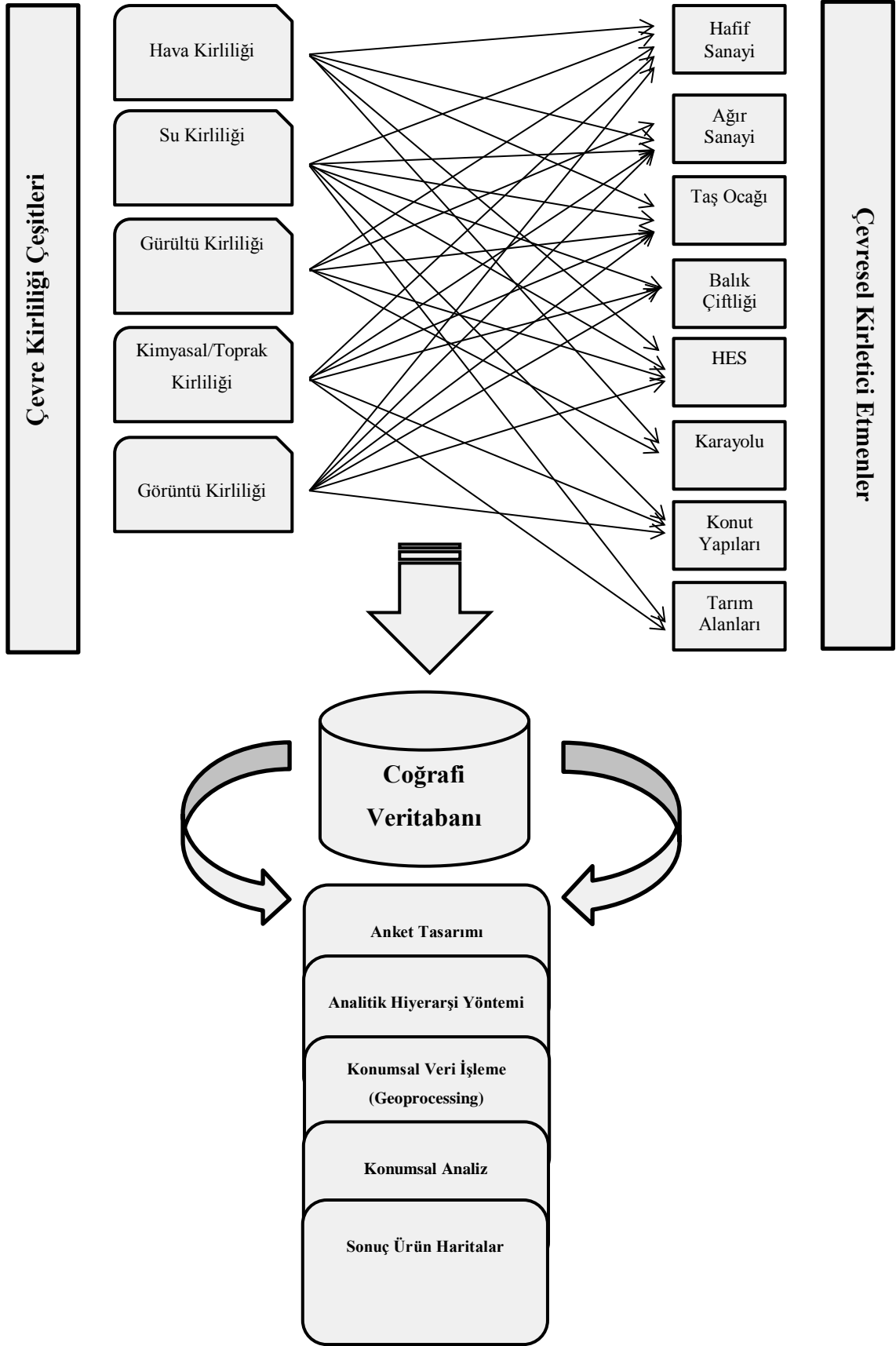
Trabzon İli'ne ait bu dört vadinin seçilmesinin diğer bir nedeni, herhangi bir çevre ile ilgili bir çalışmada verilerin çevre kirliliği bazında bir arada toplanmamış olması ve bölgeye ait çevresel kirliliğe sebep alanların tespit edildiği çalışmaların yetersiz kalmasıdır. Bu vadilerin toplam kapladığı alan 200.575 ha' dır. Vadilerin en büyüğü 95.636 ha ile Değirmendere Vadisi'dir. Çalışma bölgesi olarak tespit edilen 4 vadi boyunca saha çalışması yürütülerek, vadilerin çevresel kirliliğine sebep olan kirletici etmenlerin neler olduğu, nerede buldukları ve özelliklerinin neler olduğunun tespiti amacıyla araziden veriler toplanmış ve kirlilik riski altında olan bölgelerin belirlenmesi işlemleri gerçekleştirilmiştir.

## 2.2. Coğrafi Veritabanı Tasarımı

Çalışmanın amacına uygun olacak şekilde gerekli verilerin neler olduğu belirlenmiş ve bu verilerin bir arada değerlendirileceği bir Coğrafi Bilgi Sistem tasarımı yapılmıştır. Bu tasarımda hangi verilerin nerelerden ve ne şekilde elde edileceği, veri türleri ve modellerinin neler olacağı gibi bilgiler de tanımlanmıştır. Mevcut konumsal bilgilerin neler

olduğu ve tasarlanan sisteme nasıl entegre edileceği, mevcut olmayan verilerin ise ne şekilde elde edileceği değerlendirilmiştir.

Uygulamada kullanılacak olan çevre kirliliğine sebep olan veriler gerek arazide ölçüm yapılarak gerekse bilgisayar ortamında elle sayısallaştırma işlemi yapılarak temin edilmiştir. Mevcut halde kullanıma hazır olan veriler ise dijital ortamdan veritabanına eklenmiştir. Uygulamada araç olarak ArcGIS 10.0 programı kullanılmıştır. Ölçümle temin edilmiş noktalar veritabanında bütünsel halde toparlanmıştır. Bütün veriler 3<sup>0</sup> UTM olacak şekilde aynı koordinat sistemine dönüştürülerek her bir veri türüne göre sınıflandırılıp veritabanında düzenlenmiştir. Veriler tüm vadiler için ayrı ayrı düzenlenip veritabanı tasarımı yapılmıştır. Toplamda elde edilen tüm veriler bütün vadilerde geçerli olmadığından her bir vadede olan kirlenici unsurlar ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Uygulama işlemi için veriler toparlandıktan sonra uygulamada gerekli ağırlıkların belirlenmesi için araç olarak kullanılan AHY'nin tasarımı yapılmıştır. AHY için yapılacak ilk adım vadilerde çevresel kirliliğe sebep olan faktörlerin ve alt faktörlerin belirlenmesi işlemidir. Çünkü vadilerde çevre kirliliğine sebep olan faktörler ve bunların etki düzeyleri bir olabildiği gibi farklı özellikte gösterebilmektedir. Örneğin vadilerde hava kirliliğine ağır sanayi sebep olabilirken hafif sanayi de etki edebilir ancak etki düzeyleri eşit değildir. Yine aynı şekilde su kirliliğine taş ocağı sebep olabilirken, karayolu su kirliliğine sebep olacak bir etken değildir. Dolayısıyla faktörlerin düzeyleri ve etkiledikleri alanlar farklılık gösterebilmektedir. Etki düzeylerinin farklılık göstermesiyle ifade edilen bu faktör ağırlıkları farklı yöntemlerle tespit edilebilmektedir. Bu çalışmada Trabzon İli'ne ait vadilerdeki çevre kirliliğinin nerelerde ne kadar ve ne düzeyde olduğunun tespit edilebilmesi için belirlenen faktörler ve faktör ağırlıkları bütünsel bir yapıda düşünülmüş ve çevresel kirlilik haritalarının oluşturulabilmesi için hiyerarşi kurulmuştur. Öncelikle faktörler ve bu faktörleri etkileyen alt faktörler belirlenmiştir ve ilgili anket çalışmasıyla puanları tespit edilmiştir. Elde edilen puanlar yardımıyla vadilerdeki faktörler ile belirlenen etki düzeyinde bu puanlar değerlendirilmiş ve her bir etki alanına bir puan vererek etki düzeyleri belirlenmiştir. Sonuç haritalarla birlikte vadileri etkileyen çevresel kirlilik düzeyleri belirlenmiş ve sonuç ürün olarak haritada, tüm kirlilik türü etki alanlarının haritaları bütünsel anlamda değerlendirilerek sunulmuştur. Uygulamaya ait veritabanı tasarımı Şekil 5'te gösterilmektedir.



Şekil 5. Coğrafi veritabanı tasarımı

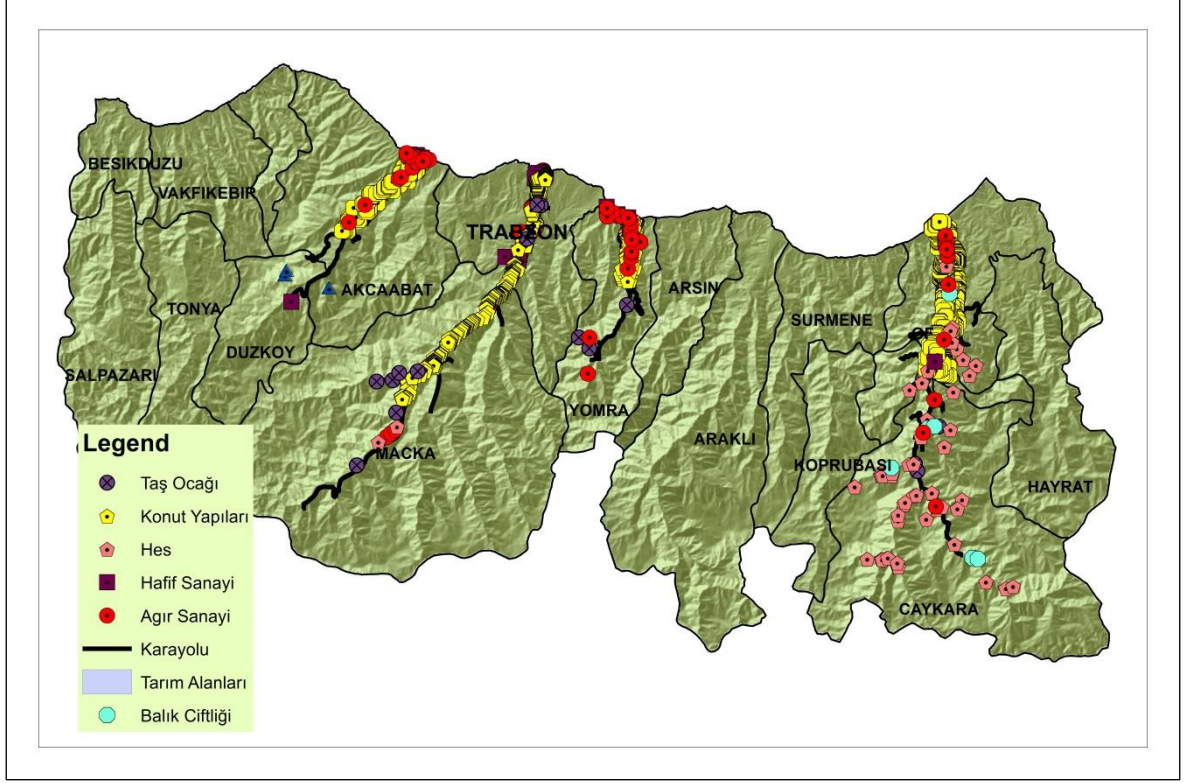


### 2.3. Kullanılacak Altlık Verilerin Temini

#### 2.3.1. Uygulamada Kullanılan Veriler

Çevre kirliliğinin vadilerde nerelerde ne kadar düzeyde olduğunun tespit edilebilmesi için gerekli olan en temel bileşen “veridir”. Veriler genel olarak bakıldığında konumsal ve konumsal-olmayan veri tipi olarak iki farklı grupta ifade edilmektedir. Konumsal veriler çoğunlukla verinin geometrik yapısı, biçimi gibi bilgiler bize sunarken, konumsal-olmayan veriler ise aynı verinin diğer özellikleri hakkında bilgi sunmaktadır (Yomralıoğlu, 2000). Çevresel kirlilik haritalarının vadilerde meydana getirdiği kirlilik düzeyini tespit edebilmek için CBS birçok avantaj sağlar. Ancak CBS'nin kullanıcıya en üst düzeyde sonuç sağlayabilmesi için uygulamada kullanılacak verinin uygun bir şekilde temin edilmesi gereklidir. CBS’de veri toplama işlemi en fazla zaman alan işlemlerden biridir. Günümüzde veri toplama işlemini yapacak kişi veya kişiler; aşamalar dâhilinde veri toplama işlemini gerçekleştirilmektedir. Bu bilgiler ışığında bu çalışma kapsamında yapılacak ilk işlem, uygulama için gerekli olan konumsal ve konumsal-olmayan verilerin toplanmasıdır. Uygulamada kullanılan veriler mevcut altlık dijital harita verileri, araziden elde edilen konumsal veriler ve kamu kurumlarından elde edilen çevresel kirleticilere yönelik konumsal olmayan bilgiler olacak şekilde elde edilmiştir. Mevcut altlık dijital harita verileri olarak Trabzon İli’ne ait idari birim sınırları(polygon) ve ilçe sınırları (polygon), yerleşim merkezleri (point), akarsular (line), yol (line), uydu görüntüsü (raster) ile Trabzon İli’ne ait topoğrafik yüzey haritası Karadeniz Teknik Üniversitesi GISLab AR-GE bünyesinden temin edilmiştir. Uygulama için seçilen uydu görüntüleri 2009 yılında Ikonos uydusundan çekilmiş 1m çözünürlüklü vadilerin güzergâhı boyunca kesit alınmış görüntülerdir. Mevcut olmayan verilerden endüstriyel tesisler(ağır sanayi-hafif sanayi), hidroelektrik santralleri, balık çiftlikleri, taş ocakları gibi tesislerin konumsal bilgileri arazide Topcon GMS-2 el GPS aleti kullanılarak yapılan ölçümler ile temin edilmiştir. Arazide ölçüm yapılamamış olan konut yapıları ile tarım alanlarına ait veriler ise vadi güzergâhlarından alınmış uydu görüntüleri üzerinden sayısallaştırma temin edilmiştir. Sayısallaştırma işleminde ArcGIS 10.0 programı kullanılmıştır. Ölçüm ile elde edilmiş endüstriyel tesisler, hidroelektrik santralleri, balık çiftlikleri, taş ocakları verileri nokta(point) özelliğindedir. Sayısallaştırma ile elde edilmiş konut yapıları verileri

nokta(point), tarım alanları verileri ise poligon(polygon) niteliğindedir Şekil 6’da uygulama için kullanılan tüm veriler bir arada gösterilmiştir.



Şekil 6. Uygulamada kullanılan konumsal veriler

#### 2.4. Vadilerde Çevre Kirliliğine Etki Eden Faktörler

Trabzon İli'ne ait vadilerde çevresel kirliliğe sebep olan faktörlerin ve alt faktörlerin belirlenebilmesi tasarımında öncelikle her bir vadi kendi içinde değerlendirilmiştir. Vadilerin kendi içinde değerlendirilmesinin sebebi belirlenen faktörlerin tüm vadiler genelinde var olmayışından ileri gelmektedir. Örneğin Değirmendere vadisinde kirletici etmen olarak balık çiftlikleri bulunmadığından kirlilik üzerinde faktör olarak belirlenememektedir. Bu nedenle her bir vadi bünyesinde var olan konumsal veriler düzeyinde sınırlandırılmıştır ve veritabanı tasarımında dikkate alınmıştır. Vadilerde çevre kirliliğine sebep olan faktörlerin, alt faktörlerin ve bunların faktör ağırlıklarının belirlenmesi zor bir işlemdir. Bu aşamada öncelikle vadileri genel anlamda düşünerek çevresel kirliliğin bu vadilerde çevre kirliliği çeşitleri doğrultusunda hava, su, gürültü, görüntü, kimyasal/toprak kirliliği olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla sonuçta elde edilen

haritaların her bir çevresel kirlilik türü için ayrı ayrı üretilmesi gerektiği tasarlanmıştır. Yapılacak olan uygulama boyunca akarsu vadilerinde çevre kirliliği türlerinden toprak kirliliği, kimyasal kirlilik türü bünyesinde değerlendirmeye tabi tutulacaktır.

Vadilerdeki çevre kirliliğine sebep olan faktörler düşünüldüğünde konumsal olarak araziden toplanmış karayolu, ağır-hafif sanayi, taş ocakları, hidroelektrik santrali(HES), balık çiftlikleri, konut yapıları ve tarım alanlarıdır. Bu faktörler uygulama için toplanmış verilerden ve ilgili uzmanların önerisinden ileri gelen veriler dâhilinde belirlenmiştir. Bu faktörlerin alt faktörleri yani etki alanları düşünüldüğünde ise faktörlerin vadilere olan mesafeleri belirlenmiştir. Belirlenen bu faktörler ve alt faktörler 4 vadi genelinde sınıflandırılmıştır ve sonuç harita olarak elde edilecek olan beş harita ve bütüncül harita için ayrı ayrı kirletici unsurlar sınıflandırılmıştır. Uygulamada çevresel kirliliğe sebep olan kirletici faktörler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

#### **2.4.1. Karayolu**

Vadilerde çevresel kirlilik oluşturan önemli faktörlerden birisi karayoludur. Karayolu genel anlamda bakıldığında çevresel kirlilik olarak hava ve gürültü kirliliği oluşturmaktadır. Hava kirliliğinin en büyük sebebi, motorlu taşıtlarda kullanılan yakıtın yanmasıdır. Motorlu taşıtlarda kullanılan yakıtın yanması sonucunda, yakıtı oluşturan hidrokarbonlar havadaki oksijenle birleşmekte, insana ve ekosisteme zararlı olan birçok bileşikler oluşturmaktadır. Karbonmonoksit, ulaştırma nedeni ile buharlaşıp gaz haline gelebilen organik bileşikler (VOC), nitrojen oksitler, kükürt ve azot oksit, hidrokarbon, partikül madde ve kurşun bileşiklerinden oluşan bu zararlı madde emisyonları hava kirliliği yaratmaktadır (Ay, 2008).

Ulaştırma sistemlerinin çevresel olarak diğer bir olumsuz etkisi de gürültü kirliliğidir. Gürültü, nüfusu çok olan alanlardaki yoğun trafikli yollarda insan sağlığını tehdit eden çevresel bir etkidir. Ulaşım gürültüsü, insanların sürekli olarak maruz kaldıkları gürültü kaynaklarından birisidir. Karayolunda trafiğin devamlılığı fazladır, bu nedenle sürekli gürültü oluşmaktadır. Ayrıca araç gürültüleri homojen değildir (Ay, 2008). Bu bilgiler ışığında kirletici etmen olan karayolunun çevreye verdiği kirlilik düzeyinde hava ve gürültü kirliliğine sebep olduğu görülmektedir.

### 2.4.2. Hafif-Ağır Sanayi

Vadiler genelinde çevresel kirlilik oluşturan diğer faktörler hafif ve ağır sanayi tesisleridir. Özellikle Trabzon ili gibi vadi civarına kurulmuş olan sanayi tesisleri çevreye hava, su, toprak kirliliği gibi çevresel kirliliğe sebep olmaktadır. İşte bu yönden bakıldığı zaman sanayi tesisleri çevrede birçok kirlilik türüne sebebiyet vermektedir. Sanayi bölgelerinde çok çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren işletmeler yer aldığından dolayı atık türleri de farklılık göstermektedir. Genel olarak bu atıklar evsel nitelikli atıkların dışında kaplama ve metal işleme atıkları, reaktif atıklar, tekstil atıkları, boyalar, reçineler, atık yağlar, kirlenmiş kaplar, organik kimyasallar vb. olarak sıralanabilir. Bu atıklar çevreye ve insan sağlığına olan etkileri nedeniyle tehlikeli atık olarak nitelendirilebilmekte ve ayrı olarak bertaraf edilmesi gerekmektedir. Sanayi tesislerinin bacalarından çıkan dumanlar çevreye birçok gazın yayılmasına dolayısıyla hava kirliliğine de sebep olmaktadır (URL-4, 2014).

Başka bir açıdan düşünöldüğünde sanayi tesislerinden çıkan atık maddeler çevreye yayılmakta dolayısıyla hem civarında bulunan toprağın kirlenmesine hem de kötü bir görüntü yarattığından dolayı görüntü kirliliğine sebep olmaktadır. Ayrıca Trabzon İli'ndeki gibi vadilerin civarına kurulmuş olmaları sebebiyetiyle atıkların suya karışması ile su kirliliğine neden olmaktadır. Sanayiden kaynaklı güröltü kirliliği ise sanayi işletmelerinin kullanmış olduğu makineler ve araçlarından çevreye yaydıkları seslerden ileri gelmektedir. Tüm bu bilgiler doğrultusunda sanayi tesislerinin çevreyi hava, su, toprak/kimyasal, güröltü ve görüntü kirlilik türlerinin her birine neden olduğu görölmektedir.

### 2.4.3. Taş Ocağı

Vadilerdeki çevre kirliliğine sebep diğer etmenlerden birisi de taş ocaklarıdır. Taş ocağı, inşaatlarda kullanılmak üzere taş ve benzeri minerallerin açık ocak madenciliği yöntemiyle çıkarıldığı açık tipteki madenlere denilmektedir. Taş ocaklarından çıkan toz ve duman aşırı derecede hava kirliliğine sebep olmakta, bu ocakların tarım arazilerine ve ormanlık sahalara yakın olması sebebiyle de bu alanlar tehdit altına girmektedir. Taş ocaklarını çıkarmada kullanılan patlayıcılar taş ocaklarından çevreye kireç tozu, duman, sıvı ve katı atıklar, patlama sonucu meydana gelen sarsıntı, güröltü ve görüntü bozukluğu gibi kirlilik etmenlerinin oluştuğu tespit edilmiştir (URL-5, 2014). Özellikle Trabzon

İli'nde benzer taş ocakları işletmelerinin vadilere yakın kurulduğu, bu nedenle de taş ocaklarından suya karışan maddeler ile akarsularda yer yer su kirliliği görüntüleri ile karşılaşmaktadır. Su kirliliğine benzer şekilde etrafa yayılan kireç tozu ve katı atıklar taş ocaklarının etrafında toprağa karışmakta ve toprak kirliliği de oluşturmaktadır. Kısacası taş ocağı çevresel kirlilik etkilerinden tümüne sebep olduğu görülmektedir.

#### **2.4.4. Balık Çiftlikleri**

Balık çiftlikleri genellikle akarsuların uzandığı bölümlere doğru kurulan işletmelerdir. Vadilere yakın kurulmalarından dolayı çevreye oluşturacak oldukları kirlilik oranları da bir o kadar fazla olmaktadır. Çoğunlukla doğal sulardaki birikmiş ürünler katı maddeler ile fosfor ve azot gibi besinlerdir. Katı ürünlerin çoğu yenmemiş yemlerden ve dışkıdan kaynaklanır ve çiftliklerin yakınındaki alanda birikir (Şener ve Yıldız, 2000). İşletmelerden dışarı verilen yem ve dışkı gibi atıklarla ortam besin maddelerince aşırı zenginleşerek fitoplankton patlamasına yol açmakta ve suyun kalitesi bozulmaktadır (Yanık ve Atamanalp, 2001). Dolayısıyla balık çiftliklerinde balıkların beslenmesi için konulan yemler vadilere karışıp vadilerin su kalitesinde değişiklik yapmakta ve suyun kirlenmesine sebebiyet vermektedir. Aynı şekilde yemlerden çevredeki toprağa karışan kimyasal yapıdaki atıklar da çevreyi olumsuz yönde etkileyip kimyasal kirliliğe neden olmaktadır. Balık çiftliklerinde yem artıklarının çevreye yayılmasıyla kimyasal kirlilik oluşmakta dolayısıyla da çevrede kötü bir görüntü oluşturmakta görüntü kirliliği oluşturmaktadır.

#### **2.4.5. Hidroelektrik Santralleri**

Vadilerde çevre kirliliğine sebep olan diğer bir kirlitici faktör hidroelektrik santralleridir. Özellikle de cebri boru tipindeki hidroelektrik santralleri seçilen vadiler civarında yaygın olarak görülmektedir. Cebri boru tipi hidroelektrik santrallerinin pek çok olumlu avantajları bulunmakla birlikte olumsuz nitelik oluşturacak dezavantajları da bulunmaktadır. Hayatımızı kolaylaştıracak yönde elektrik üretimi sağlarken diğer yandan çevreye gürültü, su, hava ve görüntü esaslı kirlilik oluşturmaktadır. Genel anlamda bakıldığında işletme sürecindeki en önemli gürültü kaynağı, santral binasında bulunan

türbin milinin eksen etrafında dönmesinden kaynaklanan mekanik gürültü olduğu görülmektedir. Buna ek olarak cebri tipi borularda ve türbindeki su akışı esnasında çeperlere vuran su gürültü oluşturmaktadır Su kaynağı bakımından zengin fakat yüksek debili akarsu bakımından fakir olan Türkiye'de maliyeti düşük ve çevreye zararı daha az olan Kanal Tipi Santralleri kurmak zordur. Bunun sebebi doğaya geri dönülmez zararlar vermesidir. Santrallerden çevreye yayılan akustik ses tınısı çevrede gürültü kirliliğine sebebiyet vermektedir. Doğaya kurulun ve doğanın yapısını olumsuz yönde bozan büyük kuleler ise görüntüde bozuklara neden olmakta ve görüntü kirliliğine sebep olmaktadır. Termik santrallerin çalışması sonucu ortaya çıkan baca gazı (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>) birçok çevresel problemi de beraberinde getirmektedir. Termik santrallerin oluşturduğu hava kirliliği sadece havayı soluyan canlılara değil, orman ve geniş tarım arazilerine de olumsuz etkiler yapmaktadır. Bacadan çıkan gazlar ve diğer maddelerin ürün verimlerine olumsuz etkileri görülmektedir. Bu şekilde hidroelektrik santralleri hava kirliliğine sebep olmaktadır (URL-6, 2014). Baca gazından çıkan maddelerin yarattığı asit yağmurları da yeryüzüne düşmeyle beraber kirliliğe, bitki ve toprak yapısında değişime neden olabilmektedir. Dolayısıyla çevreye su kirliliğine sebep olmaktadır.

#### **2.4.6. Konut Yapıları**

Konut yapıları vadilerde çevre kirliliğine sebep olan diğer bir unsurdur. Özellikle de vadilerin etrafına kurulmuş yerleşim alanlarının alt yapıları doğrudan vadilere boşalabilmektedir. Konutların lağımlara karışan pis suları kanallar aracılığıyla vadideki akarsulara boşalmakta ve su kirliliğine sebep olmaktadır. Aynı yolla konut yapılarının civarına yayılan kimyasal nitelikteki maddeler toprağa karışarak toprak/kimyasal kirlilik oluşturmakta sonuçta kirlilik unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır. Konut yapıları özellikle kış aylarında yakılan kaloriferlerden dolayı bacalardan yayılan duman ve gazlar havaya karışarak kirlilik oluşturmaktadır. Diğer yandan açığa çıkan gazlar konut yapılarının bulunduğu alana doğru yayılmakta ve vadi üzerinde gözle görünür düzeyde hava kalitesini bozacak şekilde kirliliğe sebep olmaktadır. Ayrıca konut yapılarının etrafına gelişigüzel bırakılan atıklar, çöpler kötü bir görüntü oluşturmakta ve görsel anlamda da bir kirliliğe sebep olabilmektedir.

### 2.4.7. Tarım Alanları

Tarım alanları çevresel kirliliğe sebebiyet veren kirletici etmenlerden bir diğeridir. Binlerce yıl doğal ortam koşullarında, doğayla uyumlu bir biçimde yapılan bitkisel, hayvansal ve tarımsal faaliyetler çevreye zarar vermemiş ve çevre sorunlarına neden olmamıştır. Ancak hızla artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılayabilme amacıyla, birim alandan daha fazla ürün alabilmek için, tarıma giren yapay unsurlar, doğal ortamı bozan ve çevre sorunlarını yaratan bir sektör haline gelmiştir. Besin maddelerinin üretimi ve tüketimine kadarki süreçte besin değerini bozan ve bitkilere zarar veren böcekleri, mikroorganizmaları ve diğer zararlıları yok etmek için kullanılan kimyasal maddelere pestisit adı verilmektedir. İlaç kalıntılarının toprağa, suya, havaya ve gıdalara bulaşarak onları kirletmesi ve sonuçta da insan sağlığını ve doğal dengeyi olumsuz yönde etkilemesi birer çevre sorunudur. İnsan sağlığı üzerinde tarım ilaçları akut veya kronik etki yapmaktadır. İlacın solunması, yenmesi veya deriye teması ile akut, ilaç kalıntılarını içeren bitkisel ve hayvansal besin maddelerinin yenmesi suretiyle ise kronik zehirlenmeler meydana gelebilmektedir (URL-1, 2013).

Tarım ilaçları çeşitli yollarla su ekosistemine bulaşır. Tarımsal mücadele sırasında su içindeki veya kenarındaki bitkiler veya böceklerin doğrudan ilaçla teması, ilaçlanmış bitki ve toprak yüzeyinden ilaçların yağmur suları ile yıkanması, ilaç endüstrisi atıklarının akar ve durgun sulara boşaltılması, boş ambalaj kaplarının su kaynaklarında yıkanması ile tarım ilaçları sulara bulaşmaktadır. Su ekosistemine giren bir pestisit su flora ve faunasını olumsuz yönde etkilemektedir (URL-1, 2013). Görüldüğü üzere tarım alanlarında kullanılan ilaçlar doğrudan veya dolaylı bir şekilde toprağa ve suya karışarak su ve toprak/kimyasal kirliliğe sebep olmakta ayrıca kötü görüntüye sebebiyet vererek görüntü kirliliği oluşturmaktadır.

### 2.5. Çevre Kirletici Faktörlerin Ağırlıklarının Belirlenmesi ile İlgili Anket Çalışması

Uygulamanın bu aşamasında; Trabzon İli'ndeki seçilen 4 vadide çevre kirliliğine sebep olan kirletici unsurların çevresel kirliliğe etki ağırlıklarının belirlenebilmesi için gerekli anket çalışması tasarlanmıştır. Vadilerde çevre kirliliğine sebep olan kirlilik çeşitleri görüntü, su, hava, kimyasal/toprak ve gürültü kirliliğidir. Toprak kirliliği kimyasal kirlilik bünyesinde değerlendirilmeye alınmıştır. Bu çevre kirliliği çeşitlerine neden olan

faktörler belirlendiğinde ise karşımıza yukarıda da belirtildiği gibi karayolu, hafif sanayi, ağır sanayi, konut yapıları, tarım alanları, balık çiftlikleri, taş ocakları ve hidroelektrik santralleri çıkmaktadır. Çevre kirliliği bazında bu faktörleri değerlendirdiğimizde her bir faktörün aynı vadede çevre kirliliğine sebep olduğu görülmemektedir. Dolayısıyla çevre kirliliği çeşitlerine göre kirletici unsurların her biri; hava, gürültü, görüntü, su ve kimyasal/toprak kirliliği sınıfları olarak değerlendirilmiştir. Vadilerde hava kirliliğine sebep olan faktörler karayolu, ağır sanayi, hafif sanayi, taş ocağı, HES ve konut yapıları olarak belirlenmiştir. Vadilerde gürültü kirliliğine sebep olan faktörler karayolu, ağır sanayi, hafif sanayi, taş ocağı ve hidroelektrik santralleri olarak belirlenmiştir. Vadilerde su kirliliğine sebep olan faktörler ağır sanayi, hafif sanayi, taş ocağı, HES, konut yapıları ve tarım alanları ve balık çiftlikleridir. Vadilerde kimyasal/toprak kirliliğine sebep olan faktörler ağır sanayi, hafif sanayi, taş ocağı, konut yapıları, balık çiftlikleri, tarım alanlarıdır. Vadilerde görüntü kirliliğine sebep olan faktörler ise ağır sanayi, hafif sanayi, taş ocağı, HES ve konut yapılarıdır. Her bir vadi için çevresel kirlilik düzeyinde belirlenen kirletici etkenler ve faktörler Tablo 4'te gösterilmektedir.



Tablo 4. Trabzon ili vadilerinde çevre kirliliği etmenleri ve kirletici faktörleri

		Karayolu	Hafif sanayi	Ağır Sanayi	Taş Ocağı	Balık Çiftlikleri	HES	Konut yapıları	Tarım Alanları
Değirmendere Vadisi	Hava Kirliliği	✓	✓	✓	✓		✓	✓	
	Su Kirliliği		✓	✓	✓		✓	✓	✓
	Gürültü Kirliliği	✓	✓	✓	✓		✓		
	Kimyasal/ Toprak Kirliliği		✓	✓	✓			✓	✓
	Görüntü Kirliliği		✓	✓	✓		✓	✓	
Yomra Vadisi	Hava Kirliliği	✓	✓	✓				✓	
	Su Kirliliği		✓	✓				✓	✓
	Gürültü Kirliliği	✓	✓	✓					
	Kimyasal/Toprak Kirliliği		✓	✓				✓	✓
	Görüntü Kirliliği		✓	✓				✓	
Of/Solaklı Vadisi	Hava Kirliliği	✓	✓	✓	✓		✓	✓	
	Su Kirliliği		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Gürültü Kirliliği	✓	✓	✓	✓		✓		
	Kimyasal/ Toprak Kirliliği		✓	✓	✓	✓		✓	✓
	Görüntü Kirliliği		✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Akçaabat/Düzköy Vadisi	Hava Kirliliği	✓	✓	✓	✓			✓	
	Su Kirliliği		✓	✓	✓			✓	✓
	Gürültü Kirliliği	✓	✓	✓	✓				
	Kimyasal/ Toprak Kirliliği		✓	✓	✓			✓	✓
	Görüntü Kirliliği		✓	✓	✓			✓	✓

Çevre kirliliğine sebep olan faktörlerin alt faktörleri(etki alanları) ise kirletici kaynaklarından vadiye olan mesafelerdir. Belirlenen bu faktörler ve alt faktörlerin yakınlık-uzaklık mesafeleri yapılan literatür araştırması ve ilgili uzmanlardan alınan bilgiler dahilinde yapılmıştır. Anketin genel çatısı düzenlendikten sonra çevre kirliliği alanında çalışan deneyimli akademisyenler, çevre mühendislerinden oluşan kamu kurum çalışanları ve uzmanlardan oluşan 40 kişiye anket yapılmıştır. Uygulama için hazırlanan anket Ek Şekil 1’de gösterilmektedir. Her bir uzmana vadilerde çevre kirliliğine sebep olan kirlilik çeşitleri ve bu vadilerde bu kirliliklere sebep olan kirletici faktörler ve faktörlerin alt faktörü niteliğindeki etki alanları açıklayıcı bir dille anlatılmış ve çalıştıkları alanda

vadiyi bu kirletici unsurların ne kadar etkileyebileceği hususunda puanlama yapmaları istenmiştir. Her bir kirletici ana faktör ile kirletici alt faktörleri kendi aralarında değerlendirmeye tabi tutularak Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) uygulamasında gerekli olan ağırlıklar için ağırlıklı puanlar elde edilmiştir. Yapılan anket çalışması sonucunda anket değerleri kendi aralarında Microsoft Excel programında değerlendirilip sonuçlar belirlenmiştir. Anket sonuçları ile elde edilen puanların ortalama değerleri tespit edilerek AHY için kullanılacak ağırlıklı puanlar tespit edilmiştir. Ek Tablo 1’de anket sonuçları doğrultusunda faktörler için elde edilen ağırlıklı puanlar yer almaktadır.

## **2.6. AHY ile Faktör Ağırlıklarının Tespit Edilmesi**

Yapılan anket çalışması ile elde edilen puanların ağırlıklarını bulmada AHY bir araç olarak kullanılmıştır ve vadilerdeki çevre kirliliği çeşitlerinden her birine etki eden faktör ve faktör ağırlıklarının puanlarının belirlenmesine çalışılmıştır. Elde edilen anket sonuçlarından değerlendirme yapılarak sonuç puanlar tespit edilmiştir. Bu aşamada yapılması gereken en önemli adım anket sonucuyla elde edilmiş puanların bütüncül bir değerlendirilmeye alınması ve değerlendirme sonucu ortaya çıkan sonuca göre karar verilmesidir. Bu bağlamda akla gelen en önemli teknik Çok Kriterli Karar Verme(ÇKKV) yöntemli karar verme sürecidir. ÇKKV yöntemleri birçok uygulamada yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu uygulamada ise, faktör ağırlıklarının tespit edilmesi için ÇKKV metotlarından AHY tercih edilmiştir. AHY ile herhangi bir uygulama için belirlenen alternatifler, birbirleri ile karşılaştırma yapılmak suretiyle seçilebilirler. Kısacası AHY birbirleriyle farklılıklar içeren kriterleri dikkate alan bir ölçme yöntemidir. AHY, uygulamalardaki gösterdiği başarılı sonuçlardan, uygulama yönteminin karmaşık olmamasından dolayı birçok alanda kullanımda önceliğe sahiptir. AHY de karar verme işlemi öncelikle hiyerarşi kurulmasıyla başlar. Hiyerarşi kurmada öncelikle uygulamanın genel amacını temsil eden bir ana tema belirlenir ve bu en üst düzeyi yansıtmaktadır. En üst düzeyden sonra gelen unsurlar ise bu ana tema altında toplanmış alt öğeler olarak belirlenir. Belirlenen bu alt öğeler birbirleriyle karşılaştırılmak suretiyle önem sırasına koyulur ve bu önem düzeyine göre her bir eleman değer alır. Hiyerarşinin ana teması ve bu ana temanın alt elemanları belirlendikten sonra önem düzeylerinin tespit edilip sayısal anlamda ağırlıklarının belirlenmesi gereklidir. Bunun yapılabilmesi için belirlenen faktörlerin ikili karşılaştırma yapılarak değerlendirmeye tabi tutulması amaçlanır. Her bir

faktör, faktör sayısı kadar değer içeren kare matris oluşturacak şekilde sayısal bir işleme tabi tutulur. Oluşturulan bu matris ikili karşılaştırma matrisidir. Bu matris ile her iki eleman karşılıklı değerlendirilerek hangi faktör diğerinden daha önemli olduğu belirlenir ve önem düzeyine göre sayısal değer alır. Önem düzeyini belirlerken AHY teorisinde önem derecesini esas alacak Tablo 5'teki ikili karşılaştırma ölçeği esas alınmaktadır. Bu ölçek dâhilinde uygulamadaki değerler tek bir standart değerde toplanmıştır.

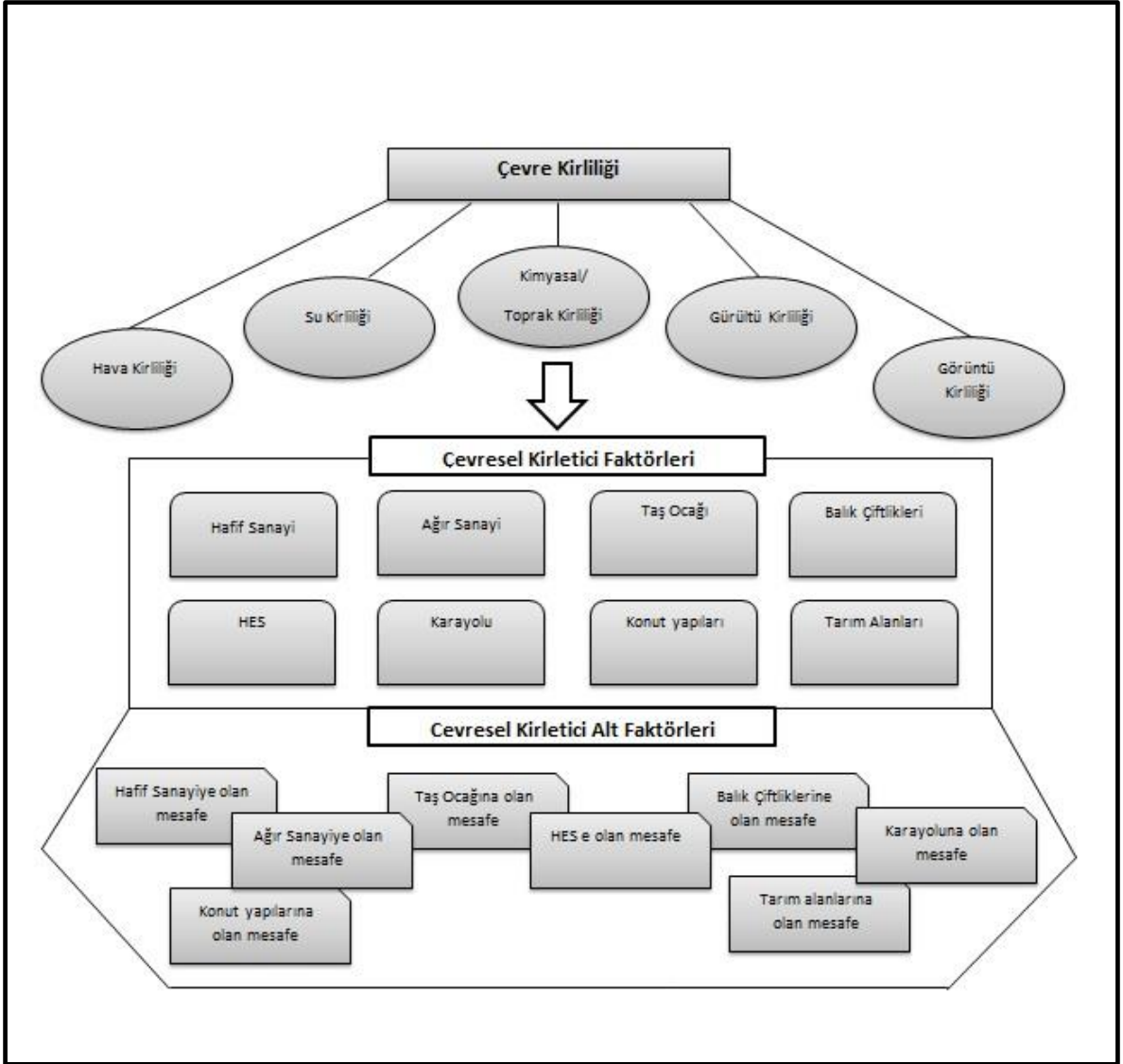
Tablo 5. AHY ikili karşılaştırma ölçeği (Erden ve Coşkun, 2011)

Önem Derecesi	Tanım
1	Eşit öneme sahip
2	Eşit ile orta arası önemde
3	Orta öneme sahip
4	Orta ve güçlü arası önemde
5	Güçlü öneme sahip
6	Güçlü ile çok güçlü arası önemde
7	Çok güçlü öneme sahip
8	Çok güçlü ile oldukça güçlü arasında önemde
9	Çok çok güçlü öneme sahip

AHY için ikili karşılaştırma ölçeğine göre belirlenen faktörler önem düzeyine göre sınıflandırılmış ve her bir faktör kendi arasında ikili karşılaştırma matrisi oluşturularak ikili karşılaştırma yöntemine göre değerlendirilmiştir. Sonuçta hiyerarşinin tutarlılık derecesine göre yapılacak olan işlemin doğruluğunun tespit edilmesi işlemi yapılmıştır. Tutarlılık oranı (TO) adı verilen bu ölçüt ile ikili karşılaştırma işleminde meydana gelen yanlışlıkların belirlenmesi sağlanmaktadır (Saaty, 1980).

$$TO = \frac{TK}{RK} \quad (11)$$

Yapılan işlemde  $TO < 0.1$  ise yapılan ikili karşılaştırma işlemi hatalıdır ve tekrardan yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda öncelikle uygulama için hiyerarşinin oluşturulması gerekmektedir. Belirlenen bu hiyerarşi Şekil 7'de gösterilmektedir.



Şekil 7. AHY hiyerarşi gösterimi

Şekil 7’den anlaşıldığı üzere ana tema vadilerde çevre kirliliğidir. Vadilerde çevre kirliliğine sebep olan kirlenici faktörler ayırım yapılmaksızın tüm vadiler düşünüldüğünde karayolu, hafif sanayi, ağır sanayi, taş ocağı, balık çiftlikleri, hidroelektrik santrali, konut yapıları ve tarım alanlarıdır. Vadilerdeki kirlenici alt faktörler ise belirlenen her bir faktörün vadiye olan yakınlık-uzaklık mesafeleridir. Her faktör alt faktöre göre değerlendirmeye tabi tutularak tespit edilmiştir.

### **2.6.1. AHY ile Kriterler Arasında Önceliklerin Belirlenmesi**

AHY ile önceliklerin belirlenmesi işlemi ile vadilerdeki çevre kirliliğine sebep olan faktörlerin birbiri arasında önem düzeyine göre sınıflandırılması gerekmektedir. Bu uygulamada öncelik sırası tespit edilirken belirlenmiş faktörlerin birbirine göre öncelik düzeyine karar verilip işlem yapılmıştır. Kriterlerin öncelik sırası; karayolu, hafif sanayi, ağır sanayi, taş ocağı, balık çiftlikleri, hidroelektrik santrali, konut yapıları ve tarım alanlarının hangisinin vadiyi daha fazla kirlettiği düşünülerek birbirine göre belirlenmiştir. Önceliklerin değerlendirilmesi aşamasında kullanılan kriterler anketlerden elde edilen puanların sonuçları kullanılarak önem sırası belirlenmesi işlemi yapılmıştır.

### **2.6.2. AHY ile İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması ve Faktör Ağırlıklarının Belirlenmesi**

AHY ile ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulurken normal bir uygulamada ikili karşılaştırma matrisleri karar aşamasındaki kişinin inisiyatifine dayanır. Ancak bu uygulamada anket çalışması yapıldığı ve bu ankette uzman çalışan kişilerden, akademisyenlerden bilgiler toplandığı için ikili matris oluşturma aşaması daha çok anket sürecinden elde edilen verilerle sağlanmıştır. Vadide çevresel kirliliğe sebep olan faktörler birbiri arasında ikişerli olarak anket sonuçlarından gelen puanlarla değerlendirilmiştir ve birbiri arasında kıyaslanmıştır. Elde edilen veriler vadiyi kirletme düzeyine göre önem sırasına koyulmuştur. Türkiye’de çevresel kirliliğin farklı kirletici türlerinin araziden ölçüm yapmadan bütüncül bazda konumsal olarak bir arada değerlendirildiği bir çalışma olmadığından ve özellikle vadiyi ne oranda ve ne düzeyde etkilediği ağırlıklı olarak bilinmediğinden, çalışma için gerekli ağırlıklar ankete tabi tutularak elde edilme yönüne gidilmiştir ve uzman kişilerin tecrübelerine dayanılarak belirlenmiştir. Faktör ve alt faktör ağırlıklarının belirlenmesi için her bir faktörün anket değerlerinden elde edilen sonuçlar ikili olarak karşılaştırmaya tabi tutularak ikili karşılaştırma matrisinde kare matris oluşturacak şekilde yerleştirilmiştir. İlk olarak vadide çevresel kirliliğe sebep olan kirletici unsurlar değerlendirilmiştir ve her bir faktör için ağırlık değeri tespit edilmiştir. Ağırlıkların belirlenmesinde yapılan işlemlerin doğruluğunu tespit etmek için tutarlılık oranı hesaplanmış ve  $TO < 0,1$ ’ den küçük olduğu tespit edilmiştir. Tutarlılık oranına uygun olduğu tespit edilen faktör ağırlıkları uygulamada kullanılmak üzere belirlenmiştir.

Trabzon İli'ne ait akarsu vadilerinde Su Kirliliği (Tablo 6), Gürültü Kirliliği (Tablo 7), Kimyasal /Toprak Kirliliği(Tablo 8), Hava Kirliliği (Tablo 9) ve Görüntü Kirliliği (Tablo 10) için oluşturulmuş ikili karşılaştırma matrisleri ve faktörlere ait ağırlıklar ilgili tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 6. Su kirliliği ikili karşılaştırma matrisi ve faktör ağırlıkları

Su Kirliliği	Taş Ocağı	Ağır Sanayi	Hafif Sanayi	Hes	Konut Yapıları	Tarım Alanları	Ağırlıklar	TO: 0,002559042
Taş Ocağı	1,00	0,20	0,25	0,50	0,50	0,50	0,0609	
Ağır Sanayi	5,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00	0,3605	
Hafif Sanayi	4,00	0,50	1,00	2,00	2,00	2,00	0,2252	
Hes	2,00	0,33	0,50	1,00	1,00	1,00	0,1177	
Konut Yapıları	2,00	0,33	0,50	1,00	1,00	1,00	0,1177	
Tarım Alanları	2,00	0,33	0,50	1,00	1,00	1,00	0,1177	

Tablo 7. Gürültü kirliliği ikili karşılaştırma matrisi ve faktör ağırlıkları

Gürültü Kirliliği	Karayolu	Ağır Sanayi	Hafif Sanayi	Taş Ocağı	Hes	Ağırlıklar	TO: 0,005908226
Karayolu	1,00	3,00	4,00	1,00	4,00	0,3495	
Ağır Sanayi	0,33	1,00	2,00	0,33	2,00	0,1387	
Hafif Sanayi	0,25	0,50	1,00	0,25	1,00	0,0811	
Taş Ocağı	1,00	3,00	4,00	1,00	4,00	0,3495	
Hes	0,25	0,50	1,00	0,25	1,00	0,0811	

Tablo 8. Kimyasal/toprak kirliliği ikili karşılaştırma matrisi ve faktör ağırlıkları

Kimyasal/Toprak Kirliliği	Ağır Sanayi	Hafif Sanayi	Konut Yapıları	Tarım Alanları	Taş Ocağı	Ağırlıklar	TO: 0,008116543
Ağır Sanayi	1,00	3,00	4,00	2,00	4,00	0,4129	
Hafif Sanayi	0,33	1,00	2,00	0,50	2,00	0,1534	
Konut Yapıları	0,25	0,50	1,00	0,33	1,00	0,0880	
Tarım Alanları	0,50	2,00	3,00	1,00	3,00	0,2571	
Taş Ocağı	0,25	0,50	1,00	0,33	1,00	0,0880	

Tablo 9. Hava kirliliği ikili karşılaştırma matrisi ve faktör ağırlıkları

Hava Kirliliği	Ağır Sanayi	Hafif Sanayi	Karayolu	Konut Yapıları	Taş Ocakları	Hes	Ağırlıklar	TO: 0,006664572
Ağır Sanayi	1,00	2,00	3,00	3,00	4,00	4,00	0,3615	
Hafif Sanayi	0,50	1,00	2,00	2,00	3,00	3,00	0,2272	
Karayolu	0,33	0,50	1,00	1,00	2,00	2,00	0,1316	
Konut Yapıları	0,33	0,50	1,00	1,00	2,00	2,00	0,0740	
Taş Ocakları	0,25	0,33	0,50	0,50	1,00	1,00	0,0740	
Hes	0,25	0,33	0,50	0,50	1,00	1,00	0,0740	

Tablo 10. Görüntü kirliliği ikili karşılaştırma matrisi ve faktör ağırlıkları

Görüntü Kirliliği	Ağır Sanayi	Hafif Sanayi	Taş Ocağı	Konut Yapıları	Hes	Ağırlıklar	TO: 0,005908226
Ağır Sanayi	1,00	3,00	4,00	1,00	4,00	0,3495	
Hafif Sanayi	0,33	1,00	2,00	0,33	2,00	0,1387	
Taş Ocağı	0,25	0,50	1,00	0,25	1,00	0,0811	
Konut Yapıları	1,00	3,00	4,00	1,00	4,00	0,3495	
Hes	0,25	0,50	1,00	0,25	1,00	0,0811	

Faktörlerin geneline bakıldığında vadilerde çevre kirliliği ayırım yapılmaksızın her türde çevresel kirliliğe sebebiyet verdiği ve en çok etki eden faktörün ağır sanayi tesislerinin olduğu görülmektedir. Ağırlık değerlerine bakarak vadiyi etkileme dereceleri kısmen anlaşılabilir. Ayrıca ağırlıkların uygulama için kullanılabileceği TO tutarlılık oranı ile anlaşmıştır. Bütün kirlilik türlerine ait faktörler tutarlılık oranı  $TO < 0.1$ ' den küçük çıkmıştır ve doğruluğu aranan sınırlar dâhilinde olduğu görülmüştür. Yapılan ikili karşılaştırma matrisleri ile vadiye ait kirletici faktörlerin ağırlıkları tespit edilmiştir.

### 2.6.3. Alt Faktör Ağırlıklarının Akarsu Vadileri Üzerinde Etki Alanlarının Tespit Edilmesi

Gerek anket çalışmasıyla gerekse uzmanlarla yapılan görüşmelerle elde edilen bilgiler dâhilinde vadilerde çevre kirliliği bazında çevreyi kirleten faktörler belirlenmiş ve faktör ağırlıkları AHY ile tespit edilmiştir. Uygulamanın bu aşamasında ana faktörleri etkileyen alt faktörlerin, akarsu vadilerini etkileme düzeyleri de anketle yapılan sorgulamalar dâhilinde tespit edilmiştir. Ankette her bir çevre kirliliğine sebep kirlletici etmenlerden vadilere olan mesafeler belirlenmiş anketi yapan kişilerden istenen puanlamalar doğrultusunda sonuçlar elde edilmiştir. Puanlamaların yapılması için her bir kirlletici etmen için etki alanları tanımlanmıştır. Bu etki alanları her bir faktörün vadiyi kirlletme oranına doğrudan bağlı olmasından kaynaklı farklılık göstermektedir. Örneğin ağır sanayi ile hafif sanayinin vadiyi kirlletme etki alanı birbirinden farklıdır. Ağır sanayi hafif sanayiye göre daha yoğun kirlilik oluşturacağından dolayı kirlilik düzeyi bulunduğu tesisten daha yakın mesafeden başlayarak değerlendirmeye tabi tutulmalıdır. Diğer bir yandan örneğin konut yapıları ile taş ocağı kıyaslandığında her ikisi de birçok kirliliğe sebep olmakta ancak buldukları yerden yayacakları kirlilik etki alanı aynı olmamaktadır. Bu sebepten her bir kirlletici etmen kendi içinde çevre kirliliği çeşitleri doğrultusunda etki alanı düzeylerine tabi tutulmuştur. Etki alanı düzeylerinin belirlenmesi amacıyla oluşturulan mesafe değerleri Ek Şekil 2’de gösterilmiştir. Ek Şekil 2’de görüldüğü üzere çevre kirlletici faktörlerinden karayolunun kirlletici etki alan düzeyi sırayla 50, 100, 250, 500, 750 ve 1000 metre olarak bölümlere ayrılmıştır. Anketteki mantık her bir etki düzeyine ayrı ayrı puanlama yapılmak suretiyle 1 ile 10 arasında ağırlık puanı verilmesidir. Kirlletici unsur olan ağır sanayinin etki alanı 100, 250, 500, 750, 1500 ve 3000 m olarak belirlenmiştir. Hafif sanayi tesislerinin etki alanları 50, 100, 250, 500 m olacak şekilde belirlenmiştir. Taş ocağı tesisi için kirlletici etki alanları 100, 250, 500, 750 m; HES için 50, 100, 250, 500 m ve balık çiftlikleri için ise 50, 100, 200 m olarak tespit edilmiştir. Tarım alanları için 50, 100, 250, 500 m etki alanı uygun görülürken; konut yapıları için 50, 100, 150 m akarsu vadisine olan mesafe yeterli seviyede kalmıştır. Belirlenen bu kirlletici etki düzey mesafeleri uygulama için yapılan literatür araştırmaları, çevre kirliliği konusunda uzman kişilerle yapılan görüşmelerle belirlenmiştir. Belirlenen faktör etki alanları çevre kirlletici faktörlerin sebep olduğu çevre kirliliğine göre ayırım yapılmayarak her bir faktör için etki alanı ortak kabul edilmiştir. Kısacası gürültü kirliliğine ve aynı zamanda hava kirliliğine sebep olan karayolu için örneğin aynı etki düzeyleri (50, 100, 250, 500, 750 ve



1000 m olacak şekilde) kirletici etki alanı olarak baz alınmıştır. Anketle yapılan değerlendirme ile her bir etki alanına dair puanlamalar doğrultusunda ağırlıklar tespit edilmiştir. Alt faktörlere ait değerlendirme sonuçları Ek Tablo 2’de gösterilmektedir. Anketler sonucunda elde edilen tüm ağırlıklar değerlendirilerek her bir etki alanı düzeyine ait sonuç ağırlıklar belirlenmiştir.

#### **2.6.4. Raster Veri Katmanlarının Oluşturulması**

Tüm vadi geneli için ana tema olarak belirlenen çevre kirliliği çeşitleri altında çevre kirleticilerine ve bu kirleticilerin etki alanlarına ait ağırlıklar belirlenmiştir. Bu aşamada ArcGIS 10.0 programı kullanılmıştır. ArcGIS 10.0 programında daha önce veritabanı tasarımı yapılmış ve her vadiye ait veri katmanı kendi içinde düzenlenmiştir. Her bir kirletici katman için etki alan düzeyleri tespit edilmiş ve bu düzeylere göre ağırlık değerleri tanımlanmıştır. Ardında tanımlanan tüm ağırlık değerleri ile kirlilik etki alanı konumsal analizleri gerçekleştirilmiştir. Öncelikle her bir katman shapefile dosyası halinde programa eklenmiştir. ArcGIS 10.0 programındaki geoprocessing tool modülünden multi-buffer yöntemiyle belirlenen etki alan düzeyleri her bir veri katmanına uygulanmıştır. Örneğin karayolu veri katmanına sırasıyla 50, 100, 250, 500, 750 ve 1000m olacak şekilde ayrı ayrı bufferler atılarak kirletici unsurların etki alanları belirlenmiştir. Her bir etki alanına ayrıca elde edilmiş puan ağırlıkları girilmiştir ve üretilen bufferler raster veri katmanına çevrilerek her bir vadi için ayrı ayrı saklanmıştır.

#### **2.6.5. Raster Veri Katmanları ile Çevresel Kirlilik Risk Haritalarının Oluşturulması**

Değirmendere, Yomra, Akçaabat/Düzköy ve Of/Solaklı vadilerinin her biri için üretilmiş olan çevresel kirlilik etki düzeyi raster veri katmanları aynı veritabanı içinde saklanmıştır. Her bir vadi için düzenlenen raster veri katmanlarına anketten toplanmış puan değerleri girilmiş ve çevre kirliliği oluşturan kirletici etmenlerle matris çarpımı yapılarak her bir kirliliğe ait haritalar elde edilmiştir. Örneğin hava kirliliğine sebep olan kirletici etmenler ile hava kirliliğinin etki alan düzeylerinin belirlendiği raster veri katmanı matris çarpımına tabi tutulmuş ve hava kirliliği yüzey haritası elde edilmiştir. Yine aynı işlemler dâhilinde tüm kirlilik çeşitlerine ait yüzey haritaları üretilerek görsel halde sunumu

sağlanmıştır. Vadilere ait bütüncül çevresel kirlilik etki alanı haritası ise elde edilen tüm kirlilik raster yüzey haritalarının bir arada değerlendirilip bütünleştirilmesiyle elde edilmiştir. Elde edilen yüzey haritaları akarsu vadileri bazında şu şekilde sunulmuştur:

- Değirmendere Vadisi Gürültü Kirlilik Haritası
- Değirmendere Vadisi Su Kirlilik Haritası
- Değirmendere Vadisi Kimyasal/Toprak Kirlilik Haritası
- Değirmendere Vadisi Hava Kirlilik Haritası
- Değirmendere Vadisi Görüntü Kirlilik Haritası
- Değirmendere Vadisi Çevresel Kirlilik Haritası
- Yomra Vadisi Gürültü Kirlilik Haritası
- Yomra Vadisi Su Kirlilik Haritası
- Yomra Vadisi Kimyasal/Toprak Kirlilik Haritası
- Yomra Vadisi Hava Kirlilik Haritası
- Yomra Vadisi Görüntü Kirlilik Haritası
- Yomra Vadisi Çevresel Kirlilik Haritası
- Akçaabat/Düzköy Vadisi Gürültü Kirlilik Haritası
- Akçaabat/Düzköy Vadisi Su Kirlilik Haritası
- Akçaabat/Düzköy Vadisi Kimyasal/Toprak Kirlilik Haritası
- Akçaabat/Düzköy Vadisi Hava Kirlilik Haritası
- Akçaabat/Düzköy Vadisi Görüntü Kirlilik Haritası
- Akçaabat/Düzköy Vadisi Çevresel Kirlilik Haritası
- Of/Solaklı Vadisi Gürültü Kirlilik Haritası
- Of/Solaklı Vadisi Su Kirlilik Haritası
- Of/Solaklı Vadisi Kimyasal/Toprak Kirlilik Haritası
- Of/Solaklı Vadisi Hava Kirlilik Haritası
- Of/Solaklı Vadisi Görüntü Kirlilik Haritası
- Of/Solaklı Vadisi Çevresel Kirlilik Haritası

### 3. BULGULAR VE İRDELEMELER

Türkiye ve Dünya’da yapılan çalışmalar incelendiğinde çevresel kirliliğin türlerine göre etki alanlarının bütüncül anlamda değerlendirildiği çalışmalara pek rastlanmamaktadır. Türkiye için havzaların mevcut potansiyelinin değerlendirileceği, kirlilik boyutunun inceleneceği ve koruma amaçlı politikaların üretileceği Havza Koruma Eylem Planlarının geliştirilmesi söz konusu olmuştur. Türkiye için tanımlanan Havza bölgelerinin kirlilik yükünün izlenmesi gerektiğinin vurgulandığı Havza Koruma Eylem Planları Türkiye genelinde henüz tamamlanmamış olup, çalışmalar Doğu Karadeniz Bölgesi için ise taslak halinde bitirilmiş ancak henüz onaylanmamış bir eylem planı şeklindedir.

Bu tez çalışması ile havzaların tanımlanan alt havza bölgeleri için mevcut durumun tanımlanacağı ve kirlilik yükünün izlenebileceği konumsal bir model geliştirilerek, herhangi bir kirlilik türüne yönelik ölçme ve analiz yöntemi uygulamadan önce kirleticilerin oluşturacakları olası kirlilik türü etki alanlarının konumsal analizlerle belirlenmesi ve bu gibi çalışmalara altlık oluşturulması hedeflenmiştir. Geliştirilen konumsal modelin uygulanmasında pilot bölge olarak Trabzon İli vadilerinde yer alan akarsu yatakları boyunca olan vadiler esas alınmıştır. Bu vadiler Trabzon ili idari sınırları içerisinde kalan dört önemli Değirmendere, Yomra, Of/Solaklı ve Akçaabat/Düzköy akarsu vadileridir. Ana çerçeve içerisinde öncelikle çevre kirliliği çeşitleri hava, su, kimyasal/toprak, görüntü ve gürültü kirliliğine etken olan çevresel kirleticilerin neler olduğu belirlenmiştir. Belirlenen çevresel kirleticilerin vadiyi kirletme oranları uzmanlara sunulan anketler ile birlikte puanlandırılmıştır. Çok Kriterli Karar Verme Metotlarından Analitik Hiyerarşi Yönteminden vadilerdeki çevre kirleticilerin vadiyi kirletme faktör ve alt faktör ağırlıkları anketlerden tespit edilen puanlardan belirlenmiş ve Coğrafi Bilgi Sistemi teknolojisinden yararlanarak elde edilen ağırlıklar dâhilinde vadi boyunca kirlilik riski altında olan alanlar analizlerle tespit edilmeye çalışılmıştır. Tez kapsamında yapılan çalışmalar ve uygulamalar neticesinde;

- Çalışma alanı olarak seçilen Değirmendere, Yomra, Of/Solaklı ve Akçaabat/Düzköy akarsu vadilerinin bütün kirlilik çeşitleri bazında çevresel kirlilik tehdidi altında olduğu ve değerlendirmeye alınmasının bir ihtiyaç olduğu tespit edilmiştir.

- Yapılan literatür çalışmalarında bir çok çevresel kirlilik tespiti uygulamasının bulunduğu hatta pilot bölge olarak seçilen akarsu vadilerinden Değirmendere Vadisi için 1999 yılında DEVACED projesi ile riskli bölgeler kısmen belirlendiği ancak kirliletiçi faktörler bazında ağırlıklı olarak tüm kirlilik çeşitleri için bir uygulamaya rastlanmadığı tespit edilmiştir. Bu sebepten dolayı vadilerin kirlilik yükü durumlarının ve kirlilik riski altında olan alanların belirlenmesi gerekliliği tespit edilmiştir.
- Çalışma ile kirlilik riski altında olan bölgelerin vadileri hangi konumsal düzeyde kirlilettiğinin belirlenerek, ileride yürütülmesi düşünülen herhangi bir kirlilik yükü inceleme çalışmasına altlık oluşturması ihtiyacının giderilmesi hedeflenmiştir. Özellikle de tasarı halinde olan Havza Koruma Eylem Planlarının amaçları doğrultusunda yol gösterici nitelikte kullanılabileceği belirlenmiştir.
- Aynı şekilde tasarı halinde olan Havza Koruma Planları kapsamına alınan Doğu Karadeniz Havzasının büyük bir bölümünü oluşturan Trabzon İli akarsu vadilerinde bir coğrafi veritabanı sistemi oluşturularak ilgili verilerin konumsal analizlerinin yapılarak riskli alanlarının tespit edilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Yapılan bu çalışma ile Havza Koruma Planlarının ileriye dönük çalışmalarına, oluşturulan veritabanı ve yapılan analizler dâhilinde altlık sağlandığı düşünülmektedir.
- Ayrıca bu çalışma ile ağırlık değeri esaslı bütüncül haritaların üretilmesi hususunda yurtiçi ve yurtdışı çalışmalar bulunmadığı ancak benzer uygulamaların yapıldığı görülmüştür.
- Uygulama sonuç çıktıları, ileride gerçekleştirilecek bilimsel tabanlı kirlilik yükü izlem ve analiz çalışmaları için yön gösterici altlık niteliğinde önem oluşturacağı tespit edilmiştir.
- Yapılan çalışma ile seçilen vadilerde kirlilik oluşturan kirliletiçi unsurlar tespit edilmiş ve hazırlanan anket ile birlikte vadileri etkileme düzeylerine göre puanlar verilmesi istenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda kirliletiçi unsurların tamamına sebep olmasa da çoğunlukla tüm kirlilik çeşitlerine sebep olduğu görülmüştür.
- Yapılan anket ile çevresel kirliletiçi faktörlerden karayolunun vadilerde gürültü ve hava kirliliğine sebep olduğu tespit edilmiştir.

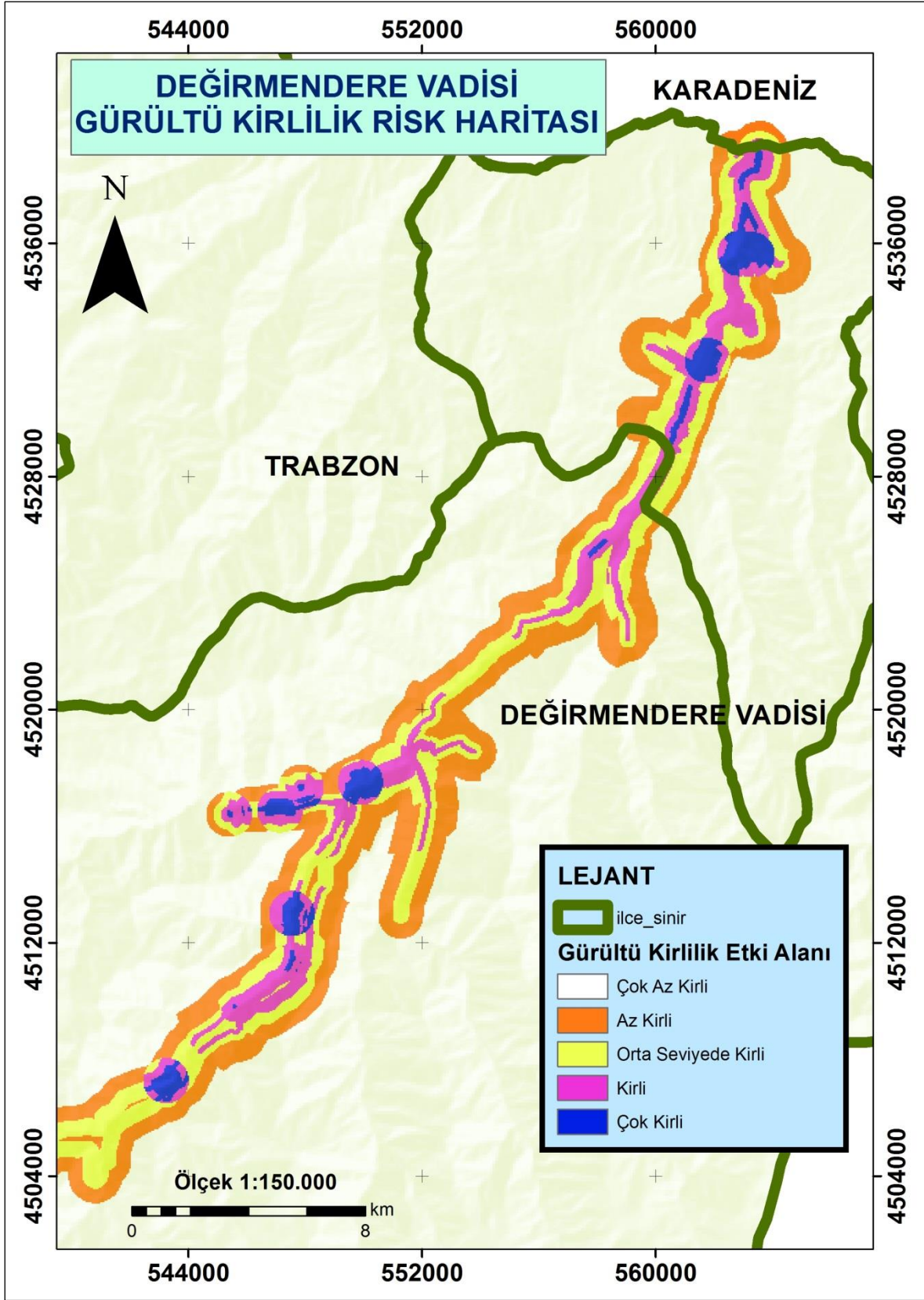
- Ağır sanayi ve hafif sanayi tesislerinin çevre kirliliği çeşitlerinden her biri için faktör değeri olduğu ve kirlilik oluşturduğu tespit edilmiştir.
- Taş Ocağı işletmeleri çevre kirliliğinin tümüne sebebiyet verdiği belirlenmiştir.
- Hidroelektrik Santrallerinin kirlilik düzeyinde çevrede gürültü, hava, su ve görsel anlamda etkilediği belirlenmiştir.
- Konut yapılarının su kirliliği, hava kirliliği, kimyasal kirlilik ve görüntü kirliliğine sebep olduğu belirlenmiştir.
- Tarım alanlarının su kirliliği ve kimyasal kirliliğe sebep olduğu belirlenirken, balık çiftliklerinin ise su, kimyasal ve görüntü kirliliğine neden olduğu belirlenmiştir.
- Tüm anket değerleriyle elde edilen kirlenici faktörlerin etkilerinin kirlenici noktadan uzaklaştıkça azaldığı, kirlilik riskinin en fazla kirlenici kaynağının bulunduğu yerde yoğunlaştığı anket sonuçlarıyla belirlenmiştir.
- Anket çalışması ile elde edilen puanlar kullanılarak her bir vadi için AHY ile ağırlık puanı değerleri elde edilmiştir.
- Yine aynı şekilde anket puanları ile kirlenici unsurların etki düzey alanları belirlenmiş ve her bir etki alanına puan değeri tespit edilmiştir.
- Elde edilen kirlenici faktör ağırlıkları ve alt faktör olarak temsil edilen etki düzey puan değerleriyle birlikte çevresel kirlilik görsel haritaları her bir akarsu vadisi için tek tek üretilmiştir. Tüm akarsu vadileri genelinde kirlenici etmen olarak belirlenen faktörler Şekil 8’de gösterilmiştir.

### **3.1. Değirmendere Vadisi Kirlilik Risk Haritalarının Üretimi**

#### **3.1.1. Değirmendere Vadisi Gürültü Kirlilik Risk Haritası**

Değirmendere Vadisi Gürültü Kirlilik Risk Haritasının elde edilmesi için belirlenen kirlenici faktörlerden karayolu, ağır sanayi, hafif sanayi, taş ocağı ve HES kullanılmıştır. Vadi genelinde gürültü kirliliğine sebep olması ve mevcut halde bu faktörlerin yer almasından dolayı bu beş faktör uygulamada esas alınmıştır. Her bir faktörün ağırlıklandırılmış raster buffer yüzeyleri gürültü kirliliği yüzey haritası oluşturmak için ArcGIS 10.0 programında raster çarpımı yapılarak elde edilmiştir. Vadiye ait yüzey haritasına bakarak gürültü kirliliğine sebep olan faktörlerin vadiyi ne oranda ve ne kadar

etkilediği görülebilmektedir. Çevreye yayılan gürültü kirlilik risk alanları harita üzerinden anlaşılabilen ve yorum yapılabilir. Değirmendere Vadisi Gürültü Kirlilik Risk Haritası Şekil 8’de gösterilmiştir.



Şekil 8. Değirmendere vadisi gürültü kirlilik risk haritası

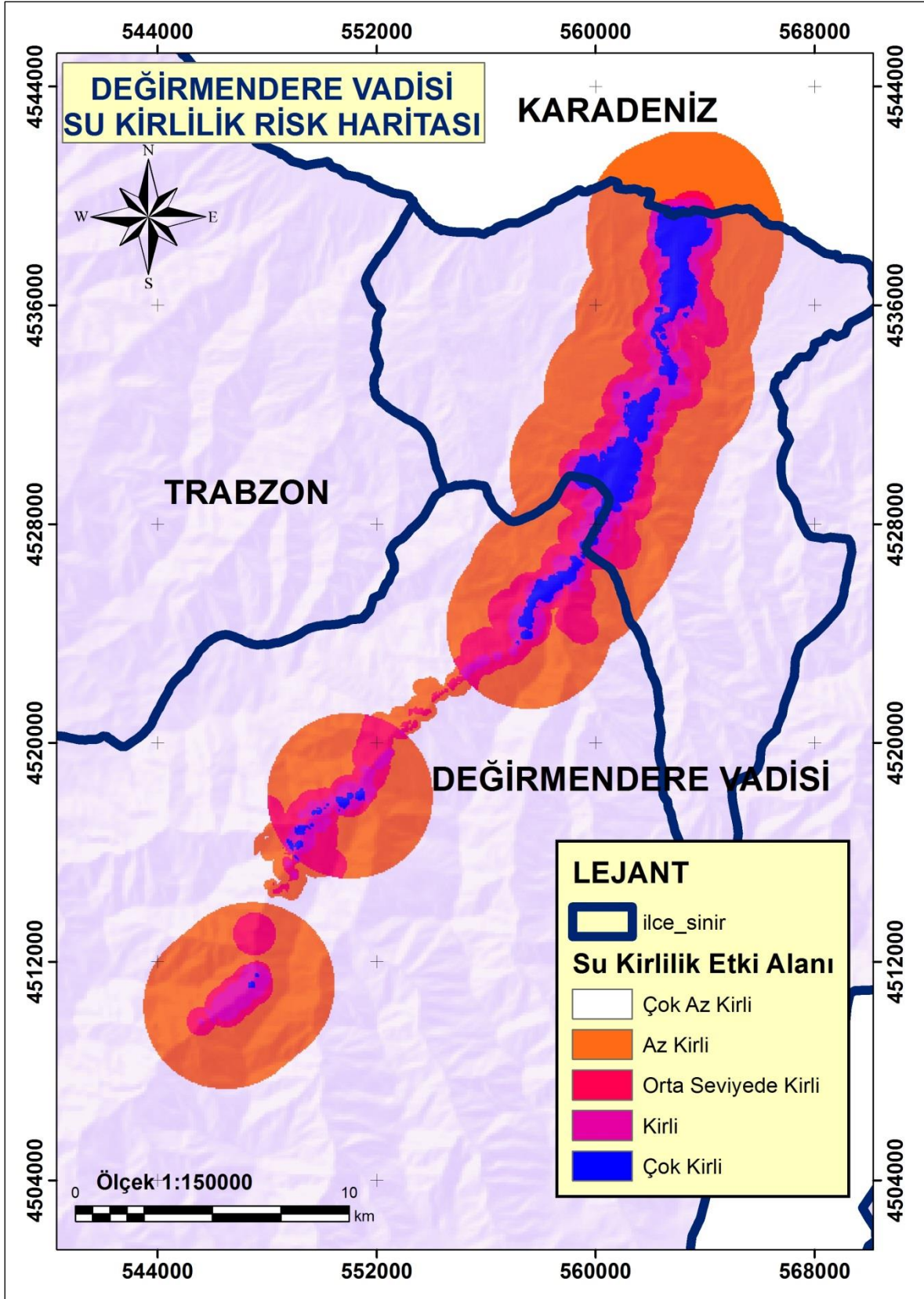
### **3.1.2. Değirmendere Vadisi Su Kirlilik Risk Haritası**

Değirmendere Vadisi Su Kirlilik Risk Haritasının elde edilmesi için belirlenen kirlenici faktörlerden ağır sanayi, hafif sanayi, taş ocağı, HES, tarım alanı ve konut yapıları kullanılmıştır. Sanayi yapıları meydana getirdiği atıklardan kaynaklı suya karışmakta ve su kirliliğine sebep olmaktadır. HES ve taş ocakları sanayi tesislerine benzer şekilde bünyesinde bazı suya karışan kirlenicilere sebep olmaktadır. Konut yapıları günlük yaşamımızda evlerden lağım sularına karışan atık suların direkt olarak vadilere akıtılması ile kirliliğe sebep olurken, tarım alanları ise zirai ilaçlama ile suya karışan pestisitlerle su kirliliği oluşturmaktadır. Su kirliliğine sebep olan tüm bu faktörlerin ağırlıklandırılmış raster buffer yüzeyleri su kirliliği yüzey haritası oluşturmak için ArcGIS 10.0 programında raster çarpımı yapılarak elde edilmiştir. Elde edilen Değirmendere Vadisi Su Kirlilik Risk Haritası Şekil 9'da gösterilmektedir.

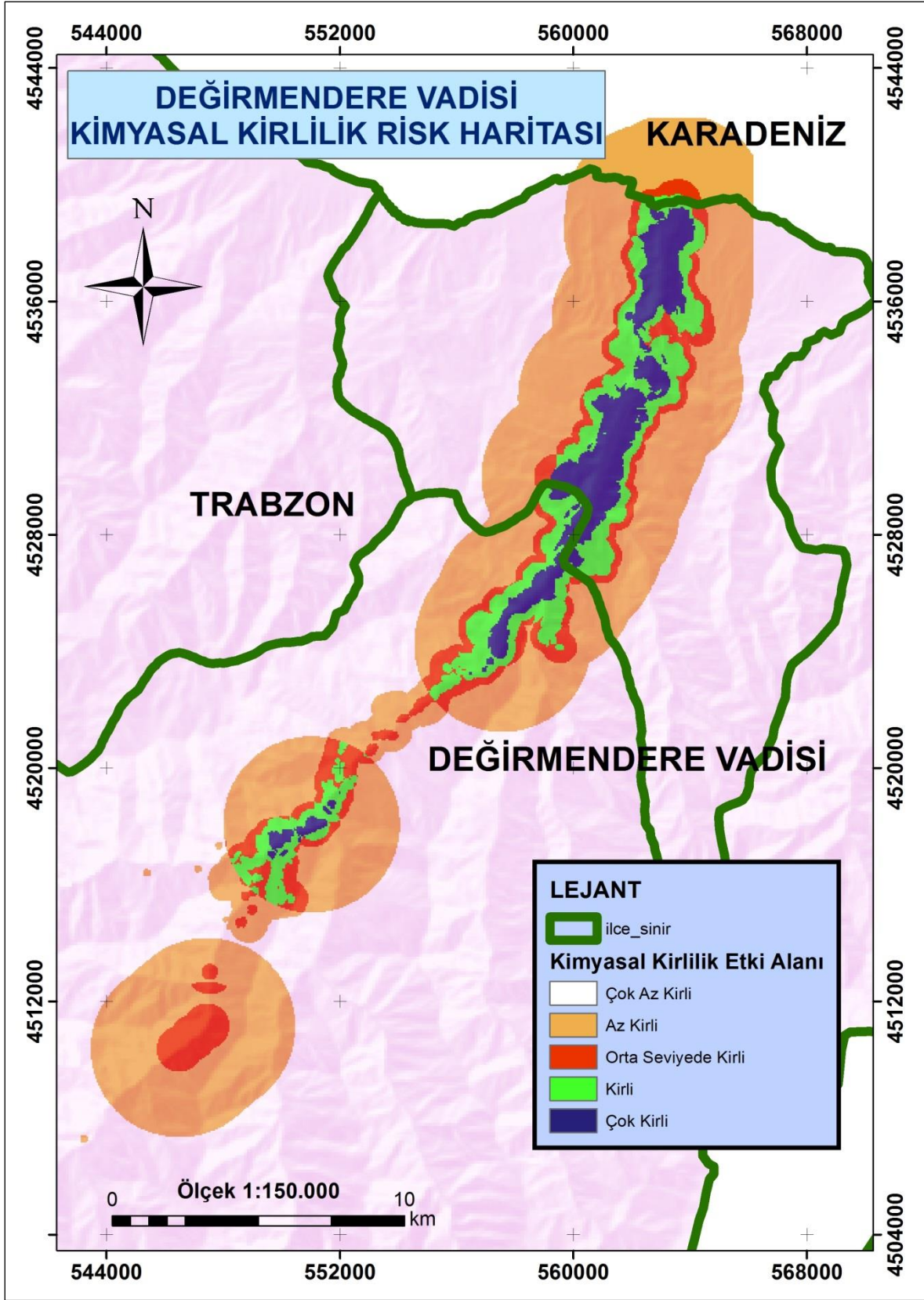
### **3.1.3. Değirmendere Vadisi Kimyasal/Toprak Kirlilik Risk Haritası**

Değirmendere Vadisi Trabzon İli'nin diğer iller arasında geçiş güzergâh üzerinde yer alan en büyük vadisi niteliğindedir. Bu güzergâha bakıldığında kimyasal/toprak kirliliği oluşturan kirlenici unsurlar ağır sanayi, hafif sanayi, taş ocağı, konut yapıları ve tarım alanlarıdır. Sanayi tesisleri çevreye yaydıkları kimyasal nitelikteki kirlenicilerle birlikte toprak kirliliğine sebep olmakta ve ortak kullanım halinde olunan vadiye kimyasal nitelikte atıklar boşaltarak kimyasal kirlilik oluşturmaktadır. Benzer şekilde taş ocakları da patlatma esnasında toprağa zararlı maddeler karıştırarak kimyasal kirliliğe sebep olmaktadır. Tarım alanlarının zirai ilaçlarıyla ilaçlanması sonucu toprağın kimyasal yapısını bozarak kirlilik oranına etki etmektedir. Tüm kirlenici etmenlerinin bir arada değerlendirilerek analiz edildiği Değirmendere Vadisi Kimyasal/Toprak Kirlilik Risk Haritası Şekil 10'da gösterilmektedir.





Şekil 9. Değirmendere vadisi su kirlilik risk haritası



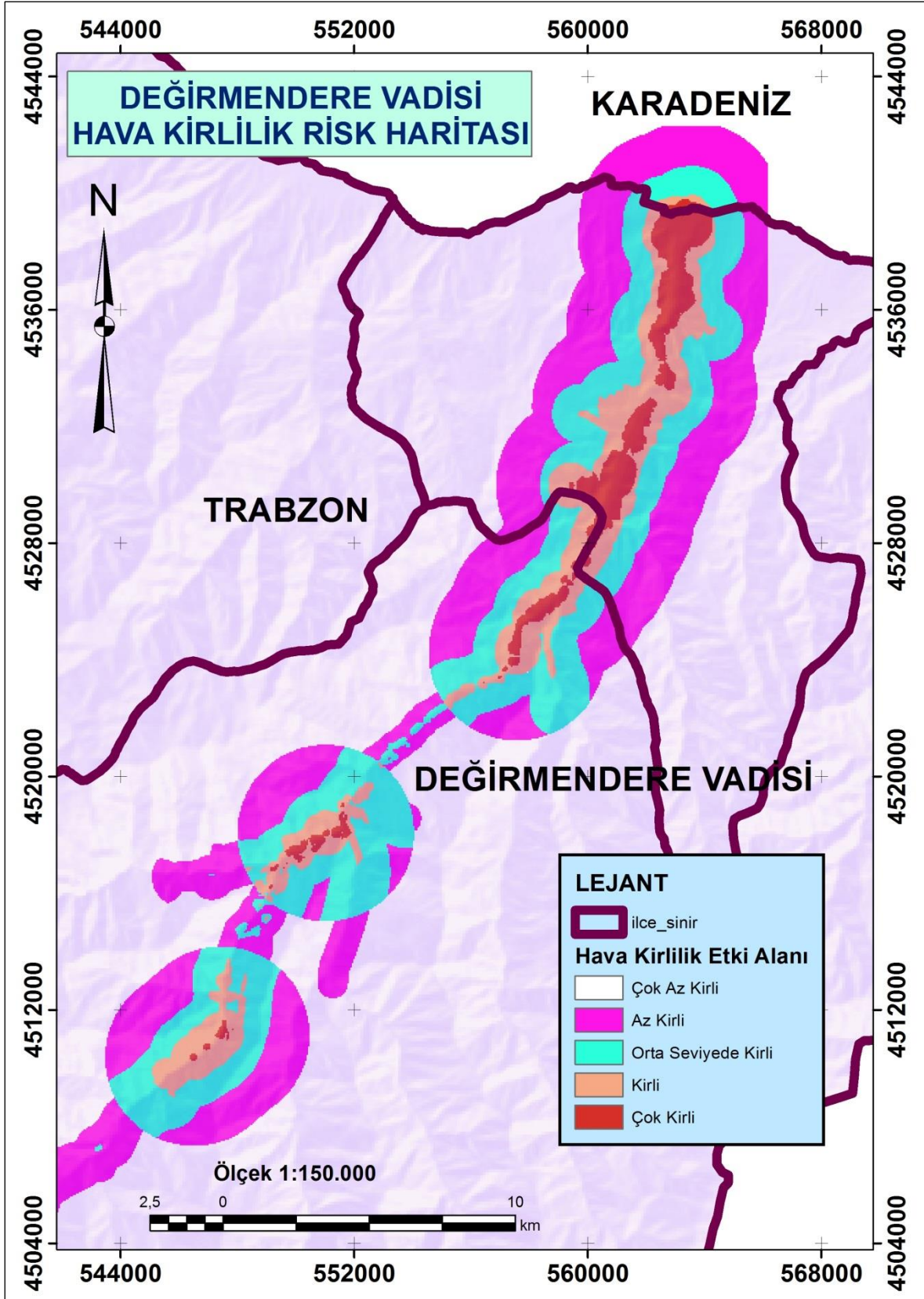
Şekil 10. Değirmendere vadisi kimyasal/toprak kirlilik risk haritası

### 3.1.4. Değirmendere Vadisi Hava Kirlilik Risk Haritası

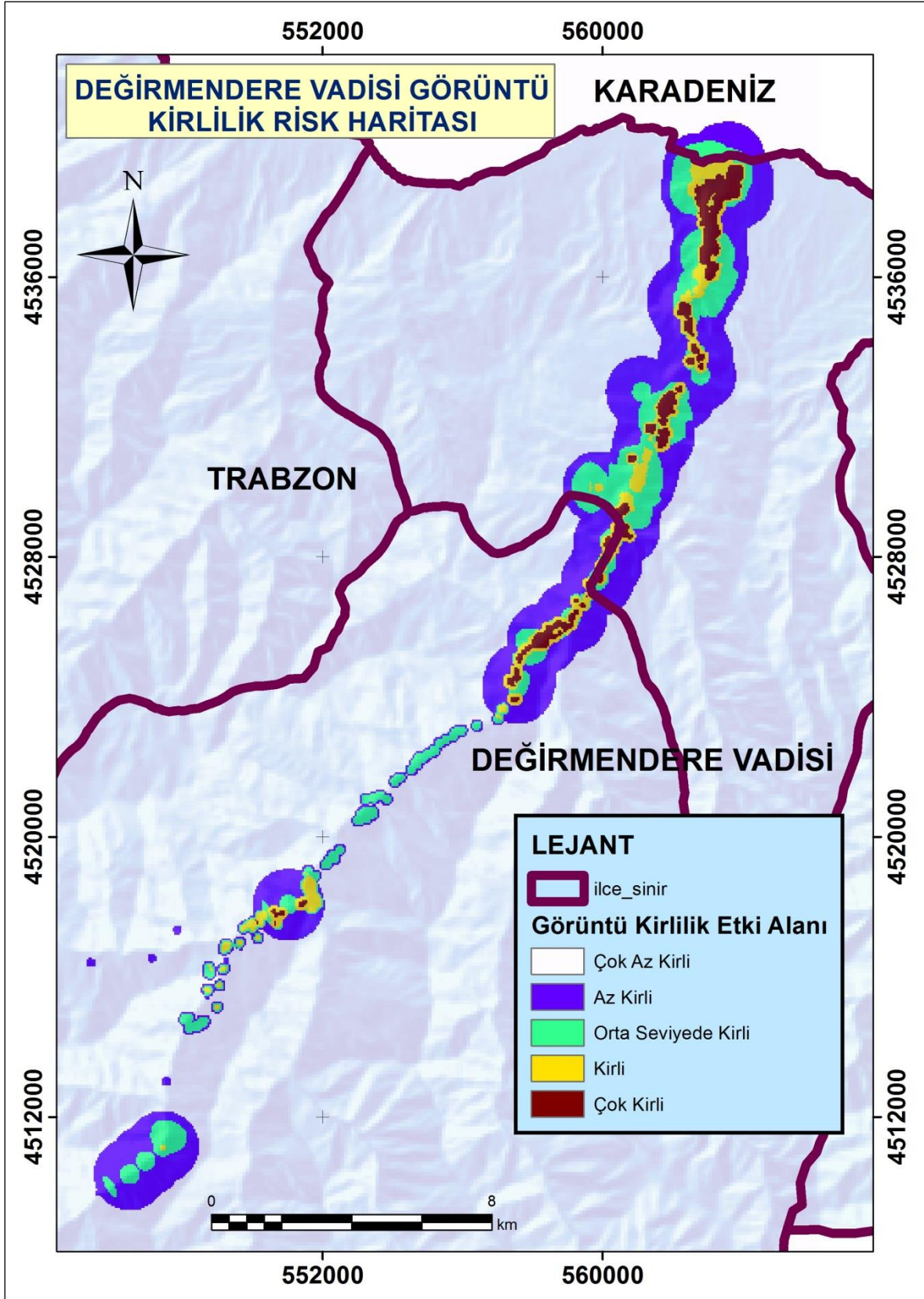
Hava Kirliliği Risk Haritasının oluşturulmasında çevresel kirlenici etmen olarak belirlenen faktörlerden karayolu, hafif sanayi, ağır sanayi, taş ocağı, konut yapıları ve hidroelektrik santralleri kullanılmıştır. Karayolu gerek toplu taşıma araçlarından gerekse özel kullanımda olan taşıtlardan çıkan egzoz gazlarıyla çevreyi kirletmektedir. Çevrede meydana getirdiği kirlilik düzeyi bulunduğu yerde en fazla miktarda olmakla birlikte uzaklaştıkça azalmaktadır. Hafif sanayi ve ağır sanayi karayolunda meydana gelen kirliliğe benzer şekilde fabrikaların bacalarından çıkan dumanlar da kirliliğe sebep olmaktadır. Sanayi tesislerine benzer şekilde özellikle kış aylarında evlerin bacalarından çıkan kirlenici gazlar da çevrede hava kirliliği unsurlarından birisidir. Taş ocaklarından patlatmayla birlikte çıkarılan kum, taş çevreye tozlar savurmaktadır ve çevrede gözle görülür ve görülemeyecek düzeyde hava kirliliğine sebep olmaktadır. Hidroelektrik santralleri de havayı kirlenici düzeyde bazı gazlar çıkardığı bilinmektedir ve hava kirliliğine sebep olmaktadır. Tüm kirlenici faktörlerin kirlenme oranlarıyla yapılan analizler sonucu oluşturulan Değirmendere Vadisi Hava Kirlilik Risk Haritası Şekil 11’de gösterilmektedir.

### 3.1.5. Değirmendere Vadisi Görüntü Kirlilik Risk Haritası

Değirmendere Vadisi Görüntü Kirlilik Haritasının oluşturulabilmesi için kirlenici faktörlerden ağır sanayi, hafif sanayi, taş ocağı, konut yapıları ve hidroelektrik santralleri kullanılmıştır. Hafif sanayi ve ağır sanayi tesislerinden çevreye karışan ve önlemi alınmayan kirleniciler vadilere boşaltılmakta ve kötü bir görüntü oluşturmaktadırlar. Aynı şekilde konut yapılarında yaşayan kişilerin dikkat etmeyip çevreye kontrolsüz attıkları çöp ve atıklar da vadiye karışmakta ve görüntü kirliliğine sebep olmaktadır. Hidroelektrik santralleri ve taş ocağı işleten işletmelerde, yapım esnasında çevrede görüntü kirliliğine sebebiyet verecek düzeyde işlemler yapmakta ve görsel anlamda kirlilik oluşturmaktadır. Tüm bu kirlenici etkenlerin vadiye olan kirlenici düzeyleri ağırlıklarla belirlenip analizlerle görsel haritası oluşturulmuştur. Değirmendere Vadisi Görüntü Kirlilik Risk Haritası Şekil 12’de gösterilmiştir. Yüzeysel haritasına bakarak görüntü kirliliğinin çevreye yaydığı etki seviyesini belirlemek mümkündür.



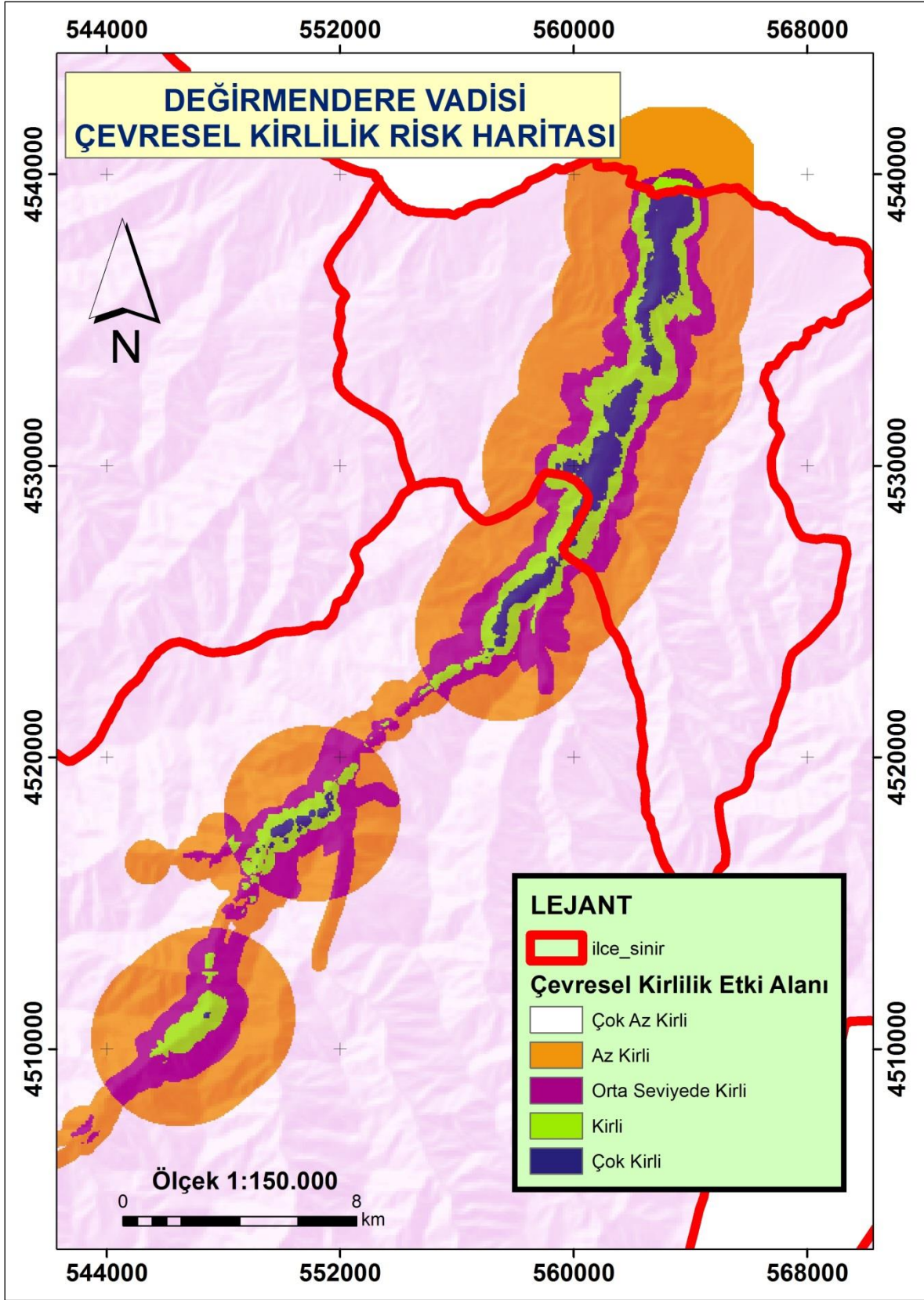
Şekil 11. Değirmendere vadisi hava kirlilik risk haritası



Şekil 12. Değirmendere vadisi görüntü kirlilik risk haritası

### 3.1.6. Değirmendere Vadisi Çevresel Kirlilik Risk Haritası

Vadiye ait tüm kirlilik görsel haritaları belli kriterler dâhilinde belirlendikten sonra her bir çevresel kirlilik haritası tek bir temelde birleştirilerek bütüncül bir şekilde oluşturulmuştur. Değirmendere Vadisine ait çevresel kirlilik risk haritasının oluşturulmasında hazırlanan anketten toplanan gürültü, görüntü, kimyasal/toprak, hava ve su kirliliğine ait ağırlıklar ArcGIS 10.0 programında üretilmiş yüzey haritalarıyla matris çarpımı yapıp bütünsel anlamda toplanarak üretilmiştir. Matris çarpımı yapılması esnasında ArcGIS 10.0 programı araç olarak kullanılmıştır ve sonuç ürün harita üretilmiştir. Değirmendere Vadisi Çevresel Kirlilik Risk Haritası Şekil 13’de gösterilmektedir. Bu yüzey haritasına bakarak çevre kirliliği çeşitlerinin tümünün vadide yaratacak olduğu etki düzeyi anlaşılabilir.



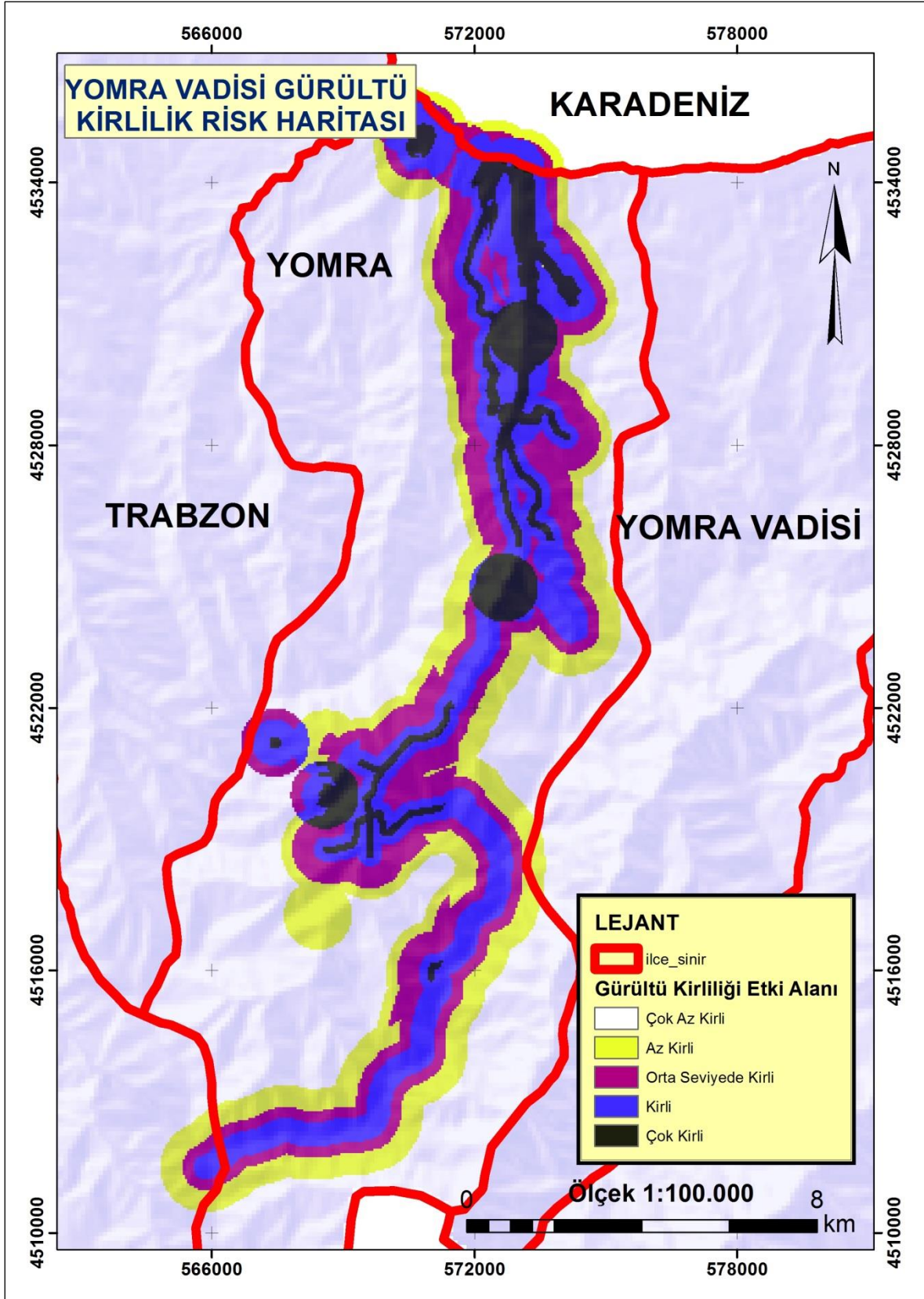
Şekil 13. Değirmendere vadisi çevresel kirlilik risk haritası

## **3.2. Yomra Vadisi Kirlilik Risk Haritalarının Üretimi**

### **3.2.1. Yomra Vadisi Gürültü Kirlilik Risk Haritası**

Yomra Vadisinin Gürültü Kirlilik Risk Haritasının üretilmesinde kirletici faktör olarak karayolu, ağır sanayi ve hafif sanayi tesisleri kullanılmıştır. Her bir veri katmanı elde edilen puanlar dâhilinde coğrafi veritabanında birleştirilmiştir. ArcGIS 10.0 programının geoprocessing modülü ile birlikte gürültü kirlilik haritası elde edilmiştir. Etki raster yüzeyleri ile ağırlıklar çarpılarak yüzey haritaları elde edilmiştir. Yomra Vadisi Gürültü Kirlilik Risk Haritası Şekil 14’te gösterilmiştir.





Şekil 14. Yomra vadisi gürültü kirlilik risk haritası

### **3.2.2. Yomra Vadisi Su Kirlilik Risk Haritası**

Yomra Vadisine ait Su Kirliliği Risk Haritasının üretilmesinde faktör olarak ağır sanayi, hafif sanayi, konut yapıları ve tarım alanları kullanılmıştır. Vadiye ait Yomra Vadisi Su Kirlilik Risk Haritası Şekil 15'te gösterilmektedir.

### **3.2.3.Yomra Vadisi Kimyasal/Toprak Kirlilik Risk Haritası**

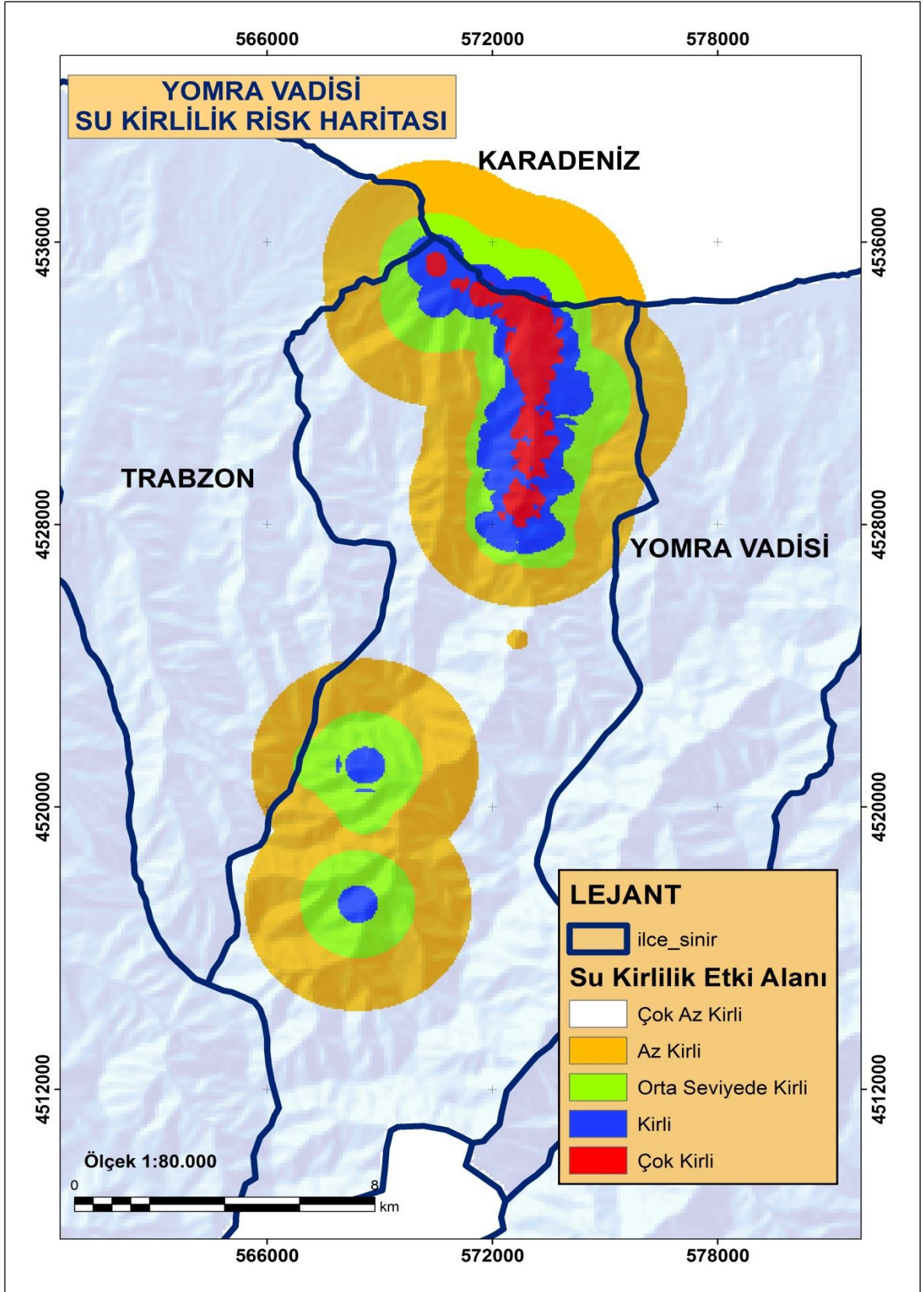
Yomra Vadisi Kimyasal/Toprak Kirlilik Risk Haritası oluşturulması için kirlletici faktörlerden ağır sanayi, hafif sanayi, konut yapıları ve tarım alanları kullanılmıştır. Yomra Vadisi Kimyasal/Toprak Kirlilik Risk Haritası Şekil 16'da gösterilmektedir.

### **3.2.4. Yomra Vadisi Hava Kirlilik Risk Haritası**

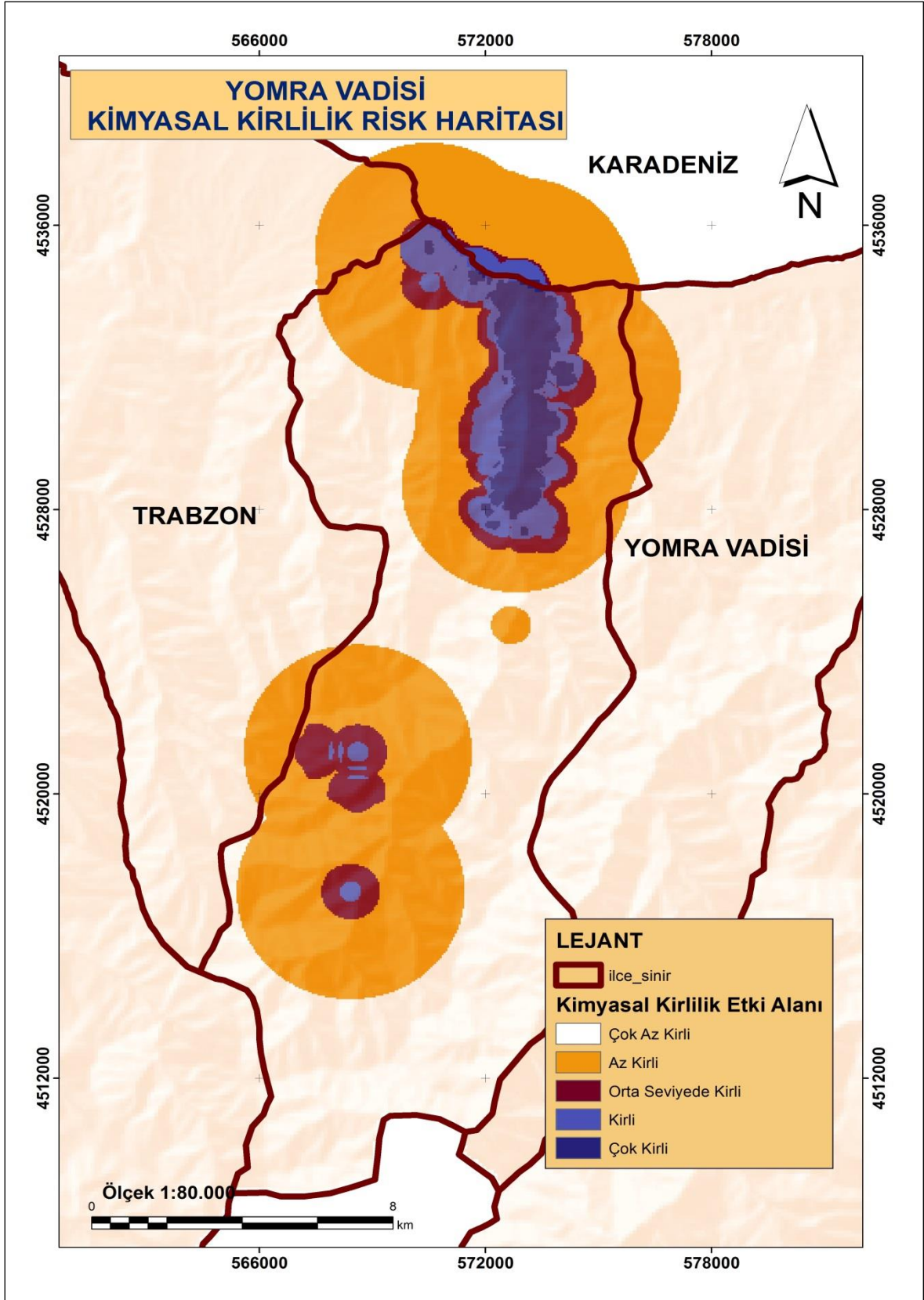
Vadiye ait Hava Kirliliği Risk Haritasının üretilmesinde kirlletici faktörlerden ağır sanayi, hafif sanayi, karayolu ve konut yapıları kullanılmıştır. Yomra Vadisine ait Yomra Vadisi Hava Kirliliği Risk Haritası Şekil 17'de gösterilmektedir.

### **3.2.5. Yomra Vadisi Görüntü Kirlilik Risk Haritası**

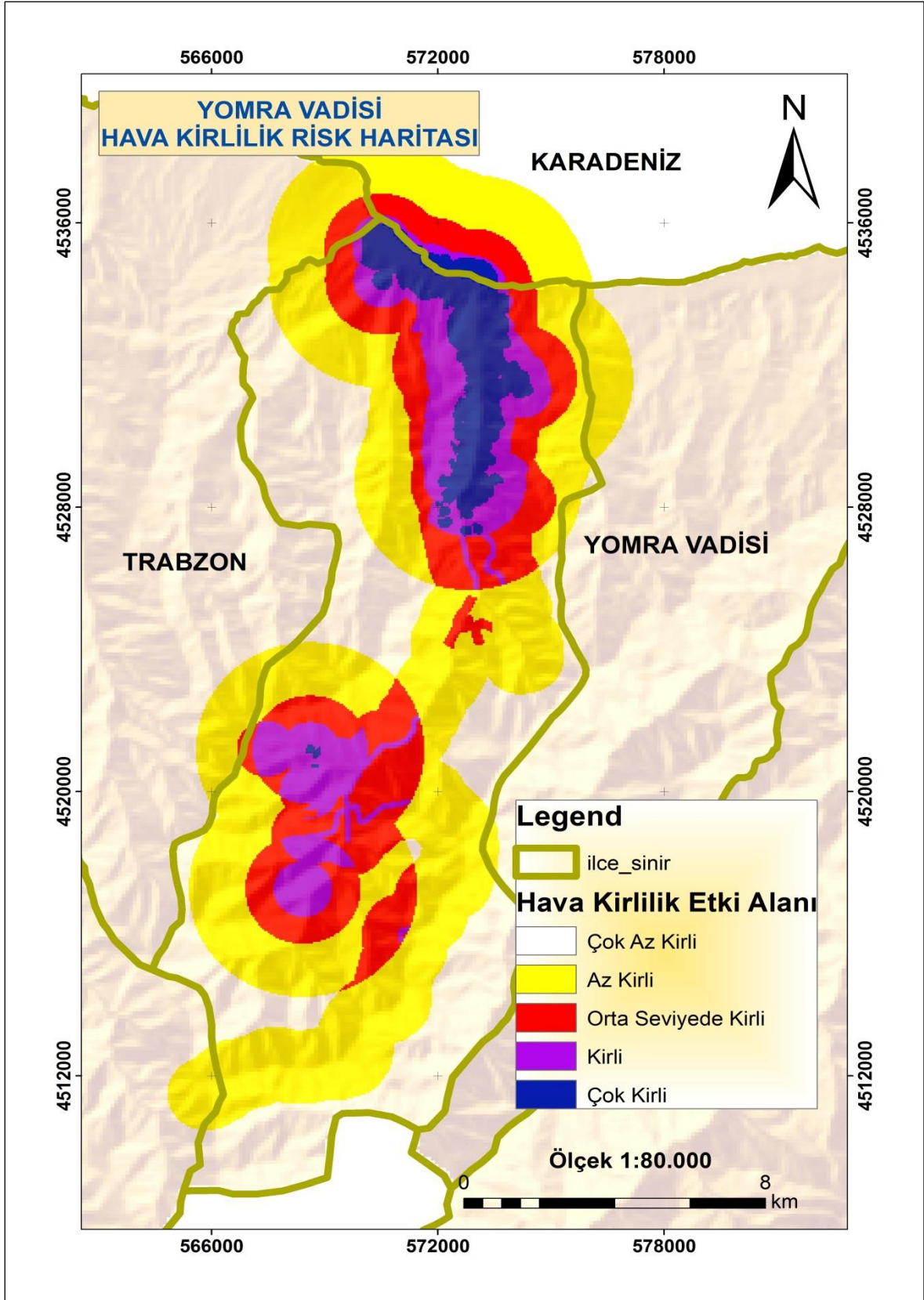
Yomra Vadisinin kirlilik haritalarından Görüntü Kirlilik Risk Haritasının elde edilmesinde ağır sanayi, hafif sanayi ve konut yapıları esas alınmıştır. Vadinin Görüntü Kirlilik Risk Haritası Şekil 18'de gösterilmektedir.



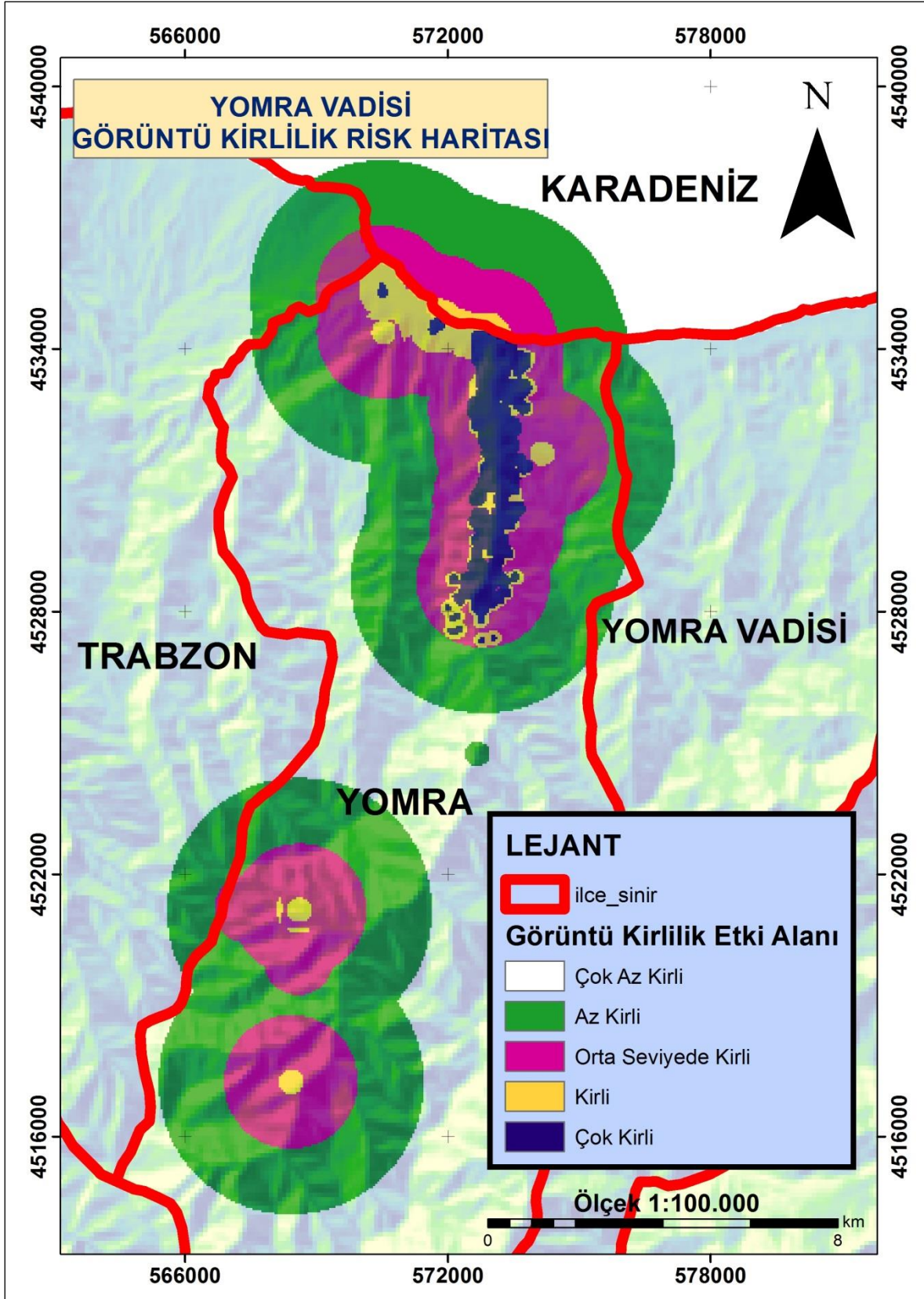
Şekil 15. Yomra vadisi su kirlilik risk haritası



Şekil 16. Yomra vadisi kimyasal/toprak kirlilik risk haritası



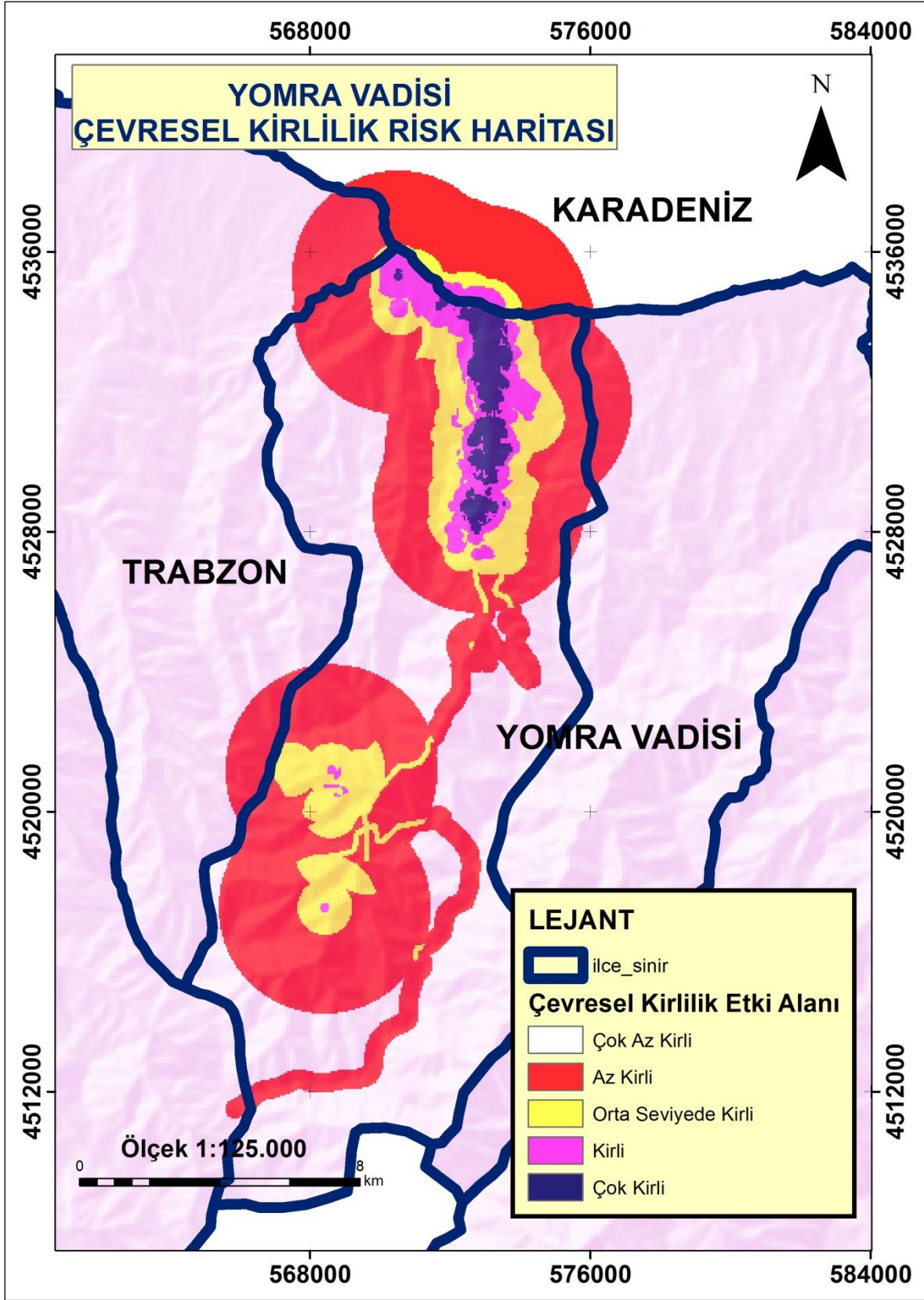
Şekil 17. Yomra vadisi hava kirlilik risk haritası



Şekil 18. Yomra vadisi görüntü kirlilik risk haritası

### **3.2.6. Yomra Vadisi Çevresel Kirlilik Risk Haritası**

Vadiye ait tüm haritalar belli kriterler oranında belirlendikten sonra her bir çevresel kirlilik risk haritası tek bir temelde birleştirilmiştir ve bütüncül bir şekilde oluşturulmuştur. Yomra Vadisine ait çevresel kirlilik risk haritasının oluşturulmasında anketten toplanan gürültü, görüntü, kimyasal/toprak, hava ve su kirliliğine ait ağırlıklar ArcGIS 10.0 programında üretilmiş yüzey haritalarıyla matris çarpımı yapıp bütünsel anlamda toplanarak üretilmiştir. Matris çarpımı yapılması esnasında ArcGIS 10.0 programı araç olarak kullanılmıştır ve sonuç ürün harita üretilmiştir. Yomra Vadisi Çevresel Kirlilik Risk Haritası Şekil 19'da gösterilmektedir. Bu yüzey haritasına bakarak çevre kirliliği çeşitlerinin tümünün vadide yaratacak olduğu etki düzeyi anlaşılabilir.



Şekil 19. Yomra vadisi çevresel kirlilik risk haritası



### **3.3. Akçaabat/Düzköy Vadisi Kirlilik Risk Haritalarının Üretimi**

#### **3.3.1. Akçaabat/Düzköy Vadisi Gürültü Kirlilik Risk Haritası**

Akçaabat/Düzköy Vadisi Gürültü Kirlilik Risk Haritasının oluşturulmasında karayolu, ağır sanayi, hafif sanayi ve taş ocağı kullanılmıştır. Vadinin Gürültü Kirlilik Risk Haritası Şekil 20’de gösterilmiştir.

#### **3.3.2. Akçaabat/Düzköy Vadisi Su Kirlilik Risk Haritası**

Akçaabat/Düzköy Vadisi Su Kirlilik Risk Haritasının üretilmesinde ağır sanayi, hafif sanayi, taş ocağı, konut yapıları ve tarım alanları kullanılmıştır. Vadiye ait Su Kirlilik Risk Haritası Şekil 21’de gösterilmektedir.

#### **3.3.3. Akçaabat/Düzköy Vadisi Kimyasal/Toprak Kirlilik Risk Haritası**

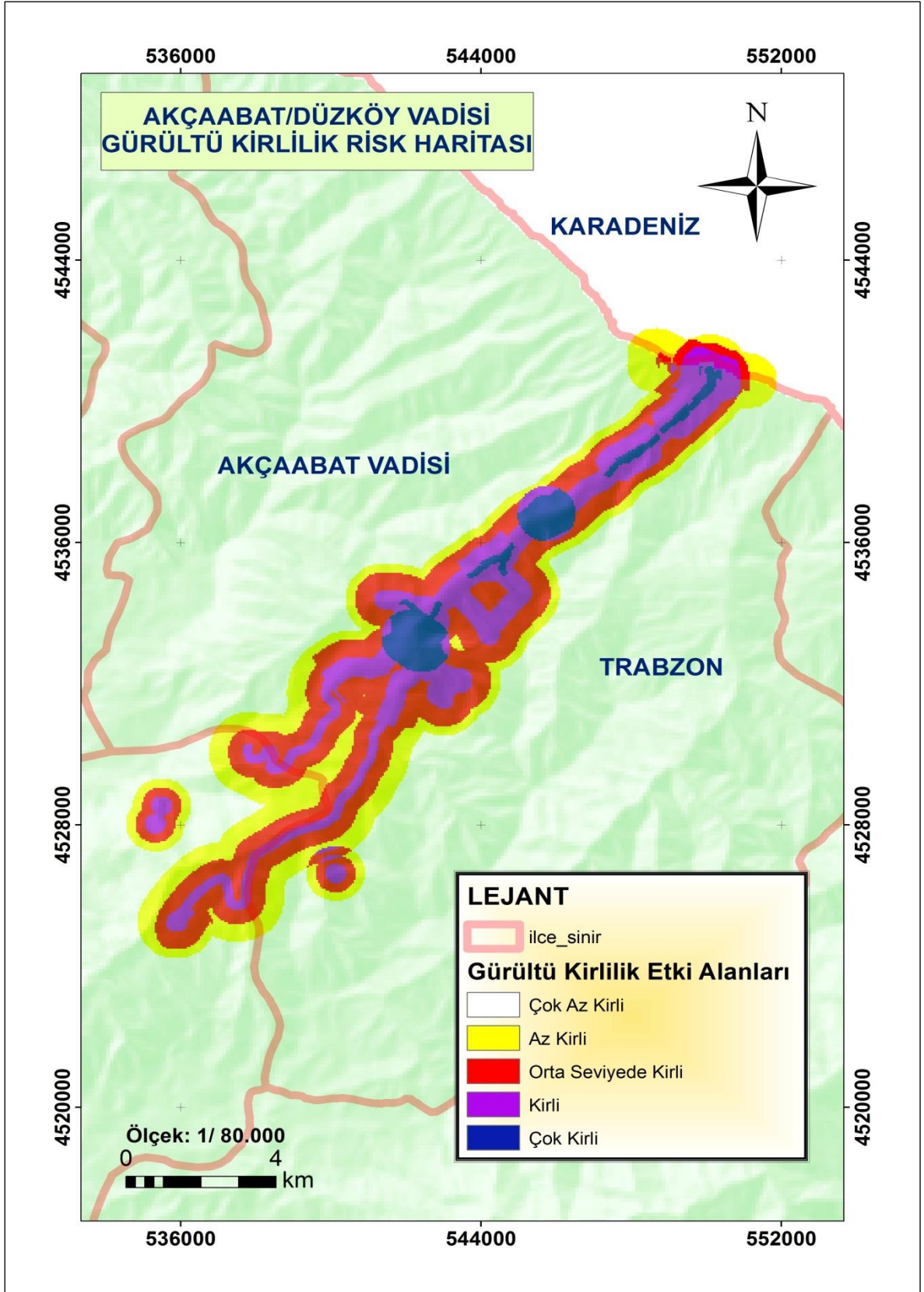
Akçaabat/Düzköy Vadisi Kimyasal/Toprak Kirlilik Risk Haritasının üretilmesinde ağır sanayi, hafif sanayi, taş ocağı, konut yapıları ve tarım alanları kullanılmıştır. Vadiye ait Kimyasal/Toprak Kirlilik Risk Haritası Şekil 22’de gösterilmektedir.

#### **3.3.4. Akçaabat/Düzköy Vadisi Hava Kirlilik Risk Haritası**

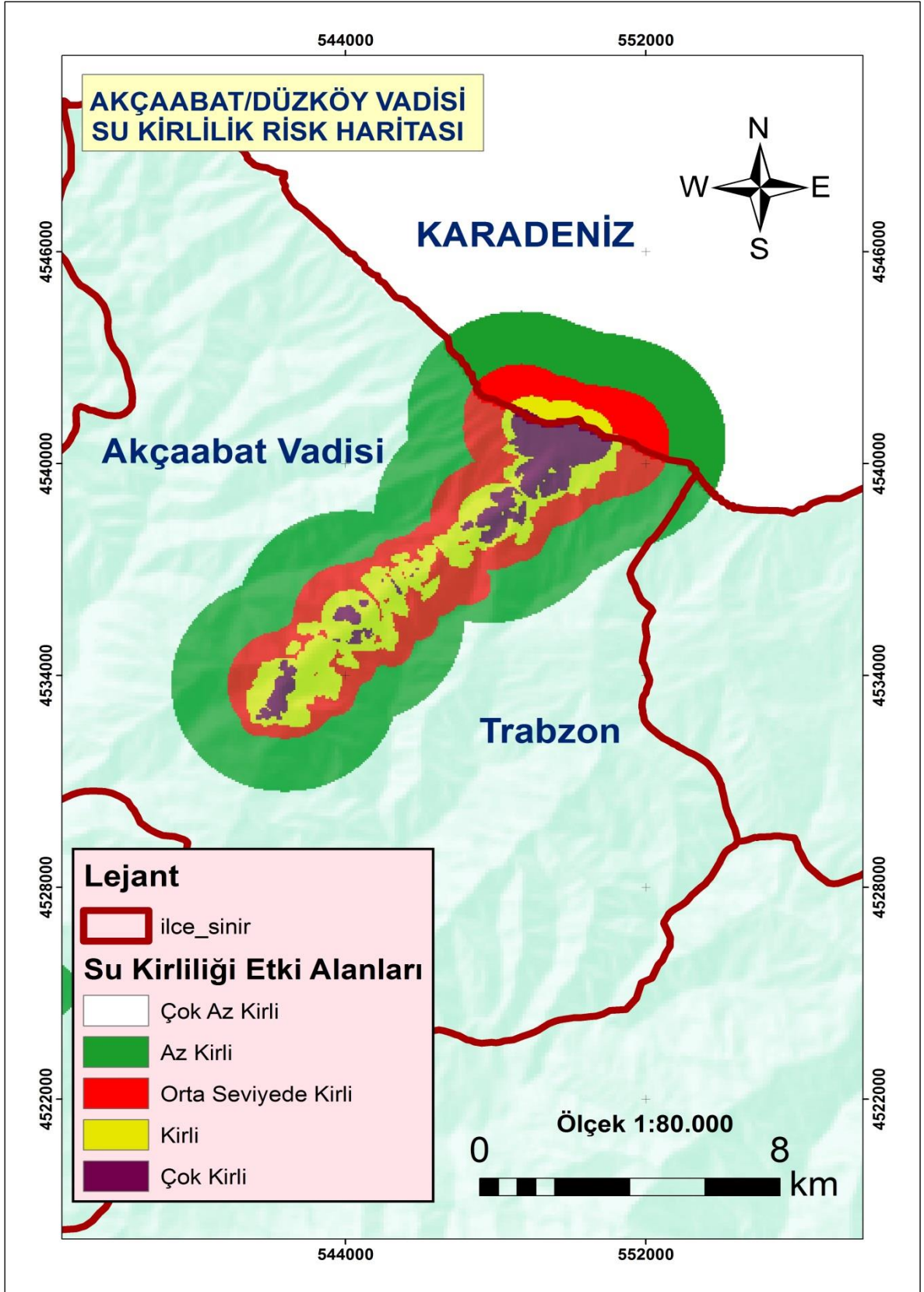
Vadiye ait Hava Kirlilik Risk Haritasının elde edilmesine kirlenici etmenlerden karayolu, ağır sanayi, hafif sanayi, taş ocağı ve konut yapıları kullanılmıştır. Akçaabat/Düzköy Vadisi Hava Kirlilik Risk Haritası Şekil 23’de gösterilmiştir.

#### **3.3.5. Akçaabat/Düzköy Vadisi Görüntü Kirlilik Risk Haritası**

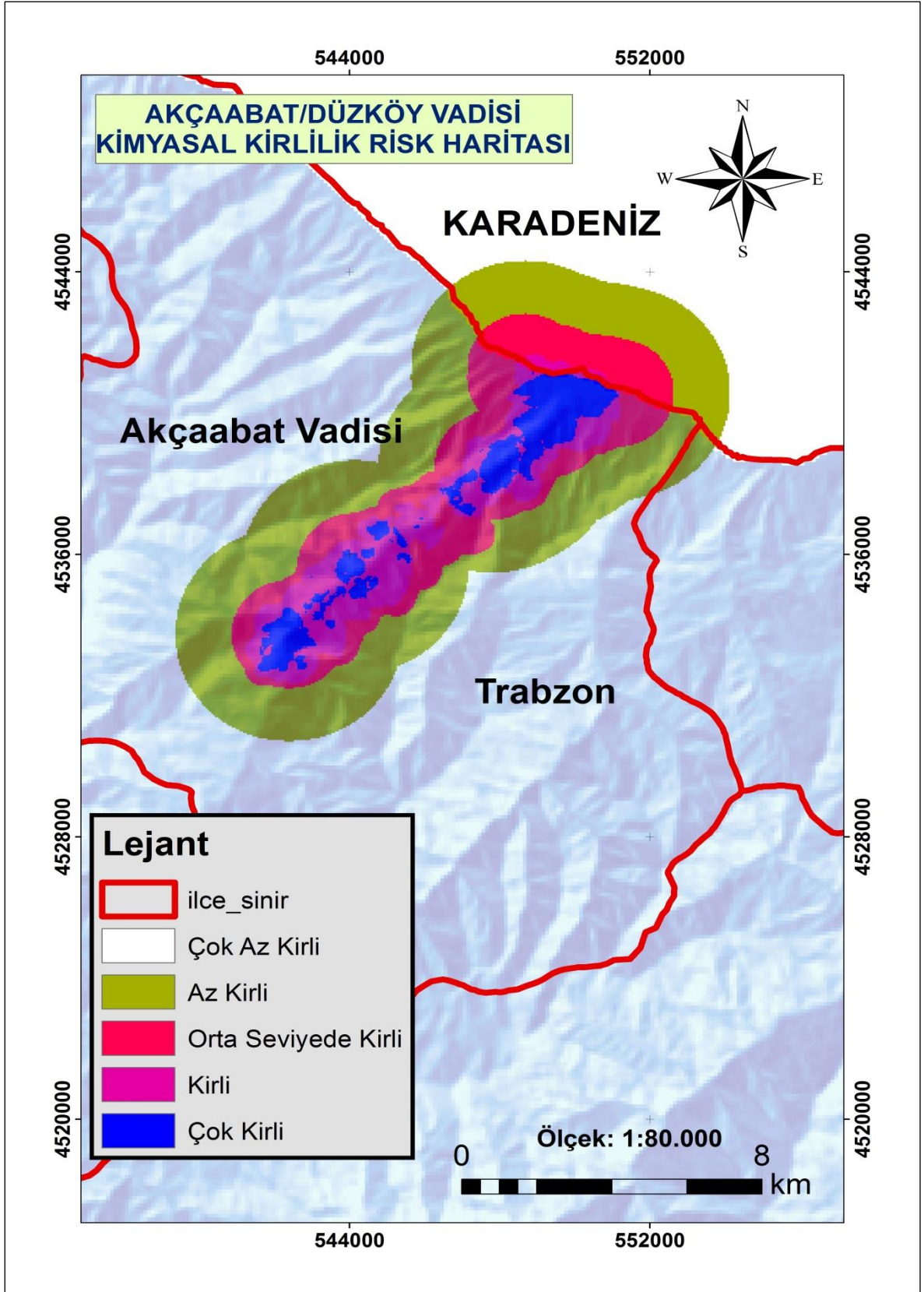
Ağır sanayi, hafif sanayi, taş ocağı, konut yapıları ve tarım alanları Akçaabat/Düzköy vadisinde görüntü kirliliğine sebep olan etkenler olarak seçilmiştir. Vadiye ait Görüntü Kirlilik Risk Haritası Şekil 24’te gösterilmektedir.



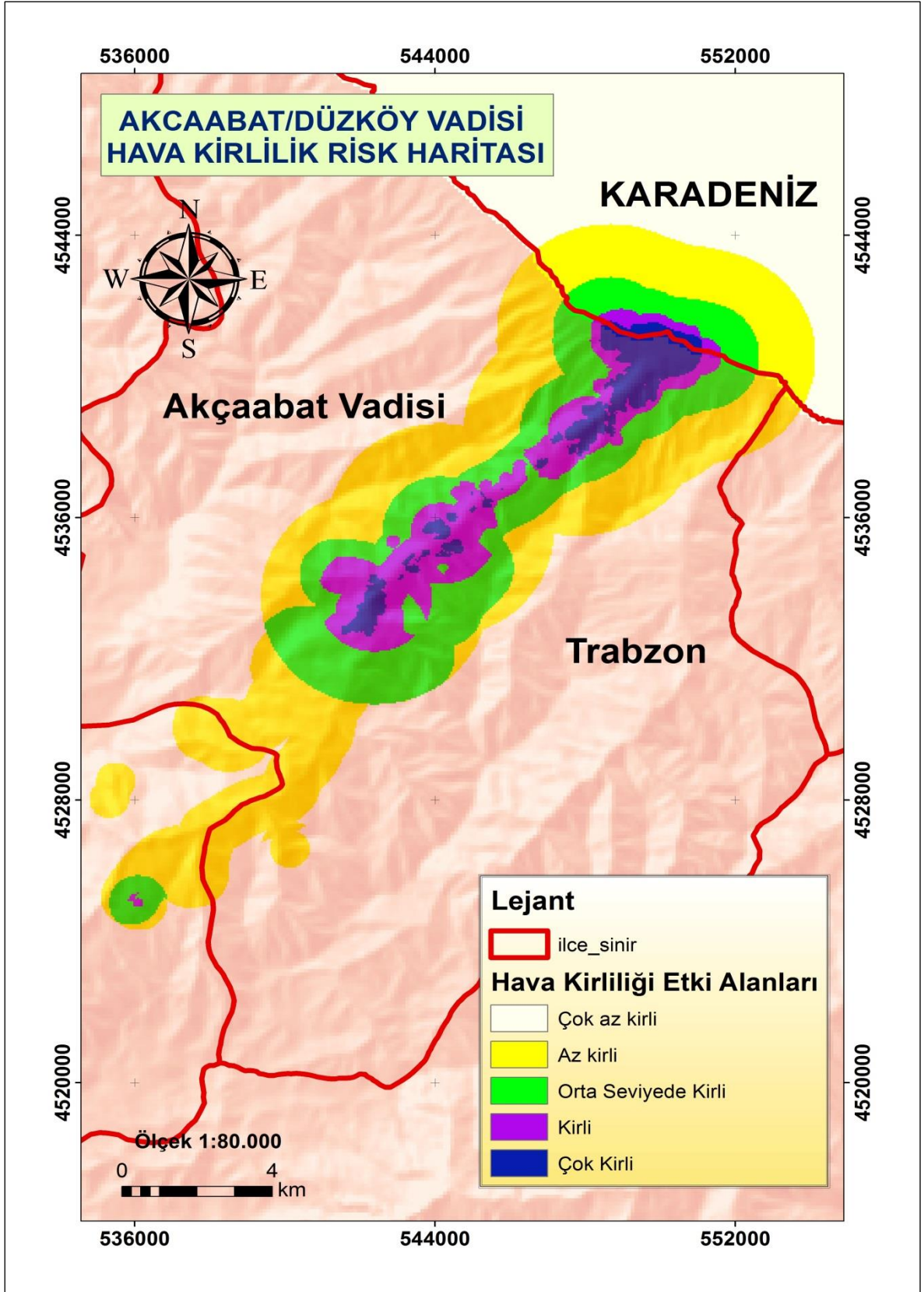
Şekil 20. Akçaabat vadisi gürültü kirlilik risk haritası



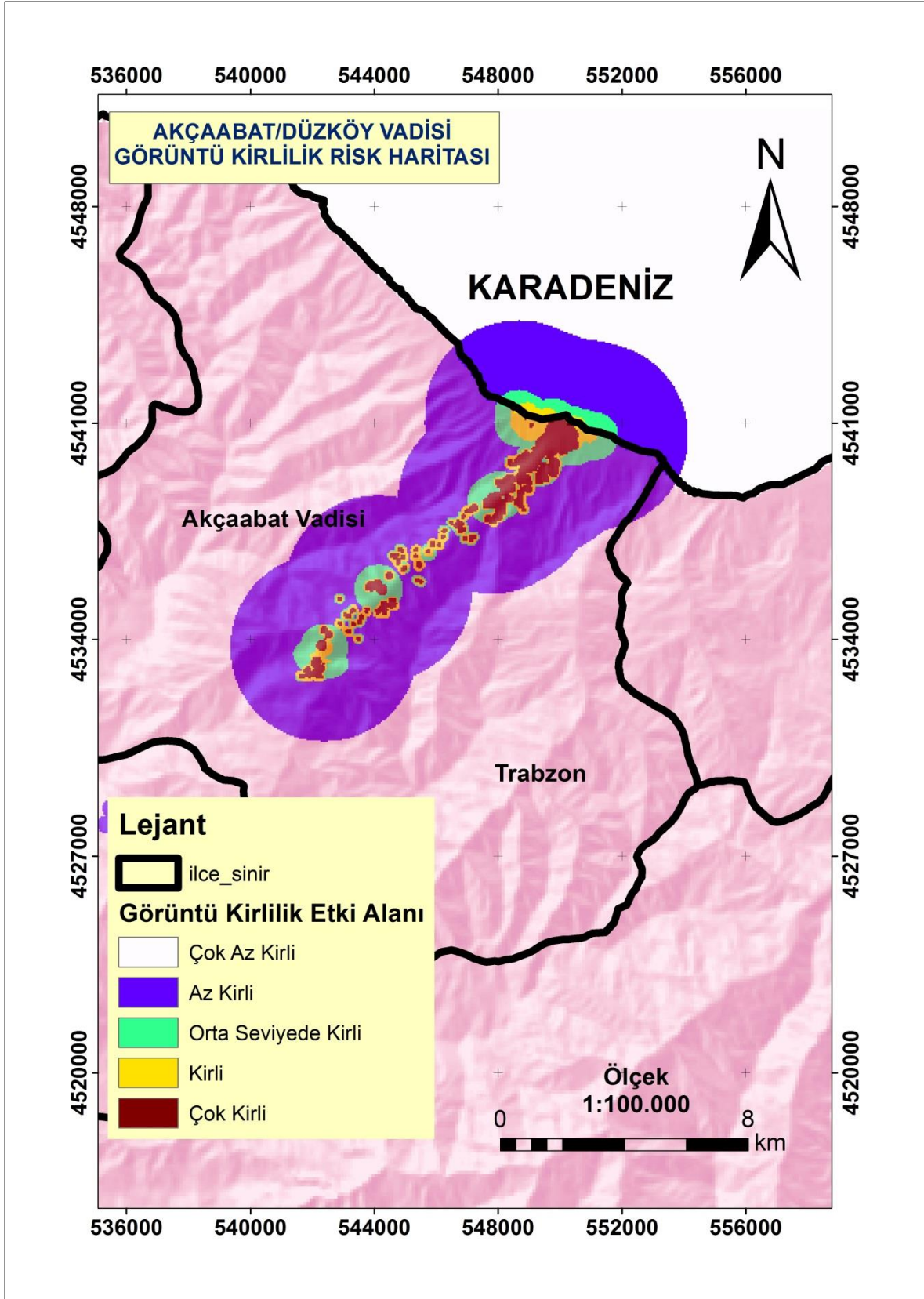
Şekil 21. Akçaabat/Düzköy vadisi su kirlilik risk haritası



Şekil 22. Akçaabat/Düzköy vadisi kimyasal/toprak kirlilik risk haritası



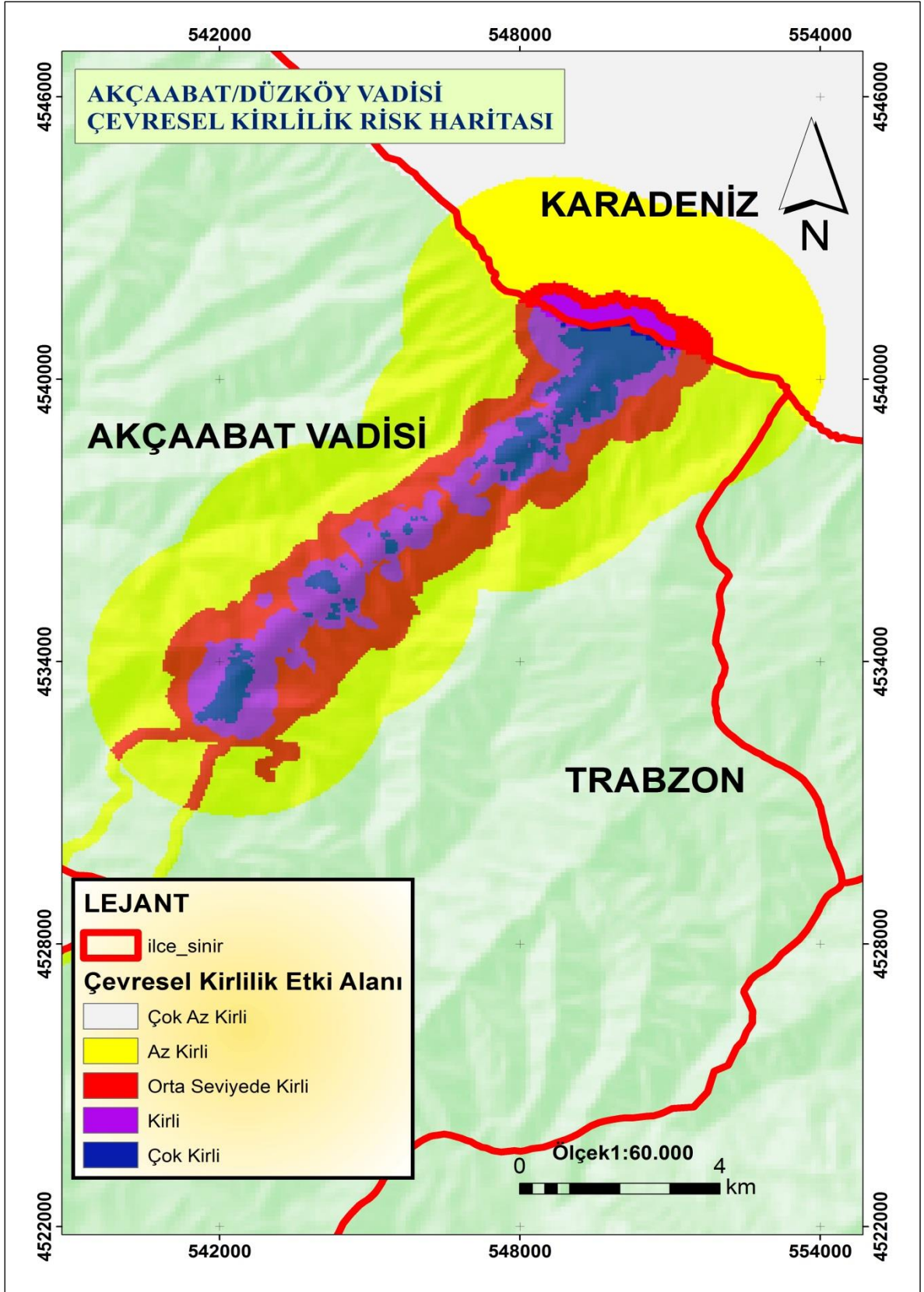
Şekil 23. Akçaabat/Düzköy vadisi hava kirlilik risk haritası



Şekil 24. Akçaabat/Düzköy vadisi görüntü kirlilik risk haritası

### **3.3.6. Akçaabat/Düzköy Vadisi Çevresel Kirlilik Risk Haritası**

Vadiye ait tüm haritalar belli kriterler dâhilinde belirlendikten sonra her bir çevresel kirlilik haritası tek bir temelde birleştirilmiştir ve bütüncül bir şekilde oluşturulmuştur. Akçaabat/Düzköy Vadisi Çevresel Kirlilik Risk Haritası Şekil 25'te gösterilmektedir. Bu yüzey haritasına bakarak çevre kirliliği çeşitlerinin tümünün vadide yaratacak olduğu etki düzeyi anlaşılabilir.



Şekil 25. Akçaabat/Düzköy vadisi çevresel kirlilik risk haritası



### **3.4. Of/Solaklı Vadisi Çevresel Kirlilik Risk Haritalarının Üretimi**

#### **3.4.1. Of/Solaklı Vadisi Gürültü Kirlilik Risk Haritası**

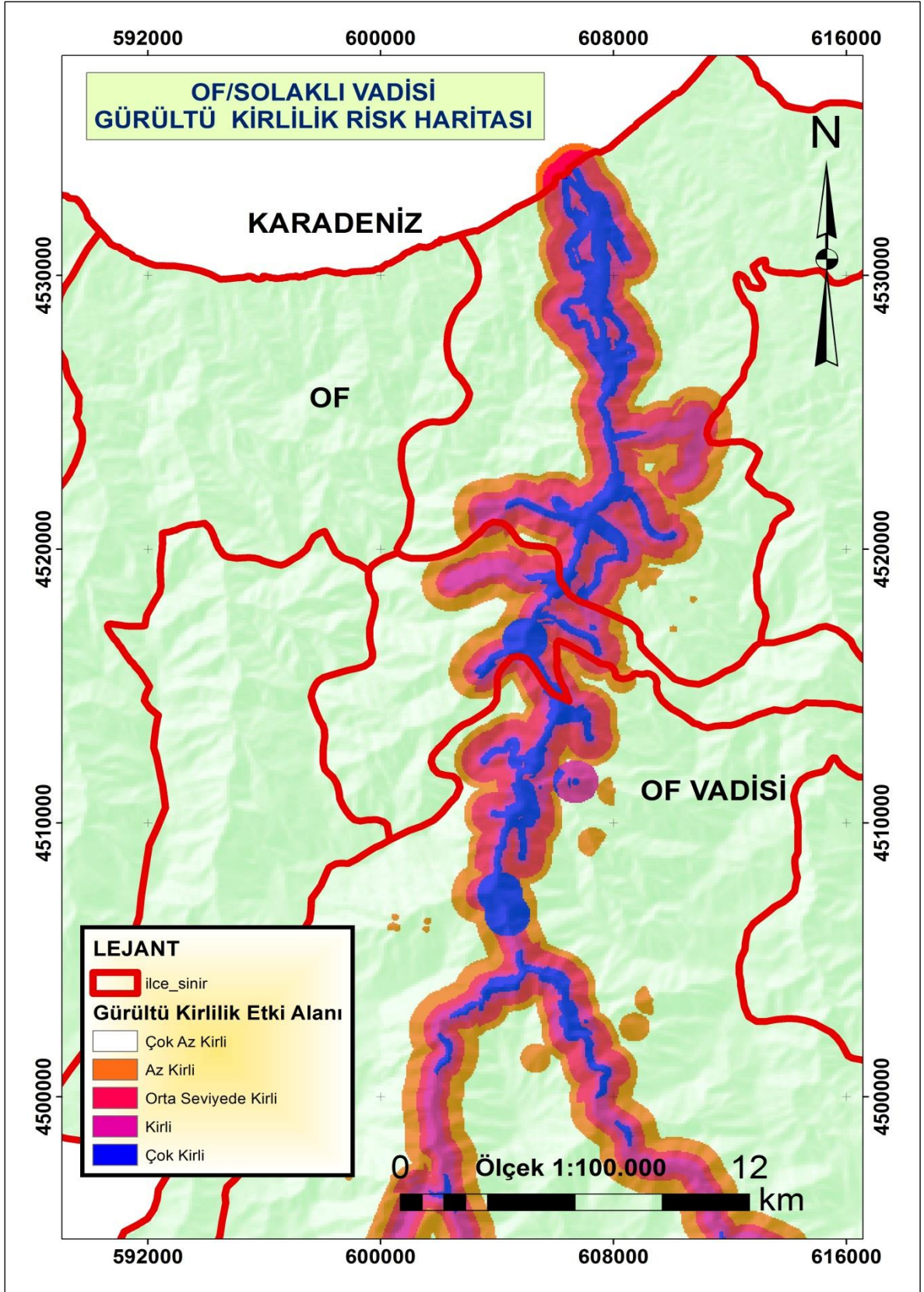
Of/Solaklı Vadisinin Gürültü Kirlilik Risk Haritasını oluşturmak için kirlетici unsurlardan karayolu, ağır sanayi, hafif sanayi, taş ocağı ve HES kullanılmıştır. Bu vadi diğer vadilere göre en çok kirlетici faktörün bir arada bulunduğu vadi olmasından dolayı kirlетici etmenler çoğunlukla tüm konumsal analizlerde kullanılmıştır. Vadiye ait Gürültü Kirlilik Risk Haritası Şekil 26'da gösterilmektedir. Vadiye bakılarak çevreye yayılan gürültünün etkilediği risk etki alanı tespit edilebilmektedir.

#### **3.4.2. Of/Solaklı Vadisi Su Kirlilik Risk Haritası**

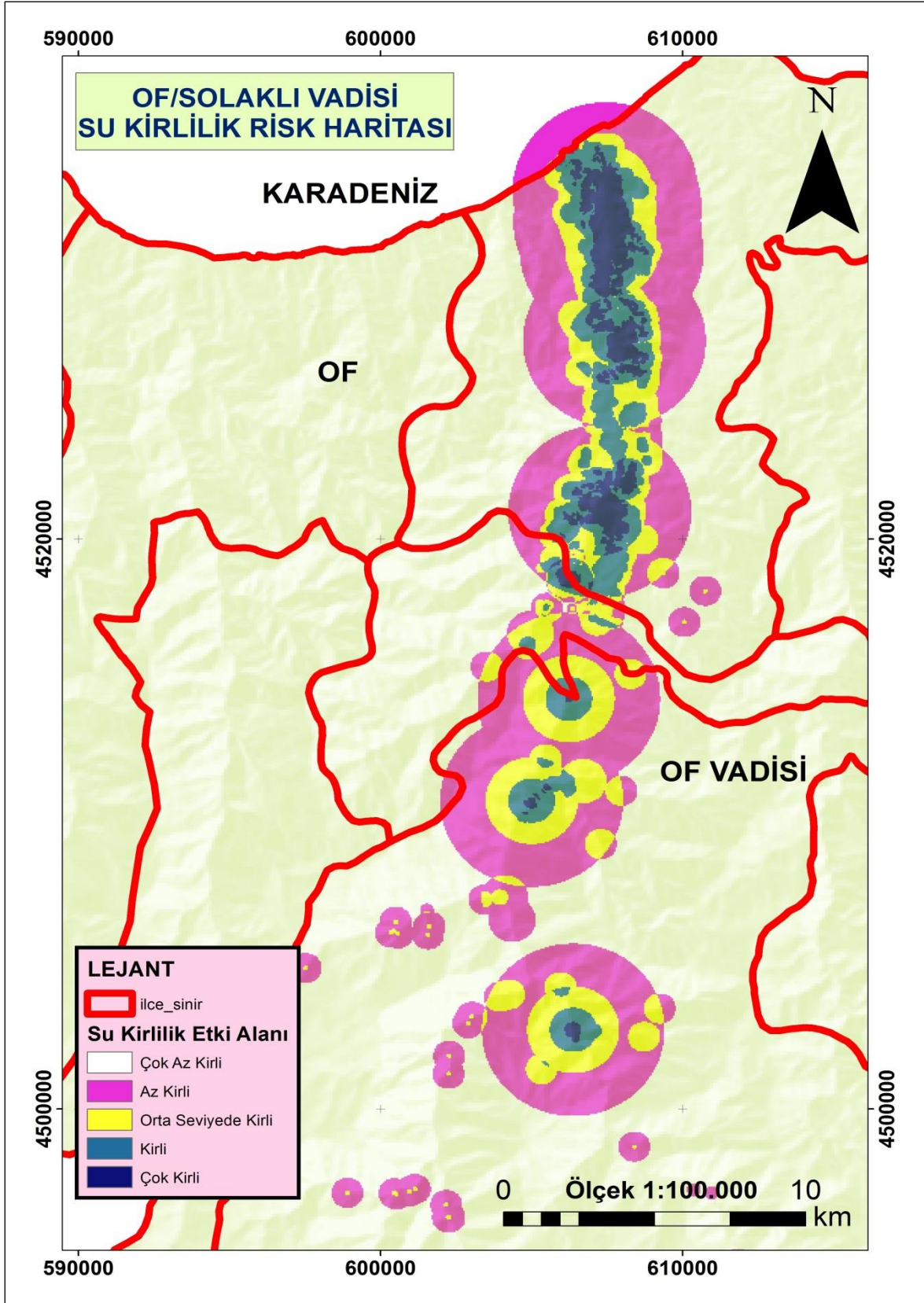
Of/Solaklı vadisi genel anlamda düşünüldüğünde su kirliliğine etki eden faktörler sırasıyla ağır sanayi, hafif sanayi, taş ocağı, balık çiftlikleri, HES, konut yapıları ve tarım alanlarıdır. Karayolu kirlетici etmeni dışında tüm faktörlerin vadiyi olumsuz yönde etkileyerek çevre kirliliğine sebep olduğu görülmektedir. Tüm bu faktörlerin bir arada değerlendirilerek yapılan konumsal analizle üretilen Of/Solaklı Vadisi Su Kirlilik Risk Haritası Şekil 27' de gösterilmektedir.

#### **3.4.3. Of/Solaklı Vadisi Kimyasal/Toprak Kirlilik Risk Haritası**

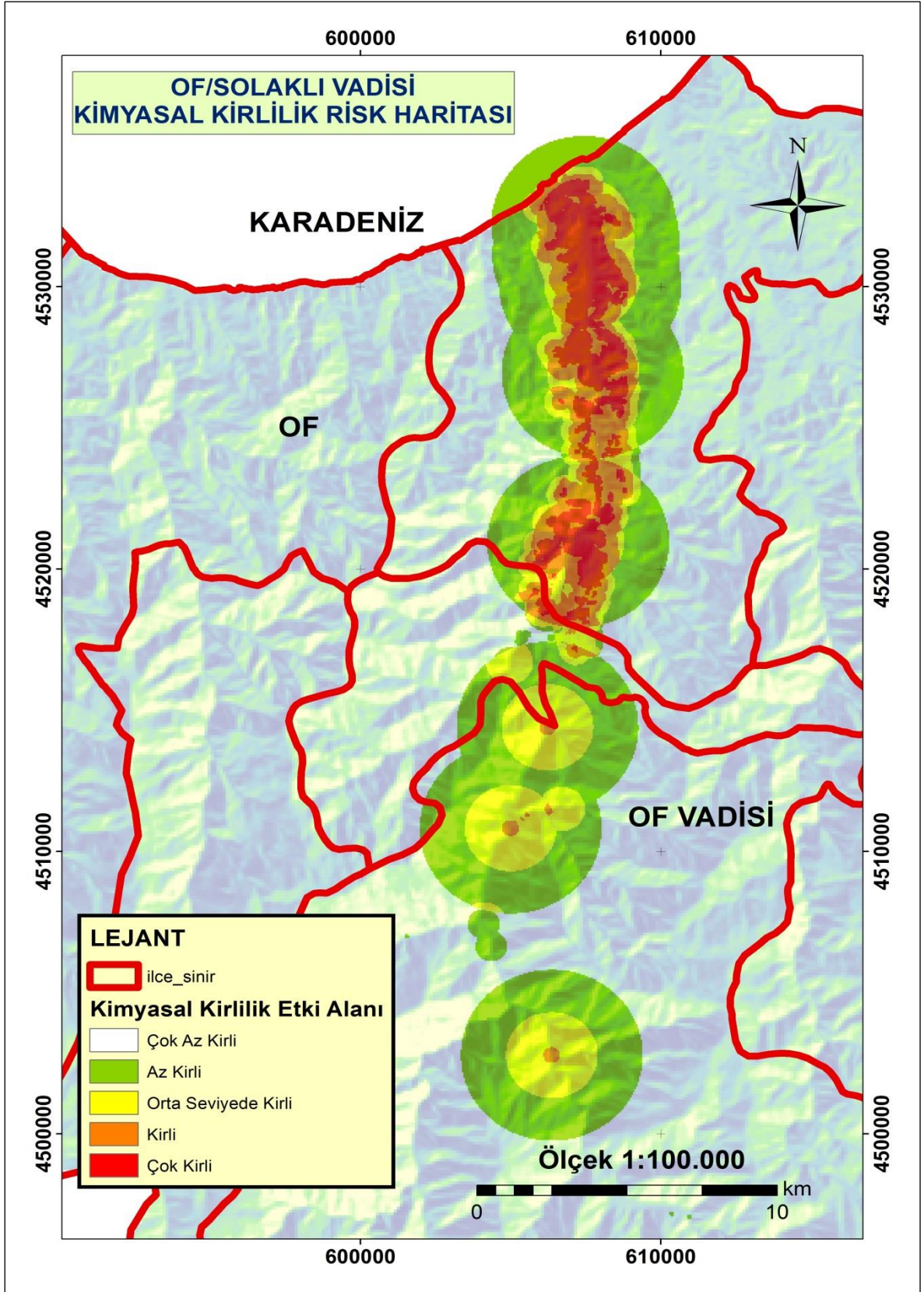
Of/Solaklı vadisinin Kimyasal/Toprak Kirlilik Risk Haritasının oluşturulabilmesi için ağır sanayi, hafif sanayi, taş ocağı, balık çiftlikleri, konut yapıları ve tarım alanları kirlетici etmen olarak kullanılmıştır. Tüm bu faktörlerin bir arada değerlendirilerek yapılan konumsal analiz sonucu üretilen harita Şekil 28'de gösterilmektedir. Vadinin görsel haritasına bakıldığında su kirliliğini en çok ve en az etkileyen alanlar tespit edilebilmekte ve kirlетici riskli bölgeler yorumlanabilmektedir.



Şekil 26. Of/Solaklı vadisi gürültü kirlilik risk haritası



Şekil 27. Of/Solaklı vadisi su kirlilik risk haritası



Şekil 28. Of/Solaklı vadisi kimyasal/toprak kirlilik risk haritası

#### **3.4.4. Of/Solaklı Vadisi Hava Kirlilik Risk Haritası**

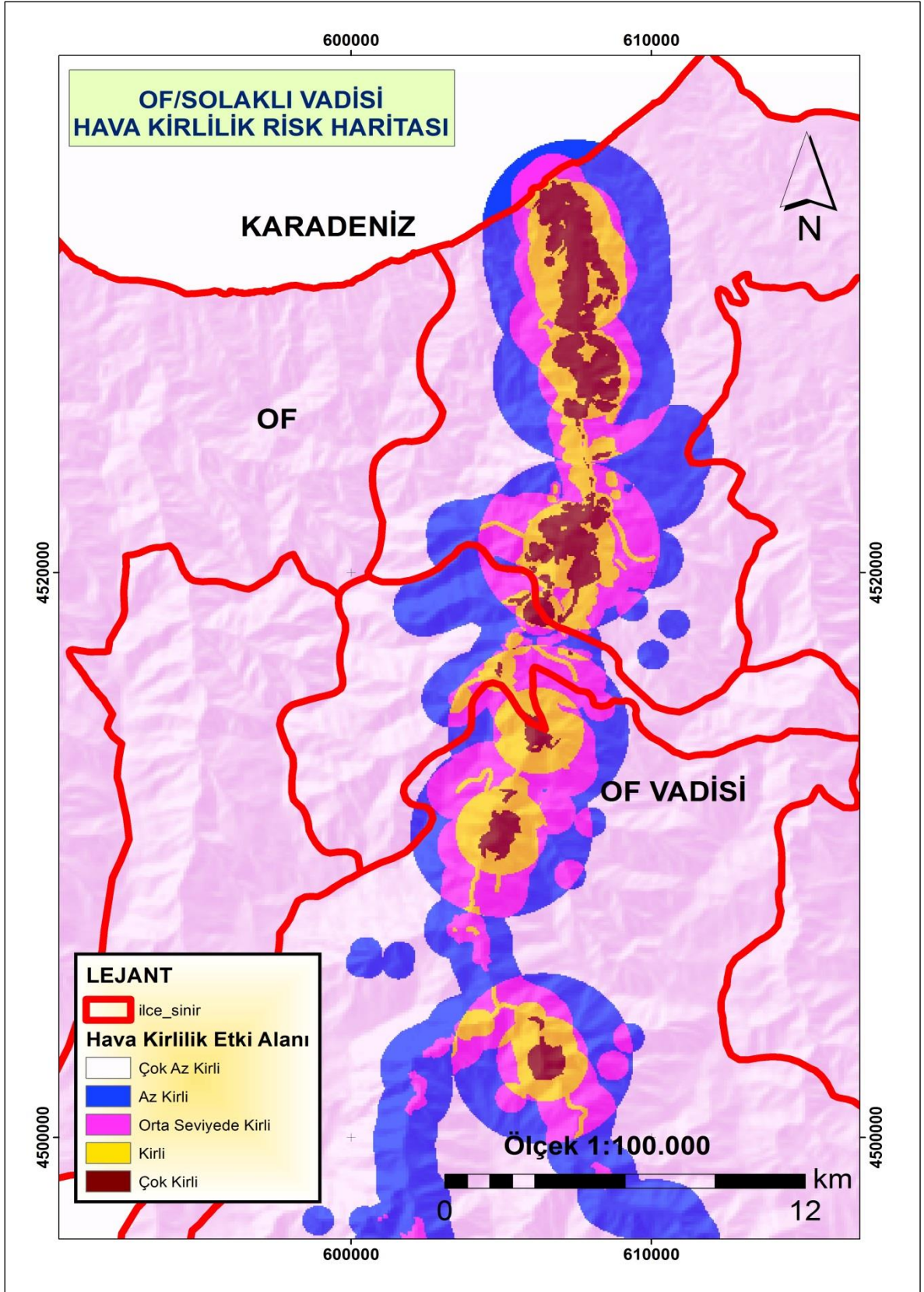
Vadiye ait hava kirliliği haritasını üretilmesinde ağır sanayi, hafif sanayi, taş ocağı, karayolu, HES ve konut yapıları kullanılmıştır. Faktörler bir arada değerlendirilerek analiz yapılmış ve Of/Solaklı Vadisi Hava Kirlilik Risk Haritası Şekil 29'daki gibi üretilmiştir.

#### **3.4.5. Of/Solaklı Vadisi Görüntü Kirlilik Risk Haritası**

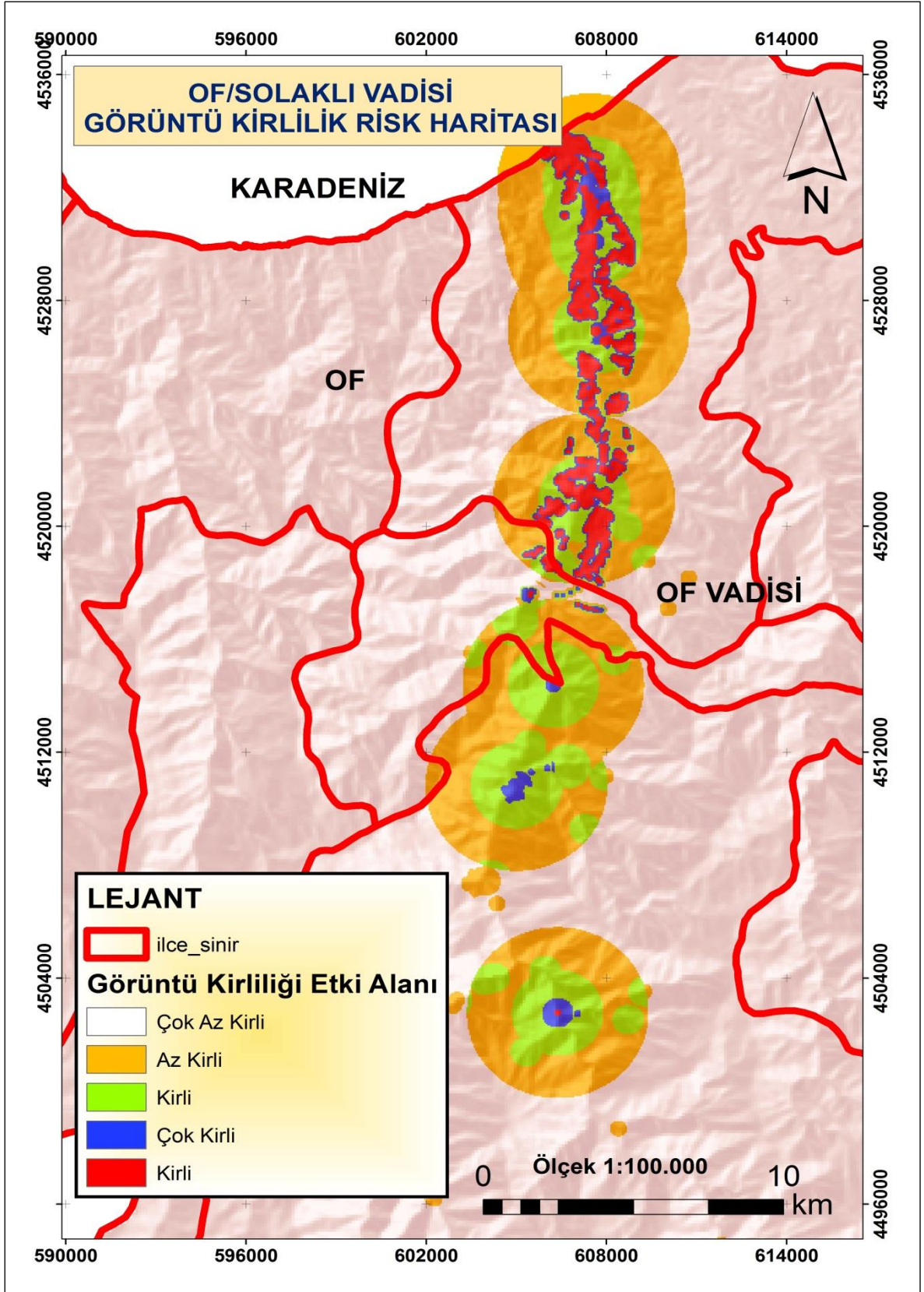
Vadinin görüntü kirliliği risk haritasının oluşturulmasında ağır sanayi, hafif sanayi, taş ocağı, balık çiftlikleri, HES ve konut yapıları kirletici faktörleri esas alınmıştır. Faktörler kullanılarak gerekli analizler yapılmış ve vadiye ait Görüntü Kirlilik Risk Haritası elde edilmiştir. Of/Solaklı Vadisi Görüntü Kirlilik Risk Haritası Şekil 30'da gösterilmiştir. Üretilen bu haritaya bakılarak görüntü kirliliği yönünden riskli alanlar tespit edilebilmektedir.

#### **3.4.6. Of/Solaklı Vadisi Çevresel Kirlilik Risk Haritası**

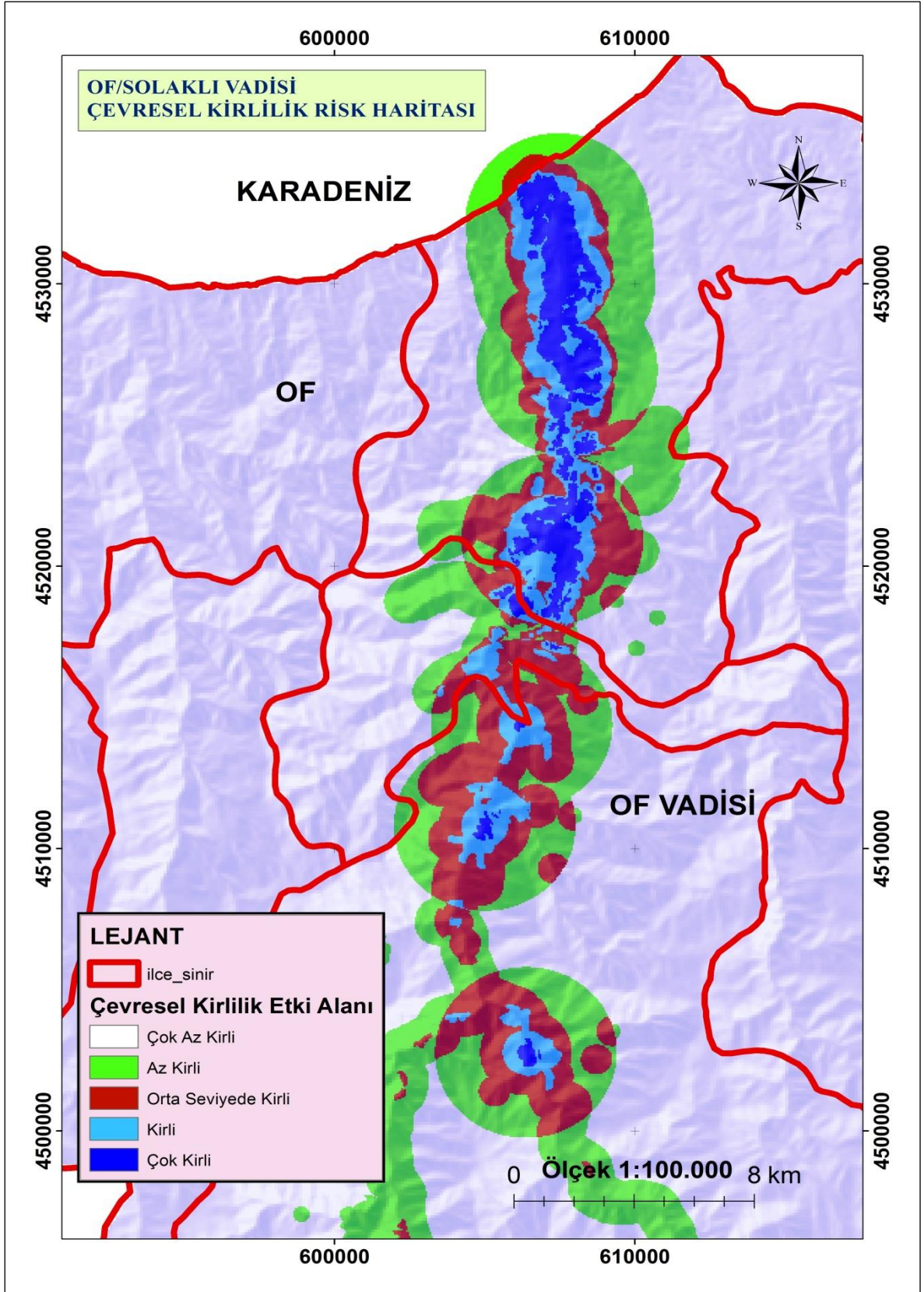
Vadiye ait bütün kirlilik yüzey haritaları üretildikten sonra, her bir çevresel kirlilik haritası tek bir temelde birleştirilmiştir ve bütüncül bir şekilde oluşturulmuştur. Üretilen bütüncül harita Şekil 31'de gösterilmiştir. Bu görsel haritası ile Of/Solaklı vadisinin kirlilik yönünden riskli bölgeleri tespit edilebilir ve yol gösterici nitelikte kullanılabilir.



Şekil 29. Of/Solaklı vadisi hava kirlilik risk haritası



Şekil 30. Of/Solaklı vadisi görüntü kirlilik risk haritası

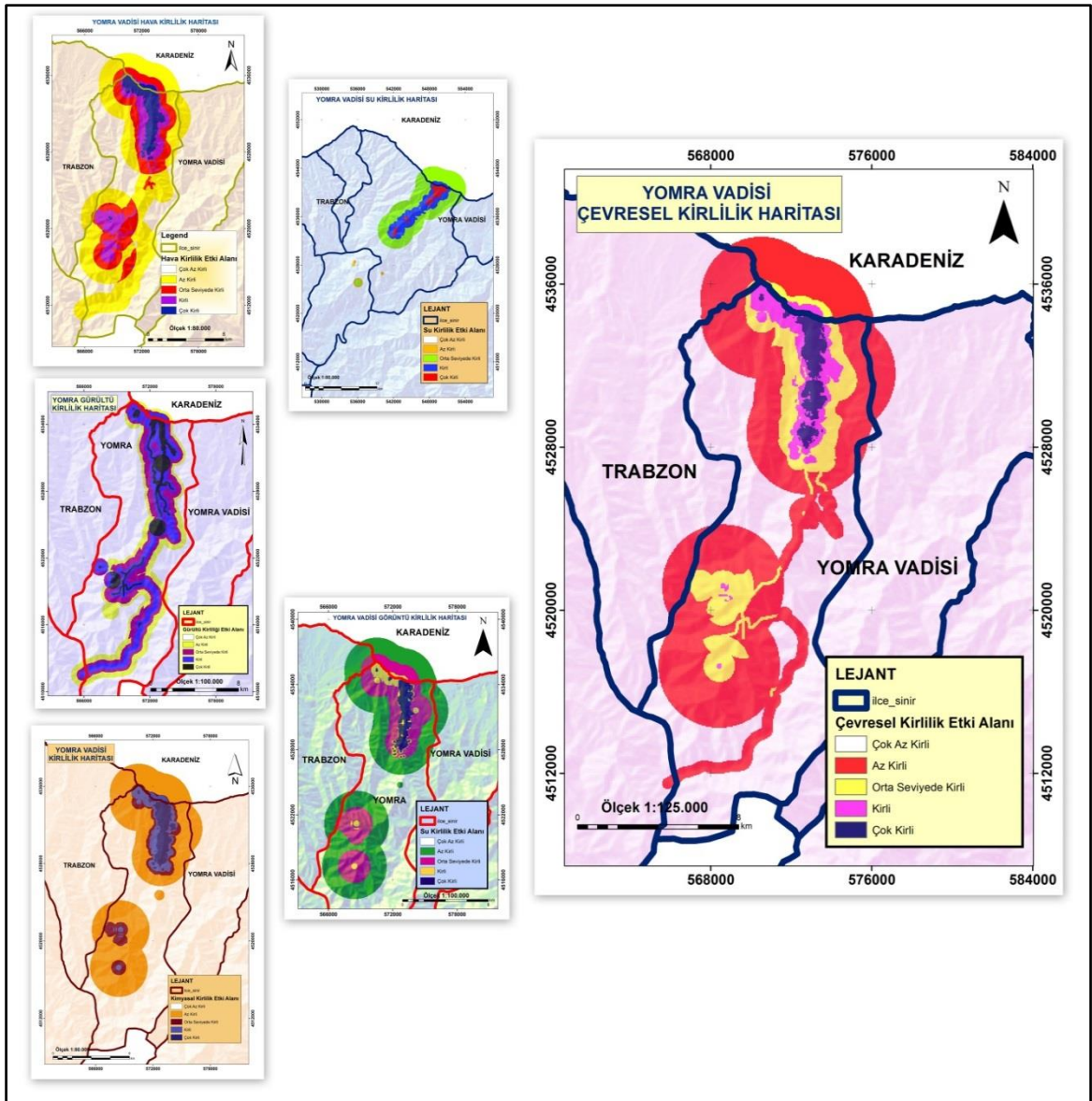


Şekil 31. Of/Solaklı vadisi çevresel kirlilik risk haritası

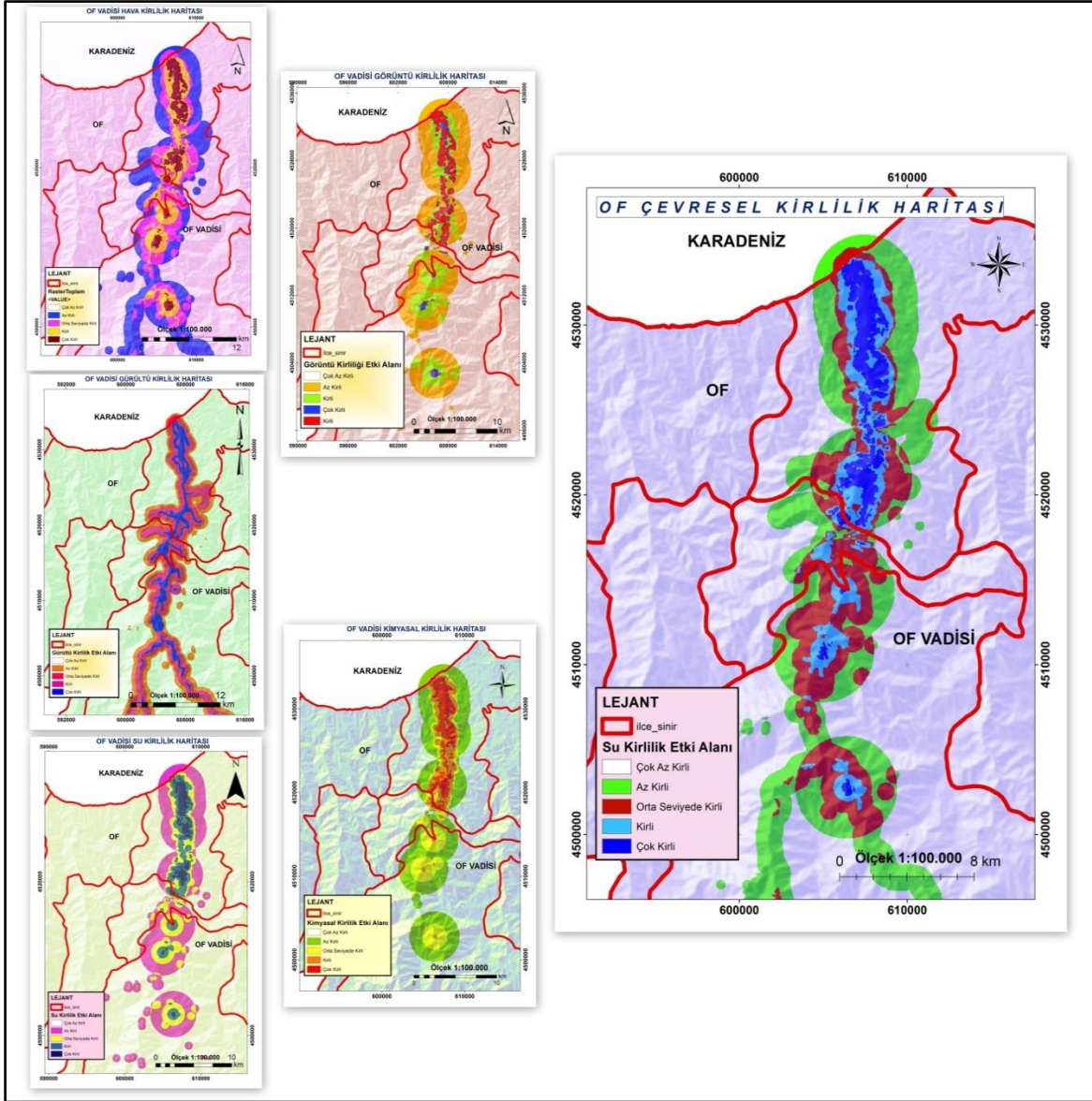


### 3.5. Vadilerde Çevresel Kirlilik Risk Haritalarının Bütüncül Olarak Üretilmesi

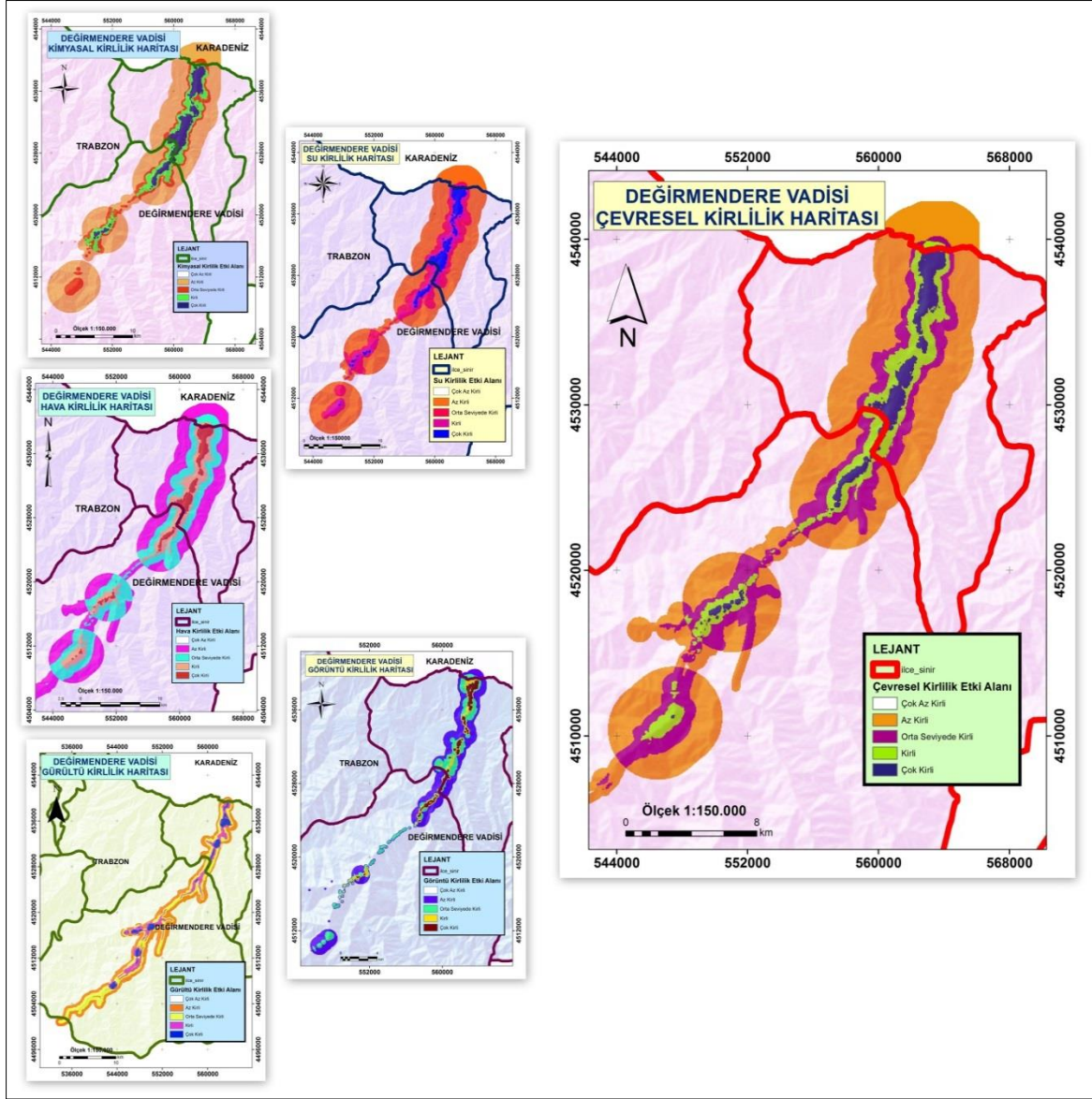
Vadilerde çevre kirlilik etki alanlarının belirlenmesi uygulaması ile ileriye dönük yapılacak birçok uygulamaya altlık olacak kirlilik risk haritaları üretilmiştir. Yapılan bu uygulama ile her bir akarsu vadisine ait hava, su, toprak/kimyasal, gürültü ve görüntü kirlilik haritaları ve sonuçta her bir kirliliğin bir arada değerlendirildiği bütüncül kirlilik risk haritaları üretilmiştir (Şekil 32-35).



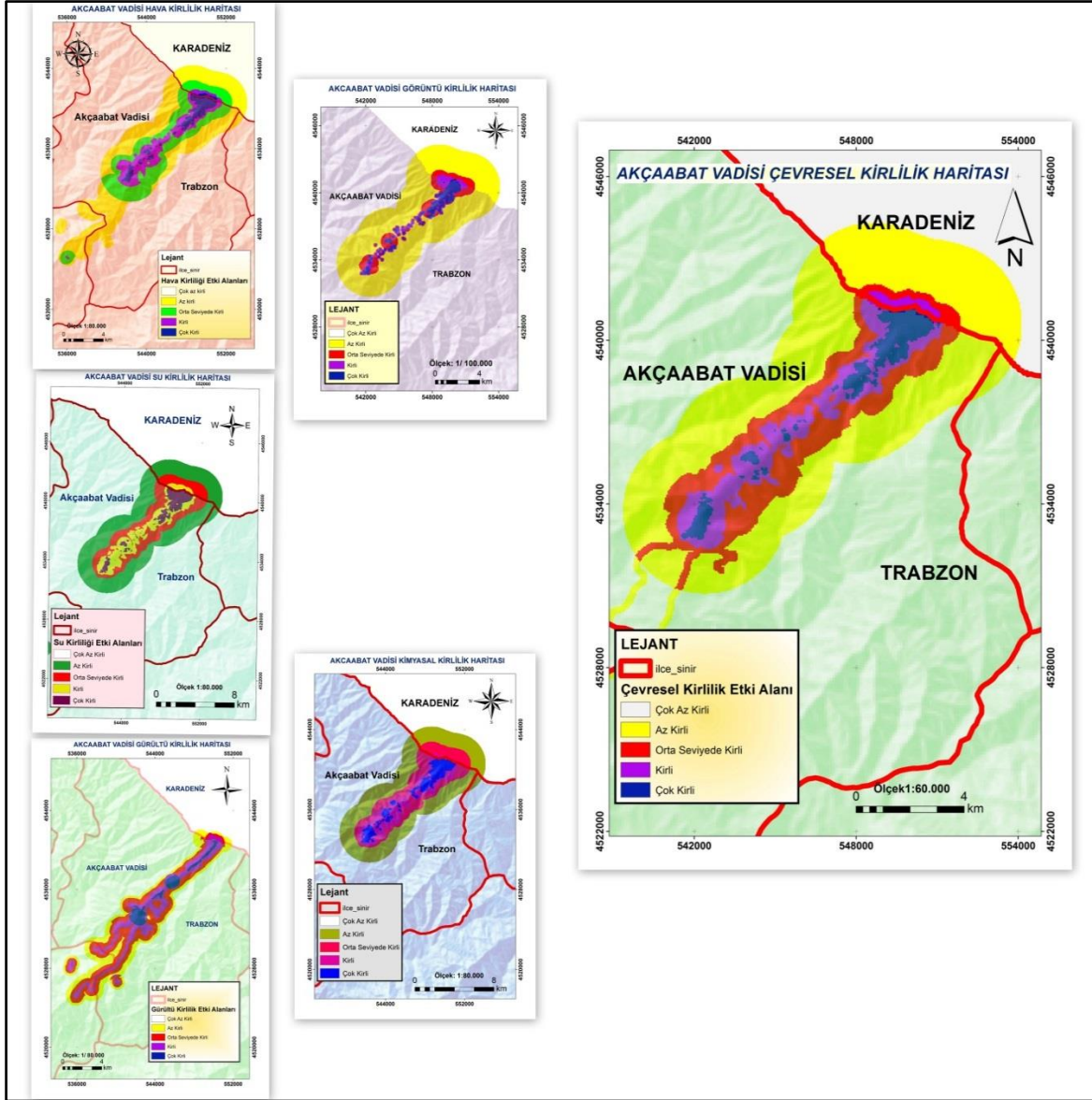
Şekil 32. Yomra vadisi bütüncül kirlilik risk haritası



Şekil 33. Of/Solaklı vadisi bütüncül kirlilik risk haritası



Şekil 34. Değirmendere vadisi bütüncül kirlilik risk haritası



Şekil 35. Akçaabat/Düzköy vadisi bütüncül kirlilik risk haritası

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde akarsu vadilerinde çevre kirliliğinin incelendiği farklı türde çalışmalar yer almakta ancak çevre kirliliği türlerinin bir arada değerlendirildiği ve birbirlerine göre ağırlık esaslı çalışmaya pek rastlanılmamaktadır. Bu çalışma bünyesinde pilot bölge olarak Trabzon İli'ne ait Değirmendere, Düzköy/Akçaabat, Of/Solaklı ve Yomra vadileri seçilmiş, bu vadilerin kirlilik türleri ve bu kirliliğe sebep olan kirlenici etmenlerin ağırlıkları Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile belirlenerek vadilere ait çevresel kirlilik risk alanlarının tanımlanmasına çalışılmıştır.

Yapılan bu çalışmada öncelikle çevre kirliliği ve akarsu vadilerinde çevre kirliliğinin konumsal bazlı irdelenmesi ile ilgili yapılan araştırmalar hakkında literatür çalışması yapılmış, çevre kirliliği alanında ülkemizde ve yurtdışında yapılan çevresel kirlilik çalışmaları ve yasal mevzuatlar incelenmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda havzalara yönelik Havza Koruma Eylem Planlarının tamamlanmak üzere olduğu ancak henüz Doğu Karadeniz Bölgesi için özellikle de Trabzon İli'nin alt havza bölgeleri için kirlilik riski olan alanlarının tanımlanmamış olduğu görülmüş ve bu alandaki çalışmalara gereksinim duyulduğu ortaya konulmuştur. Belirlenen bu gereksinimler doğrultusunda çalışma alanı tespit edilmiştir ve Trabzon İli akarsu vadileri için bir coğrafi veritabanı modeli oluşturulmuştur.

Verilerden mevcut halde olanlar ile araziden temin edilenler tasarlanan coğrafi veritabanına eklenmiştir. Trabzon'a ait Akçaabat/Düzköy, Of/Solaklı, Değirmendere ve Yomra vadileri için çevre kirliliği çeşitleri ve kirlenici etmenlerin neler olduğu belirlenmiştir. Bu kirlilik çeşitlerinin ve kirlenici etmenlerin tanımları yapılmış ve vadileri ne kadar ve nasıl etkilediklerini belirlemek amaçlı ağırlıkları tespit edilmeye çalışılmıştır.

Çevresel kirlilik konusu ile ilgili çalışan uzman kişilerden ve akademisyenlerden oluşan toplam 40 kişiye anket çalışması yapılmış ve bu anketler yoluyla, kirlenici etmenlerin vadiyi ne oranda ve ne kadar etkilediğinin, ayrıca kirlenici etmenlerin birbirlerine göre önem düzeyini ifade eden ağırlıklarının tespit edilmesi istenmiştir. Belirlenen her bir kirlenici etmene vadiyi kirlenme yönünde 1 ile 10 arasında puanlama yapılmaları istenmiş ve ağırlıkların puanları anket sonucunda tespit edilerek ortalama puan değerleri hesaplanmıştır.

Elde edilen puanlar kullanılarak ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuş karşılıklı kirletici etmenler birbiri arasında kıyaslanarak AHY ile faktör ağırlıkları tespit edilmiştir. Her bir kirletici alana etki düzeyi belirlenmiş ve vadilerin her birine uygulanmıştır. Her bir etki düzeyine puan verilerek uygulamaya dâhil edilmiştir ve raster yüzeyler oluşturulmuştur. Raster yüzeyler ile faktör ağırlıkları birlikte işleme sokularak her bir kirliliğe ait kirlilik risk haritaları üretilmiştir. Bu çalışma bünyesinde yapılan araştırma ve uygulamalar ile şu temel sonuçlar elde edilmiştir:

- Her bir vadiye ait çevresel kirlilik risk alanları tespit edilmiştir. Bu haritalar doğrultusunda her bir kirlilik türüne göre çevresel kirlilik riskinin nerelerde olduğu belirlenmiştir.
- Vadilerin geneline bakarak bir değerlendirme yapıldığında, anket sonuçlarıyla elde edilen ağırlık puan değerlerine göre kirlilik etkilenim alanları elde edilmiştir. Anket sonucunda çevresel kirlilik bazında en çok suya yönelik kirlilik riskinin mevcut olduğu ve yapılan konumsal analizlerle de bunun doğrulandığı tespit edilmiştir.
- Haritalara bakıldığında ikinci sırada çevresel kirliliğe neden olan etkenin kimyasal kirlilik olduğu görülmüştür. Vadilerde kimyasal kirliliğe sebep olan kirletici faktörlerin akarsu vadilerinde bulunup bulunmaması da kirlilik oranlarında farklılık yarattığı tespit edilmiştir.
- Çevresel kirlilik çeşitlerinden diğerleri ise sırasıyla hava, görüntü ve gürültü kirliliği olacak şekilde vadiyi etkilediği belirlenmiştir. Her bir kirlilik çeşidi kimyasal kirlilikte olduğu gibi vadilerin bünyesinde mevcut olma durumuna göre etkisel anlamda farklılığa sebep olmuştur.
- Her bir vadi için üretilen kirlilik risk haritaları birbiri arasında kıyaslandığında en fazla kirliliğin Değirmendere vadisinde görüldüğü bu vadiyi Of/Solaklı vadisinin takip ettiği ve daha az kirletici unsur bulundurması sebebiyle Yomra ve Akçaabat/Düzköy vadisi şeklinde devam ettiği görülmektedir. Sonuç olarak en temiz vadinin Akçaabat/Düzköy vadisinin olduğu belirlenmiştir. Değirmendere vadisinin Trabzon ili üzerinden iç kısımlardaki diğer şehirlere olan ana bağlantının bu güzergâh üzerinden oluşu nedeniyle de en işlek karayolu üzerinde bulunması, sanayinin ve işletmelerin de bu akarsu vadisi boyunca daha fazla oluşu sebebiyle en fazla kirliliğin burada olduğu görülmüştür.

- Vadilerde çevre kirliliğine etki eden faktörlerin belirlenip analizlerinin yapılması zor, uygulaması bir o kadar uzun olan bir işlemdir. Bu süreçte uygulamanın gerçekleştirilmesinde en etkili aracın CBS teknolojisi olduğu tespit edilmiştir.
- Çevre kirliliğine sebep olan etkenlerin belirlenmesi için öncelikle kriterlerin belirlenmesi ve bu kriterlerin etken alanlarının literatürden, uzman kişilerden veya mülakat tabanlı işlemlerden belirlenmesi gerekliliği görülmüştür.
- Uygulama için yapılması gereken bir diğer işlemin ise faktör ve alt faktör ağırlıklarının tespit edilmesi olduğu belirlenmiştir.
- Vadileri etkileyen faktör ve alt faktörler belirlenip uygulamada kullanılacak veri katmanları haline getirilmiştir.
- Belirlenen faktörler vadiyi eşit oranda etkilemeyeceğinden bu faktörlerin eki alanlarının belirlenmesi için en etkin araç olan çok kriterli karar verme metodlarından Analitik Hiyerarşi Yönteminin uygun olacağı tespit edilmiş ve uygulama için gerekli faktör ağırlıkları tespit edilmiştir.
- Elde edilen kirlenici faktör ağırlıkları ile raster veri katmanları oluşturulmuş ve her bir kirlilik çeşidine ait kirlilik risk haritası elde edilmiştir.
- Her bir kirlilik çeşidine yönelik üretilen kirlilik riski haritaları bir bütün olarak değerlendirilerek vadilere ait bütüncül kirlilik risk haritaları elde edilmiştir.
- Her bir kirlilik haritasında etki alanına uygun olarak az kirlenici orandan çok kirlenici orana doğru kirlilik etki alanları gösterilmiştir.
- Çalışma ile kirlilik riski altında olan bölgelerin vadileri hangi konumsal düzeyde kirlenmesinin belirlenerek, ileride yürütülmesi düşünülen herhangi bir kirlilik yükü inceleme çalışmasına altlık oluşturması ihtiyacının giderilebileceği tespit edilmiştir. Özellikle de tasarı halinde olan Havza Koruma Eylem Planlarının amaçları doğrultusunda yol gösterici nitelikte kullanılabileceği belirlenmiştir.
- Vadilerde çevre kirlilik etki alanlarının belirlenmesi uygulaması ile ileriye dönük yapılacak birçok uygulamaya ışık tutulacak işlemler kaydedilmiştir.

Bu çalışma bünyesinde yapılan araştırma ve uygulamalar ile şu öneriler sunulabilmektedir:

- Bu uygulama ile tasarıda olan Havza Koruma Eylem Planlarının geleceğe yönelik yapılması düşünülen çevresel kirlilik yükü ölçme ve izleme çalışmalarına altlık oluşturulabilecek ve kirlilik yükü fazla olan alanlarının nerelerde daha yoğun olabileceği ve nerelerden analiz örneklemeleri alınması veya ölçümü

yapılması gerektiği bu etki alanları ile tanımlanmıştır. Daha sonra yapılacak olan herhangi bir uygulamaya yol gösterici nitelikte olan bu uygulama ile vadilerin kirlilik yönünden genel yapısı tespit edilebilerek, koruma ve iyileştirme amaçlı yapılacak tüm çalışmalar için yol gösterici nitelikte olacaktır.

- Üretilen tüm risk haritaları kullanılarak, çevresel politikalar için gerekli önemler alınabilir ve riskli bölgelere uygun çözümler oluşturulabilir.
- Havza Koruma Planları kapsamında tanımlanan alt havza bölgeleri için daha nitelikli çevresel kirlilik yükü analiz çalışmaları için çok önemli bir eksikliği tamamlayabilecek nitelikte çözümler sunabileceği ve bu çalışmaların hangi bölgelerde yürütülmesi gerektiğine yönelik konumsal verinin sağlanacağı düşünülmektedir.
- Kirlilik yükü belirleme aşamasında bir altlık olarak kullanılabileceği gibi çevresel problemlerin çözümü sırasında yol gösterici bir nitelik de taşıdığı öngörülmektedir.
- Değirmendere, Akçaabat/Düzköy, Of/Solaklı ve Yomra akarsu vadilerinin çevre kirliliğinin belirlenmesi ile çevresel koruma amaçlı izleme politikalarının geliştirilmesi sağlanacaktır.
- Vadilerde çevre kirlilik riski taşıyan alanların konumsal analizlerle belirlenmesi, kullanıcıya ve araştırmacılara oldukça kolaylık sağlayacaktır.
- Ayrıca, uygulama sonuç çıktıları, ileride gerçekleştirilecek bilimsel tabanlı kirlilik yükü izlem ve analiz çalışmaları için yön gösterici altlık niteliğinde önem oluşturabilecektir.
- Oluşturulan veritabanı sisteminin aktif bir şekilde uygulanabilir olması için harita bazlı bir yönetime ihtiyaç duyulabilir. Bu yönetimin tüm ülke genelinde uygulanabilir olması ve il sınırları kapsamında da alt kademelerde değerlendirilmesi gerekmektedir. Her bir il sınırı içinde kalan akarsuların kendi içinde farklı özellikte kirleticileri olmasından dolayı il bazında farklı disiplinle bir mevzuat oluşturulmalı ve yönetim tarafından denetlenmesi ile her bir vadi kendi içinde değerlendirmeye tabi tutulmalıdır. Bu anlamda eksikler giderilebilecektir.
- Bu uygulama ile birlikte Doğu Karadeniz Bölgesinin önemli bir kısmındaki vadilerde veritabanı oluşturulmuş ve analizlerle birlikte sunulmuştur. Benzer şekilde diğer bölgelerde de aynı işlemler yapılarak çevre alanında gereksinimler



karşılanabilecektir. Ancak tüm ülke genelinde bu veriler düşünüldüğünde bu verilerin aynı düzeyde yani bir standardizasyona tabi tutulması gerekmektedir. Bu sebeple kullanılacak bu verilerin TUCBS'na (Türkiye Ulusal CBS Veri Altyapısı) uygun şekilde nasıl üretilebileceği hususunda modellemenin yapılması ve veri standartlarının oluşturulması ile bu alandaki boşluk tamamlanabilecektir. Bu alanda çalışmalar yürütülmelidir.

- Çevre bilgi sistemi boşluğunun doldurulması açısından vadilerde çevre kirliliğine etki eden veriler standartlara uygun üretilmeli ve TUCBS'ye entegre edilebilecek düzeyde modellenmelidir.

## 5. KAYNAKLAR

- Akça, M., D., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Çevresel Verilerin Modellenmesi: Trabzon-Değirmendere Vadisi Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Algan, T. ve Bilen, S., 2005. Toprak Kirlenmesi ve Biyolojik Çevre, Atatürk Üni. Zir. Fak. Dergisi, 36,1, 83-88.
- Alıca, S., 2011. Çevre Denetiminde İdarenin Sorumluluğu, Gazi Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi C. XV, Y., 4s.
- Ay, S., 2008. Ulaştırma Sistemlerinin Çevresel Etkileri, [http://cevre.club.fatih.edu.tr/webveni/konfreweb/2008\\_pdf/sayfa255.pdf](http://cevre.club.fatih.edu.tr/webveni/konfreweb/2008_pdf/sayfa255.pdf) 15 Haziran 2014.
- Azapagic, A., Chalabi, Z., Fletcher, T., Grundy, C., Jones, M., Leonardi, G. ve Vardoulakis, S., 2013. An integrated approach to assessing the environmental and health impacts of pollution in the urban environment: Methodology and a case study, Process Safety and Environmental Protection, 91,6, 508-520.
- Bagdanaviciute, I. ve Valiunas, J., 2013. GIS-based land suitability analysis integrating multi-criteria evaluation for the allocation of potential pollution sources, Environmental Earth Science , 68,1797–1812.
- Balanlı, A. ve Taygun, G., T., 2002. Polivinil Klorürün Çevreye Etkilerinin Yapı Biyolojisi Açısından İrdelenmesi, I. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, Mimarlar Odası İstanbul BK Şubesi, Ekim, İstanbul, Kongre Bildirileri II: 403-413.
- Banger, G., Yomralıoğlu, T., Cömert, Ç., Demir, O. ve Çelik, K., 1994. Bilgi Sistemlerine Genel Bir Bakı ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilgi Sistemi, 1. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Ekim, Trabzon, Bildiriler Kitabı:1-10.
- Baştürk, O., 2006. Sakarya Nehrinin Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS) Kullanılarak Kirlilik Yükünün Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Berkes F. ve Kışlalıoğlu, M., 1993. Ekoloji ve çevre bilimleri. Ankara: Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayınları.
- Bhushan, N. ve Rai, K., 2004. Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process, Springer-Verlag, London.
- Bodur, S. ve Kücür, R., 1994. Görüntü Kirliliği Üzerine, Çevre Dergisi,12.

- Briggs, D., J., Collins, S., Elliott, P., Fischer, P., Kingham, S., Lebre, E., Pryl, K., Reeuwijk, H. V., Smallbone, K. ve Veen, A., V., D., 1997. Mapping Urban Air Pollution Using GIS: A Regression Based Approach, International Journal of Geographical Information Science, 11,7, 699-718.
- Briggs, D., 2005. The role of GIS: Coping with space (and time) in air pollution exposure assessment, Journal of Toxicology and Environmental Health-Part a-Current Issues, 68,13-14, 1243-1261.
- Büyükgüngör, H., Çevre Kirliliği ve Çevre Yönetimi, <http://www.toprakisveren.org.tr/2006-72-hanifebuyukgungor.pdf> 11 Mayıs 2014.
- Çevre Bilgi Sistemleri Ön Rapor, 2002. TÜBİTAK Vizyon 2023: Bilim ve Teknoloji Stratejileri, Teknoloji Öngörü Projesi, Çevre Bilgi Sistemleri, [http://www.tubitak.gov.tr/tubitak\\_content\\_files/vizyon2023/csk/EK-1.pdf](http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/csk/EK-1.pdf) 11 Haziran 2014.
- TC. Resmi Gazete, Çevre Kanunu(Kanun No:2572), 11.8.1983,18132.
- Çepel, N., 2003. Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 1.Baskı, Ankara.
- Hwang, C., L. ve Yoon, K., 1981. Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, Springer, New York, 129s.
- Hwang, C., L. ve Yoon, K., 1981. Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, Springer, New York, 130-133s.
- Colak, E., 2005. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Trabzon İli Kanser Haritalarının Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Dağdeviren M., Eraslan E., Kurt M. ve Dizdar, E. N. , 2005. Tedarikçi Seçimi Problemine Analitik Ağ Süreci ile Alternatif Bir Yaklaşım, Teknoloji Dergisi, 8,2, 115-122.
- Dikerler, T., Musaoğlu, N., Şeker, D., Ş. ve Üstün, B., 2011. Çevre Yönetimi Amacıyla Kurulacak Bir CBS'nin Kavramsal Tasarımı: Küçükçekmece Örneği, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, Ekim-Kasım, Antalya.
- Dilaver, D., 2005. Yapı Ürünlerinin Çevre İle İlişkisi Kapsamında Çevre Dostu Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık ABD, İstanbul.
- Dirican R.,1990. Toplum Hekimliği(Halk Sağlığı)Dersleri, Hatipoğlu Yayınevi, ISBN 975-7527-22-X, Ankara.
- Elbir, T., Kara, M., Mangır, N. ve Bayram, A., 2009. Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Bir Kentsel Hava Kalitesi Yönetim Sistemi, 3. Ulusal DEÜ Coğrafi bilgi sistemleri Sempozyumu, Aralık, İzmir, Bildiriler Kitabı:50-58.

- 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.
- Ergene, A., 1993. Toprak Biliminin Esasları, Atatürk Üniv. Yay. No:586, Zir. Fak. Yay. No:267, Ders Kitapları Serisi No:42, Erzurum.
- Grayson, R., Kay, P. ve Foulger, M., 2008. The use of GIS and multi-criteria evaluation (MCE) to identify agricultural land management practices which cause surface water pollution in drinking water supply catchments, Water Science and Technology, 58, 9, 1797-1802.
- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z., 1997. Toprak Kirliliği, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, No. 40, Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü-Sağlık Bakanlığı TSH Genel Müdürlüğü, ISBN 975-8088-42-4, Ankara.
- Gulliver, J. ve Briggs, D., 2011. STEMS-Air: A simple GIS-based air pollution dispersion model for city-wide exposure assessment, Science of the Total Environment, 409, 2419-2429.
- Haktanır, K., 1987. Toprak Kirliliği ve bu konuda hazırlanacak yönetmelik üzerine düşünceler, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı, Çalışma Grubu Raporu, Mart, 2, 48-51.
- HKEPHP, 2013. Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi, Doğu Karadeniz Havzası 5118601, Proje Taslak Raporu, TÜBİTAK MAM, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, Gebze Kocaeli, Temmuz 2013.
- Huang, I. B., Keisler, J. ve Linkov, I., 2011. Multi-criteria decision analysis in environmental sciences: Ten years of applications and trends, Science of the Total Environment, 409, 19, 3578-3594.
- Kalkınma Bakanlığı, 10. Kalkınma Planı (2014-2018). [http://www.kalkinma.gov.tr/Lists/Kalknma%20Planlar/Attachments/12/Onuncu\\_Kalk%C4%B1nma\\_Plan%C4%B1.pdf](http://www.kalkinma.gov.tr/Lists/Kalknma%20Planlar/Attachments/12/Onuncu_Kalk%C4%B1nma_Plan%C4%B1.pdf) 22 Mart 2014.
- Karabiber Z., 1991. Gürültü-İnsan Etkileşimi- Boğaziçi Üniversitesi. Çevre Bilimleri Enstitüsü, Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu I. Bildiriler, I. Cilt. B. Ü., Bebek-İstanbul.
- Karpuzcu, M., 1991. Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü, Kubbealtı Neşriyatı Türkiye'nin Çevre Sorunları, Türkiye'nin Çevre Sorunları Vakfı Yayını, 482.

- Kocer, N., Uslu, G., Işık, H. ve Hanay, Ö., 2007. Elazığ Kent Merkezinde Gürültü Düzeyi Üzerine Trafik, Endüstri ve Ticari Faaliyetlerin Etkisi, 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, Yaşam Çevre Teknolojisi, Ekim, İzmir.
- Kohlhammer, W B. M. L7, 1988. Bundesminister für Umwelt. Naturschutz und Reaktorsicherheit, Was sie schon immer über Umweltschutz wissen wollten, Verlag GmbH, Mercedes-Drack. Stuttgart, Berlin, Köln, Mainz, 247.
- Kousa, A., Kukkonen, J., Karppinen, A., Aarnio, P. ve Koskentalo, T., 2002. A Model for Evaluating the Population Exposure to Ambient Air Pollution in an Urban Area, Atmospheric Environment, 36, 2109–2119.
- Kutlu, N., Ö., 1998. Kırsal Toprak Düzenlemesinde Çevre Bilgi Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Lia, X., Lee, S., Wong, S., Shi, W. ve Thornton, J., 2003. The Study of Metal Contamination in Urban Soils of Hong Kong Using a GIS-Based Approach, Environmental Pollution, 129, 113–124.
- Li, L., Shi, Z., H., Yin, W., Zhu, D., Ng, S., L., Cai, C.,F. ve Lei, A.,L., 2009. A fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) approach to eco-environmental vulnerability assessment for the danjiangkou reservoir area, China, Ecological Modelling, 220, 3439–3447.
- Malmasi, S., Jozi, S. A., Monavari, S. M. ve Jafarian, M. E., 2010. Ecological Impact Analysis on Mahshahr Petrochemical Industries Using Analytic Hierarchy Process Method, International Journal of Environmental Research, 4, 4, 725-734.
- Maraş, E., E., Maraş, H., H., Maraş, S., S. ve Alkış, Z., 2011. CBS Verilerinden Çevresel Gürültü Haritalarının Hazırlanmasında Kullanılan Tahmin Yönteminin Analizi, Harita Dergisi, 145, 52-60.
- Martinez-Grana, A. M., Goy, J. L. G. Y., Gutierrez, I. D. ve Cardena, C. Z., 2014. Characterization of environmental impact on resources, using strategic assessment of environmental impact and management of natural spaces of "Las Batuecas-Sierra de Francia" and "Quilamas" (Salamanca, Spain), Environmental Earth Sciences, 71,1, 39-51.
- Matejcek, L., Engst, P. ve Janour, Z., 2006. A GIS-based approach to spatio-temporal analysis of environmental pollution in urban areas: A case study of Prague's environment extended by LIDAR data, Ecological Modelling, 199, 3, 261-277.
- Mendoza, G., A. ve Prabhu, R., 1999. Multiple criteria decision making approaches to assessing forest sustainability using criteria and indicators: a case study, Forest Ecology and Management, 131,107-126.
- Meşeli, A., 2010. İznik gölü havzasında çevre sorunları, Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, 14, 134-148.

- Morra, P., Lisi, R., Spadoni, G. ve Maschio, G., 2009. The assessment of human health impact caused by industrial and civil activities in the Pace Valley of Messina, Science of the Total Environment, 407,12, 3712-3720.
- Nas, B. ve Berktaş, A., 2002. Çevre Problemlerinin Çözümünde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı, 2. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, Fatih Üniversitesi, Ekim, İstanbul, 30-31.
- Nişancı, R., Yıldırım, V. ve Yıldırım, A., 2007. Su Havzalarına Yönelik CBS Veritabanı Modellemesi: Trabzon Galyan Vadisi Örneği, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, Ekim-Kasım, Trabzon, Bildiriler Kitabı I, II Kitabı:865.
- Ordu, Ş. ve Demir, A., 2006. Determination of Water Quality of Ergene River by Planning Environmental Information System, Journal of Engineering and Natural Sciences, Sigma 25, 1.
- Ordu, Ş. ve Demir, A., 2007. Ergene Havzası Çevre Bilgi Sistemi, Anadolu University, Journal Of Science and Technology, 8,1,145-152.
- Özalp, D., 2009. Doğu Karadeniz Havzası'nda Yayılı Kirletici Kaynakların Belirlenmesi ve Yönetim Önerileri, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Özdemir, İ., 2001. Yalnız Gezegen, Kaynak Yayınları, İstanbul.
- Özgümüş, S., S., Öz, B. ve Karadurmuş, E., Çorum Derinçay Kirletici Kaynak Analizi ve Sonuçlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Değerlendirilmesi, <http://www.ukmk11.ogu.edu.tr/arsiv/ukmk9/Poster%20Sunumlar/7.%20%c7evre%20Dostu%20Teknolojiler/7-632.pdf> 12 Şubat 2014.
- Purushotham, D., Rashid, M., Lone, M. A., Rao, A. N., Ahmed, S., Nagaiah, E. ve Dar, F. A., 2013. Environmental impact assessment of air and heavy metal concentration in groundwater of Maheshwaram watershed, ranga reddy district, Andhra Pradesh, Journal of the Geological Society of India, 81,3, 385-396.
- Reis, S., Nişancı, R. ve Yomralıoğlu, T., 2009. Designing and Developing of a Province Based Spatial Database for Analyzing Potential Environmental Issues in Trabzon, Turkey, Environmental Engineering Science, 26, 1, 123-130.
- Romanelli, A., Esquius, K. S., Massone, H. E. ve Escalante, A. H., 2013. GIS-based pollution hazard mapping and assessment framework of shallow lakes: southeastern Pampean lakes (Argentina) as a case study, Environmental Monitoring and Assessment, 185,8, 6943-6961.
- Saaty, T. L., 1989. Hierarchical-Multiobjective Systems, Control-Theory and Advanced Technology, 5, 4, 485-489.
- Saaty, T. L., 1980. The Analytic Hierarchy Process. New York: McGraw-Hill.

- Scoggins, A., Kjellstrom T., Fisher, G., Connor, J. ve Gimson, N., 2003. Spatial Analysis of Annual Air Pollution Exposure and Mortality, Science of the Total Environment, 321, 71–85.
- Şeker, D. Z., Tanık, A. ve Öztürk, İ., 2009. CBS'nin Havza Yönetimi Çalışmalarında Uygulanması, TMOOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, Kasım, İzmir.
- Şener, B., 2004. Landfill Site Selection By Using Geographical Informatin System, Middle East Technical University, The Gradurate School Of Natural And Applied Sciences, MSc Thesis, Ankara.
- Şener, E. ve Yıldız, M., 2000. Aquaculture Potential and fish Feed Production in Turkey, World Aquaculture Society, Magazine Articles, 31 ,3, 52-56.
- SYGM, TC. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Resmi internet sitesi, <http://suyonetimi.ormansu.gov.tr/> 12 Temmuz 2014.
- Taşatar, B., 1995. Topraklarımız ve Toprak Kirliliği, Çevre Yazıları 3, Çevre Bakanlığı Yayınları, Ankara, 16.
- TMMOB HKMO, 1996. HABITAT II Türkiye Ulusal Raporu: Öncelikli Konular, Trabzon Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, Değirmendere Havzası Çevre Sorunları Envanteri, İstanbul.
- Topuz, E., Talınlı, I. ve Aydın, E., 2011. Integration of environmental and human health risk assessment for industries using hazardous materials: A quantitative multi criteria approach for environmental decision makers, Environment International, 37,2, 393-403.
- Torun, G., 2008. Sürdürülebilir Gelişme bağlamında Havza Planlaması ve Yönetimi: Alibey İçme Suyu Havzası Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- TÜİK,2009. Çevre İstatistikleri Sorularla Resmi İstatistikler Dizisi-8, TÜİK Matbaası, Ankara.
- Tünay, O., 1997. Çevre Kirliliği, Seminer Egzoz Gazlarının Çevreye Etkileri, Türkiye'deki Humboldt Bursiyerleri Derneği, 1,3-7.
- Türküm, A., S., 2014. Çağdaş Toplumda Çevre Sorunları ve Çevre Bilinci. <http://www.aof.anadolu.edu.tr/kitap/IOLTP/1268/unite10.pdf> 08 Nisan 2014.
- Ulusoy, A. ve Vural, T., 2007. Kentleşmenin Sosyo Ekonomik Etkileri, Yerel Siyaset Dergisi, 18.
- URL-1, <http://www.cevreonline.com/cevrekr/cevrekirlilik%20cesitleri.htm>. 15 Mayıs 2013.
- URL-2, <http://online.cevre.gov.tr/>. 07 Şubat 2014.

- URL-3, [http://www.csb.gov.tr/turkce/dosya/ced/icdr2011/sivas\\_icdr2011.pdf](http://www.csb.gov.tr/turkce/dosya/ced/icdr2011/sivas_icdr2011.pdf). 28 Mart 2013.
- URL-4, <http://www.bcm.org.tr/pdf/OSB%20lerde%20cevre%20yonetimi.pdf>. 18 Nisan 2014.
- URL-5, <http://www.ekolojimagazin.com/?id=80&s=magazin>. 07 Şubat 2014.
- URL-6, <http://ekolojiagi.wordpress.com/2011/08/13/termik-santrallerinin-cevresel-etkileri/>. 18 Haziran 2014.
- U.S. EPA, 1999. Environmental Problem Solving with Geographic Information Systems: a National Conference, USA.
- Uslu, C. ve Yücel, M., 1997. Adana Kentinde Gürültü Kirliliği Üzerine Bir Araştırma, Ekoloji Çevre dergisi, 7, 25, 9-13.
- Vienneau, D., de Hoogh, K. ve Briggs, D., 2009. A GIS-based method for modelling air pollution exposures across Europe, Science of the Total Environment, 408, 2, 255-266.
- Yanık, T. ve Atamanalp, M., 2001. Balık Yetiştiriciliğinde Su Kirliliğine Giriş, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, No: 226, Erzurum, 301s.
- 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.
- Yıldırım, V., 2014. Doğalgaz İletim Hattı Güzergâhlarının Belirlenmesi için Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve Coğrafi Bilgi Sistemi Teknolojilerini Kullanarak Bir Karar-Destek Modelinin Geliştirilmesi, TUBİTAK Projesi Sonuç Raporu, Mayıs, Trabzon.
- Ying, X., Guang-Ming, Z., Gui-Qiu Chen, Lin, T., Ke-Lin, W. ve Dao-You, H., 2007. Combining AHP with GIS in synthetic evaluation of eco-environment quality-A case study of Hunan Province, China, Ecological Modelling, 209, 97-109.
- Yomraloğlu, T., 1994. Coğrafi Bilgi Sistemleri, Yüksek Lisans Ders Notları, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yomralioğlu, T. ve Akça, M., D., 1999. Environmental Information Systems model design: A case study of Trabzon-Degirmendere basin, Local Government in the Urban Information System Applications Symposium, October, Trabzon, Turkey .
- Yomraloğlu, T., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar, Seçil Ofset, İstanbul.
- Zeleny, M., 1982. Multiple Criteria Decision Making, McGraw-Hill, New York.



- Zhang, R., Hamerlinck, J., D., Gloss, S. P. ve Munn, L., 1996. Determination of Nonpoint-Source Pollution Using GIS and Numerical Models, Journal of Environmental Quality, 25,3,411-418.
- Zhang, C., 2005. Using Multivariate Analyses and GIS to Identify Pollutants and their Spatial Patterns in Urban Soils in Galway Ireland, Environmental Pollution, 142, 501-511.
- Zhang, C. S., Luo, L., Xu, W. L. ve Ledwith, V., 2008. Use of local Moran's I and GIS to identify pollution hotspots of Pb in urban soils of Galway, Ireland, Science of the Total Environment, 398,1-3, 212-221.

## 6. EKLER

Ek Şekil 1. Çevresel Kirlilik Çeşitlerinin ve Çevresel Kirleticilerin Belirlenmesine Yönelik Anket

### **TRABZON İLİ VADİLERİNDE ÇEVRE KİRLİLİĞİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN VE ALT FAKTÖR AĞIRLIKLARININ ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ UYGULAYICI ANKETİ**

Bu anket Karadeniz Teknik Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümü Kamu Ölçmeleri Anabilimdalı Yüksek Lisans Tezi için hazırlanmıştır.

Tez Hazırlayan: Tuğba MEMİŞOĞLU  
Tez Danışmanı: H. Ebru ÇOLAK

**Amaç:** Trabzon ili vadilerinde çevre kirliliğine etki eden faktörlerin ve alt faktör ağırlıklarının tespit edilmesi.

#### GENEL BİLGİLER

**İletişim Bilgileri** Katılımcıların ankete verdikleri cevapları daha iyi değerlendirebilmek için toplanan bilgilerdir. Bu bilgilerin sağlanması isteğe bağlıdır. Bilgiler kesinlikle gizli tutulacaktır.

İli:

Çalıştığı Kurum/Kuruluş:

Mesleği (unvanı):

Görevi:

Toplam Çalışma Süresi (Tecrübe) Yılı:

Eğitim Durumu:

Cinsiyet:

Ek Şekil 1'in devamı

## FAKTÖR AĞIRLIKLARININ BELİRLENMESİ

(Aşağıda belirtilen faktörlerin her biri ayrı bir veri katmanı olarak tasarlanmış ve kendi içinde sınıflandırılmıştır. Anketin bu aşamasında her bir faktörü kendi içinde "vadilerde çevre kirleticilerine sebep olan etkenler" dikkate alınarak puanlandırılması istenmektedir.)

Vadilerde çevre kirleticilerine sebep olan etken faktörler aşağıdaki tabloda verilmiştir. Eklemek istediğiniz başka bir faktör varsa lütfen tablonun sonuna ekleyiniz. Bu faktörleri vadiyi kirlenme önem derecesine göre 100 üzerinden puanlandırınız. En önemli faktör 100 puan almalıdır. Puanların toplamı önemli değildir. Vadilerde çevre kirliliğine sebep olan etkenlerden toprak kirliliği etmeni kimyasal kirlilik faktörü içinde uygulamaya alınacaktır.

NO	FAKTÖR	PUAN
1	Gürültü Kirliliği	
2	Su Kirliliği	
3	Kimyasal Kirlilik	
4	Hava Kirliliği	
5	Görüntü Kirliliği	

## ALT FAKTÖR AĞIRLIKLARININ BELİRLENMESİ

(Yukarıda belirtilen faktörlerin her biri ayrı bir veri katmanı olarak tasarlanmış ve kendi içinde sınıflandırılmıştır. Anketin bu aşamasında her bir faktörü kendi içinde "vadilerde çevre kirleticilerine sebep olan etkenler" dikkate alınarak puanlandırılması istenmektedir.)

Trabzon Vadilerinde Çevre Kirliliğine sebep olan etkenler düşünüldüğünde belirlenen etkenlerin alt faktörleri aşağıda belirlenmiştir. Bu etkenlerin yukarıdaki vadiyi kirlenme faktörlerini göz önüne alarak puanlama yapınız. Vadiyi kirlettiğini en az düşündünüz faktöre 1, en çok düşündüğünüz etkene 10 puanı veriniz.

Ek Şekil 1'in devamı

**Gürültü Kirliliğine** sebep olan etkenler beş sınıfa ayrılmıştır. Bu kirletici unsurları vadiyi kirlletme yönünden birbiri içerisinde puanlandırırız.

ANA FAKTÖR	ALT FAKTÖR	PUAN
Gürültü Kirliliği	Karayolu	
	Ağır Sanayi	
	Hafif Sanayi	
	Taş Ocağı	
	HES	

**Su Kirliliğine** sebep olan etkenler yedi sınıfa ayrılmıştır. Bu kirletici unsurları vadiyi kirlletme yönünden birbiri içerisinde puanlandırırız.

ANA FAKTÖR	ALT FAKTÖR	PUAN
Su Kirliliği	Taş Ocağı	
	Ağır Sanayi	
	Hafif Sanayi	
	HES	
	Konut Yapıları	
	Tarım Alanları	
	Bahk Çiftlikleri	

**Kimyasal Kirliliğe** sebep olan etkenler altı sınıfa ayrılmıştır. Bu kirletici unsurları vadiyi kirlletme yönünden birbiri içerisinde puanlandırırız.

ANA FAKTÖR	ALT FAKTÖR	PUAN
Kimyasal Kirlilik	Ağır Sanayi	
	Hafif Sanayi	
	Konut Yapıları	
	Tarım Alanları	
	Bahk Çiftlikleri	
	Taş Ocağı	

**Hava Kirliliğine** sebep olan etkenler altı sınıfa ayrılmıştır. Bu kirletici unsurları vadiyi kirlletme yönünden birbiri içerisinde puanlandırırız.

ANA FAKTÖR	ALT FAKTÖR	PUAN
Hava Kirliliği	Ağır Sanayi	
	Hafif Sanayi	
	Karayolu	
	Konut Yapıları	
	Taş Ocakları	
	HES	

Ek Şekil 1'in devamı

**Görüntü Kirliliğine sebep olan etkenler beş sınıfa ayrılmıştır. Bu kirlenici unsurları vadiyi kirlenme yönünden birbiri içerisinde puanlandırırız.**

<b>ANA FAKTÖR</b>	<b>ALT FAKTÖR</b>	<b>PUAN</b>
<b>Görüntü Kirliliği</b>	<b>Ağır Sanayi</b>	
	<b>Hafif Sanayi</b>	
	<b>Taş Ocakları</b>	
	<b>Konut Yapıları</b>	
	<b>HES</b>	

Ek Tablo 1. Ankette çevresel kirlilik çeşitlerine ve çevresel kirlilik faktörlerine verilen puanlama sonuçları

Sayı	Gürültü Kirliliği	Su Kirliliği	Kimyasal Kirlilik	Hava Kirliliği	Görüntü Kirliliği
1	50	100	80	80	100
2	60	90	80	80	100
3	30	70	70	80	60
4	95	100	80	100	90
5	80	100	95	85	95
6	100	80	80	80	80
7	60	90	80	70	80
8	60	100	90	90	50
9	80	100	60	70	90
10	90	100	70	60	80
11	50	100	70	80	60
12	50	100	50	80	50
13	55	100	100	95	60
14	80	100	70	90	50
15	70	80	60	100	55
16	85	65	70	100	90
17	70	90	100	80	50
18	50	80	90	70	60
19	100	100	100	100	100
20	60	90	80	100	70
21	10	100	100	100	50
22	70	80	100	60	90
23	60	100	80	90	90
24	70	100	50	90	80
25	70	90	100	80	50
26	80	100	100	100	100
27	60	100	90	70	80
28	90	100	100	100	90
29	60	100	90	90	50
30	50	90	90	70	80
31	70	100	90	90	60
32	50	80	70	40	60
33	30	90	80	90	100
34	90	100	100	90	80
35	40	90	80	100	20
36	70	90	80	90	100
37	60	100	80	90	50
38	50	90	80	50	70
39	90	100	80	70	100
40	60	90	100	80	50
Toplam	65,13	93,13	82,88	83,25	73,00

Ek Tablo 1'in devamı

Gürültü Kirliliği					
Sayı	Karayolu	Ağır Sanayi	Hafif Sanayi	Taş Ocağı	HES
1	10	10	10	10	10
2	10	10	6	7	7
3	10	10	7	10	5
4	10	4	3	5	1
5	5	2	10	9	9
6	10	10	6	10	4
7	10	3	2	6	2
8	8	10	9	9	7
9	9	8	7	10	6
10	8	9	7	10	6
11	7	9	9	10	8
12	10	8	6	9	7
13	7	9	8	8	8
14	10	7	8	9	4
15	10	7	6	5	4
16	10	9	4	8	1
17	8	9	7	10	5
18	7	9	8	10	10
19	10	10	10	10	10
20	10	7	8	9	1
21	10	10	9	10	10
22	8	9	6	10	7
23	8	10	7	9	6
24	10	2	5	1	8
25	4	8	5	8	9
26	10	3	1	8	9
27	10	8	7	9	6
28	8	10	9	9	9
29	4	9	5	4	5
30	8	7	7	9	10
31	9	8	6	10	7
32	4	7	6	9	10
33	10	7	5	9	2
34	10	9	8	10	7
35	3	8	3	5	2
36	9	9	8	10	10
37	7	10	6	8	9
38	9	6	8	5	6
39	10	9	8	6	7
40	5	10	6	3	6
<b>Toplam</b>	<b>8.38</b>	<b>7.98</b>	<b>6.65</b>	<b>8.15</b>	<b>6.50</b>

Ek Tablo 1'in devamı

Su Kirliliği							
Sayı	Taş Ocağı	Ağır Sanayi	Hafif Sanayi	HES	Konut Yapıları	Tarım Alanları	Balık Çiftlikleri
1	7	7	7	10	7	10	10
2	10	10	5	8	4	2	1
3	5	10	10	10	10	9	10
4	5	7	6	4	3	1	2
5	3	8	9	9	9	9	7
6	10	10	4	8	5	7	7
7	2	6	5	4	10	7	8
8	8	10	9	7	9	8	8
9	4	9	8	7	10	6	5
10	4	10	8	9	7	6	5
11	10	10	10	9	5	8	8
12	4	7	10	6	7	9	8
13	8	9	6	9	5	8	8
14	7	10	5	6	8	9	4
15	9	10	7	5	8	4	1
16	6	10	7	3	9	8	1
17	9	10	5	7	7	6	8
18	7	8	7	6	6	5	4
19	10	10	10	10	10	10	10
20	6	10	8	1	9	7	5
21	10	10	9	10	9	10	10
22	8	9	7	6	10	4	5
23	9	10	8	9	7	9	7
24	5	2	7	5	10	9	9
25	10	8	6	8	6	5	5
26	3	10	8	10	6	9	10
27	7	9	8	5	10	8	7
28	10	9	9	9	10	10	9
29	5	9	6	6	7	7	7
30	8	5	5	8	7	6	6
31	6	10	9	5	6	7	8
32	4	9	8	10	7	5	3
33	9	9	8	6	5	6	7
34	8	10	9	8	9	10	10
35	3	9	2	2	1	1	5
36	9	9	8	10	8	8	8
37	7	10	9	10	6	5	8
38	6	5	8	6	8	7	6
39	8	10	6	7	6	5	6
40	9	8	5	10	7	10	8
Toplam	6,95	8,78	7,28	7,20	7,33	7,00	6,60



Ek Tablo 1'in devamı

Kimyasal Kirlilik						
Sayı	Ağır Sanayi	Hafif Sanayi	Konut Yapıları	Tarım Alanları	Balık Çiftlikleri	Taş Ocağı
1	8	5	8	10	10	10
2	10	4	4	8	1	10
3	10	10	7	10	7	10
4	6	5	2	4	3	1
5	8	9	9	9	6	3
6	10	4	4	5	5	8
7	10	8	1	5	6	1
8	10	9	9	8	8	10
9	7	6	9	10	5	8
10	10	9	5	8	6	7
11	10	10	4	8	8	9
12	9	10	5	8	7	6
13	9	8	8	9	7	10
14	10	5	6	8	3	7
15	10	7	5	9	2	8
16	10	4	3	9	1	2
17	10	7	6	9	4	8
18	10	8	4	6	4	7
19	10	10	10	10	10	10
20	10	8	6	9	7	5
21	10	10	5	10	1	10
22	10	7	8	6	5	9
23	8	6	6	10	6	9
24	1	5	10	9	9	1
25	9	6	7	5	3	10
26	10	3	3	10	5	5
27	10	9	8	9	6	6
28	10	10	10	6	7	9
29	9	5	2	2	2	4
30	5	4	4	8	8	6
31	10	9	7	8	5	6
32	8	6	4	7	3	8
33	9	6	6	9	5	4
34	10	9	8	10	9	8
35	9	4	2	2	1	1
36	9	9	8	7	7	9
37	10	9	7	6	5	8
38	5	7	8	7	4	6
39	8	6	9	10	2	1
40	9	7	8	10	5	6
Toplam	8,90	7,08	6,13	7,83	5,20	6,65

Ek Tablo 1'in devamı

Hava Kirliliği						
Sayı	Ağır Sanayi	Hafif Sanayi	Karayolu	Konut Yapıları	Taş Ocakları	HES
1	10	10	10	10	10	10
2	10	4	10	5	8	1
3	10	10	9	9	10	10
4	6	5	3	2	4	1
5	9	10	8	5	7	9
6	10	6	8	10	10	4
7	8	7	6	10	3	1
8	10	9	8	10	8	7
9	10	9	6	8	7	5
10	10	9	7	6	8	5
11	10	10	7	6	10	7
12	6	10	9	8	7	4
13	9	8	7	9	9	7
14	8	7	10	3	9	6
15	10	6	9	2	8	4
16	10	9	7	4	8	2
17	9	10	8	9	4	6
18	8	10	7	10	3	7
19	10	10	10	10	10	10
20	8	10	9	6	1	7
21	10	10	10	10	1	8
22	8	10	7	9	5	6
23	10	9	8	6	5	7
24	10	1	10	2	5	6
25	7	9	6	8	4	5
26	10	10	7	9	2	2
27	10	10	9	8	3	9
28	10	9	9	9	10	10
29	5	8	4	5	5	5
30	8	7	7	10	9	8
31	9	10	7	8	6	8
32	8	9	4	6	5	7
33	9	10	7	10	1	5
34	10	10	10	9	7	9
35	3	10	1	5	1	2
36	9	9	6	10	10	7
37	9	10	7	10	6	8
38	7	7	8	7	4	8
39	8	9	8	5	6	4
40	10	7	6	4	8	3
Toplam	8,78	8,58	7,48	7,30	6,18	6,00

Ek Tablo 1'in devamı

Görüntü Kirliliği					
Sayı	Ağır Sanayi	Hafif Sanayi	Taş Ocakları	Konut Yapıları	HES
1	10	10	10	10	10
2	10	5	10	8	8
3	7	9	10	10	10
4	5	3	4	1	2
5	9	9	9	5	9
6	8	3	8	10	6
7	5	4	8	10	6
8	5	7	10	10	7
9	7	6	10	8	9
10	7	6	10	8	9
11	10	6	5	9	7
12	6	7	10	9	8
13	7	4	10	10	7
14	10	5	9	1	4
15	8	5	10	7	4
16	8	6	10	1	2
17	10	7	9	8	7
18	9	9	9	9	9
19	10	10	10	10	10
20	10	9	8	7	1
21	10	10	10	10	5
22	10	7	9	8	6
23	10	9	9	8	9
24	1	5	1	10	10
25	10	8	9	7	10
26	8	3	10	9	5
27	9	8	10	6	7
28	10	9	9	9	10
29	9	7	8	4	5
30	5	5	8	3	8
31	8	7	10	6	9
32	9	8	10	7	9
33	8	6	10	5	2
34	10	9	10	9	10
35	5	4	5	5	1
36	9	8	10	7	10
37	10	8	9	5	10
38	6	7	7	8	6
39	9	8	10	7	6
40	8	6	10	7	9
Toplam	8.13	6.80	8.83	7.28	7.05

Ek Şekil 2. Çevresel Kirlilik Alt Faktörlerinin Belirlenmesi için hazırlanan anket

**TRABZON İLİ VADİLERİNDE ÇEVRE KİRLİLİĞİNE  
ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN VE ALT FAKTÖR  
AĞIRLIKLARININ  
ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİYLE  
BELİRLENMESİ  
UYGULAYICI ANKETİ**

Bu anket Karadeniz Teknik Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümü Kamu Ölçmeleri Anabilimdalı Yüksek Lisans Tezi için hazırlanmıştır.

Tez Hazırlayan: Tuğba MEMİŞOĞLU

Tez Danışmanı: H. Ebru ÇOLAK

Amaç: Trabzon ili vadilerinde çevre kirliliğine etki eden faktörlerin ve alt faktör ağırlıklarının tespit edilmesi.

**GENEL BİLGİLER**

**İletişim Bilgileri** Katılımcıların ankete verdikleri cevapları daha iyi değerlendirebilmek için toplanan bilgilerdir. Bu bilgilerin sağlanması isteğe bağlıdır. Bilgiler kesinlikle gizli tutulacaktır.

İli:

Çalıştığı Kurum/Kuruluş:

Mesleği (unvanı):

Görevi:

Toplam Çalışma Süresi (Tecrübe) Yıl:

Eğitim Durumu:

Cinsiyet:

Ek Şekil 2'nin devamı

## FAKTÖR AĞIRLIKLARININ BELİRLENMESİ

(Aşağıda belirtilen faktörlerin her biri ayrı bir veri katmanı olarak tasarlanmış ve kendi içinde sınıflandırılmıştır. Anketin bu aşamasında her bir faktörü kendi içinde "vadilerde çevre kirleticilerine sebep olan etkenler" dikkate alınarak puanlandırılması istenmektedir.)

Vadilerde çevre kirleticilerine sebep olan etken faktörler aşağıdaki tabloda verilmiştir. Eklemek istediğiniz başka bir faktör varsa lütfen tablonun sonuna ekleyiniz. Bu faktörleri vadiyi kirlatme önem derecesine göre 100 üzerinden puanlandırınız. En önemli faktör 100 puan almalıdır. Puanların toplamı önemli değildir. Vadilerde çevre kirliliğine sebep olan etkenlerden toprak kirliliği etmeni kimyasal kirlilik faktörü içinde uygulamaya alınacaktır.

NO	FAKTÖR	PUAN
1	Gürültü Kirliliği	
2	Su Kirliliği	
3	Kimyasal Kirlilik	
4	Hava Kirliliği	
5	Görüntü Kirliliği	

## ALT FAKTÖR AĞIRLIKLARININ BELİRLENMESİ

(Yukarıda belirtilen faktörlerin her biri ayrı bir veri katmanı olarak tasarlanmış ve kendi içinde sınıflandırılmıştır. Anketin bu aşamasında her bir faktörü kendi içinde "vadilerde çevre kirleticilerine sebep olan etkenler" dikkate alınarak puanlandırılması istenmektedir.)

Trabzon Vadilerinde Çevre Kirliliğine sebep olan etkenler düşünüldüğünde belirlenen etkenlerin alt faktörleri aşağıda belirlenmiştir. Bu etkenleri vadiyi kirlatme faktörlerini göz önüne alarak puanlama yapınız. Vadiyi kirlettiğini en az düşündünüz faktöre 1, en çok düşündüğünüz etkene 10 puanı veriniz.

Ek Şekil 2'nin devamı

**1.KARAYOLU:** Karayolu; vadilerde çevre kirliliğine gürültü ve hava kirliliği olmak üzere iki hususta etki etmektedir. Bu hususlar göz önüne alınarak iki kirlenme türüne göre vadilere olan mesafeleri dikkate alarak ayrı ayrı puanlama yapınız.

Karayolundan Vadiye olan Mesafe (metre)	Puan(Gürültü)	Puan(Hava)
0-50 m.		
51-100		
101-250		
251-500		
501-750		
750-1000		
>1000		

**2.AĞIR SANAYİ:** Ağır Sanayi vadilerde çevre kirliliğine gürültü, su, kimyasal, hava ve görüntü kirliliği olmak üzere beş hususta etki etmektedir. Bu hususlar göz önüne alınarak bütün kirlenme türlerine göre vadilere olan mesafeleri dikkate alarak ayrı ayrı puanlama yapınız.

Ağır Sanayiden Vadiye olan Mesafe (metre)	Puan(Gürültü)	Puan(Su)	Puan(Kimyasal)	Puan(Hava)	Puan(Görüntü)
0-100m.					
101-250					
250-500					
500-750					
750-1500					
1500-3000					
>3000					

**3.HAFİF SANAYİ:** Hafif Sanayi vadilerde çevre kirliliğine gürültü, su, kimyasal, hava ve görüntü kirliliği olmak üzere beş hususta etki etmektedir. Bu hususlar göz önüne alınarak bütün kirlenme türlerine göre vadilere olan mesafeleri dikkate alarak ayrı ayrı puanlama yapınız.

Hafif Sanayiden Vadiye olan Mesafe (metre)	Puan(Gürültü)	Puan(Su)	Puan(Kimyasal)	Puan(Hava)	Puan(Görüntü)
0-50 m.					
51-100					
101-250					
250-500					
500-750					
>750					

**4.TAŞ OCAĞI:** Taş Ocakları vadilerde çevre kirliliğine gürültü, su, hava, görüntü ve kimyasal kirlilik olmak üzere beş hususta etki etmektedir. Bu hususlar göz önüne alınarak bütün kirlenme türlerine göre vadilere olan mesafeleri dikkate alarak ayrı ayrı puanlama yapınız.

Ek Şekil 2'nin devamı

Taş Ocağından Vadiye olan Mesafe (metre)	Puan(Gürültü)	Puan(Su)	Puan(Hava)	Puan(Görüntü)	Puan(Kimyasal)
0-100 m.					
101-250					
250-500					
500-750					
>750					

**5.HES(Hidroelektrik Santraller):** Hidroelektrik Santralleri vadilerde çevre kirliliğine gürültü, su, hava ve görüntü kirliliği olmak üzere dört hususta etki etmektedir. Bu hususlar göz önüne alınarak bütün kirlenme türlerine göre vadilere olan mesafeleri dikkate alarak ayrı ayrı puanlama yapınız.

Hidroelektrik Santralinden Vadiye olan Mesafe (metre)	Puan(Gürültü)	Puan(Su)	Puan(Hava)	Puan(Görüntü)
0-50 m.				
51-100				
101-250				
251-500				
>500				

**6.KONUT YAPILARI:** Konut Yapıları vadilerde çevre kirliliğine su ve hava kirliliği olmak üzere üç hususta etki etmektedir. Bu hususlar göz önüne alınarak bütün kirlenme türlerine göre vadilere olan mesafeleri dikkate alarak ayrı ayrı puanlama yapınız.

Konut Yapılarından vadiye olan Mesafe (metre)	Puan(Su)	Puan(Hava)	Puan(Kimyasal)
0-50 m.			
51-100			
101-150			
>150			

**7.TARIM ALANLARI:** Tarım Alanları vadilerde çevre kirliliğine su ve kimyasal olmak üzere iki hususta etki etmektedir. Bu hususlar göz önüne alınarak bütün kirlenme türlerine göre vadilere olan mesafeleri dikkate alarak ayrı ayrı puanlama yapınız.

Tarım Alanlarından vadiye olan Mesafe (metre)	Puan(Su)	Puan(Kimyasal)
0-50 m.		
51-100		
101-250		
251-500		
>500		

**8.BALIK ÇİFTLİKLERİ:** Balık Çiftlikleri vadilerde çevre kirliliğine su, kimyasal ve görüntü olmak üzere üç hususta etki etmektedir. Bu hususlar göz önüne alınarak bütün kirlenme türlerine göre vadilere olan mesafeleri dikkate alarak ayrı ayrı puanlama yapınız.

Ek Şekil 2'nin devamı

Balık Çiftliklerinden vadiye olan Mesafe (metre)	Puan(Su)	Puan(Kimyasal)	Puan(Görüntü)
0-50 m.			
51-100			
101-200			
>200			



Ek Tablo 2. Ankette çevresel kirlilik alt faktörlerine verilen puanlama sonuçları

Karayolu	Gürültü						Hava					
	Etki Mesafe	50	100	250	500	750	1000	50	100	250	500	750
1	10	8	7	5	2	1	10	7	5	4	2	1
2	10	10	10	9	9	9	10	10	10	9	9	7
3	8	7	6	5	4	3	9	7	6	5	4	3
4	10	8	6	5	4	3	10	9	8	6	5	3
5	10	8	6	4	2	1	10	9	8	6	5	4
6	9	8	7	6	5	1	9	8	7	7	6	5
7	10	9	8	7	4	2	10	9	8	6	3	2
8	5	4	3	2	1	1	10	10	10	10	8	8
9	10	8	6	4	2	1	10	8	6	4	2	1
10	10	9	8	7	6	4	10	9	8	6	5	4
11	8	7	5	4	1	1	9	9	8	7	4	2
12	10	10	8	7	6	6	10	10	10	9	8	5
13	10	10	10	9	8	7	10	10	10	8	5	1
14	10	9	8	7	6	5	10	8	7	6	3	2
15	10	8	8	6	5	2	10	8	8	6	6	2
16	10	9	8	7	5	1	10	9	8	6	5	1
17	8	7	4	3	2	1	8	7	4	3	2	1
18	10	9	7	6	5	4	10	9	8	6	5	4
19	10	9	7	6	5	2	8	6	4	3	2	1
20	8	7	6	5	3	1	6	5	4	3	2	1
21	10	8	7	5	2	1	10	7	5	4	2	1
22	10	8	6	5	4	3	9	8	6	5	2	2
23	8	7	5	4	2	1	10	8	6	5	4	1
24	9	6	5	4	3	2	10	8	7	5	3	1
25	7	6	5	4	3	1	8	7	6	4	3	2
26	10	8	7	6	5	2	10	10	10	8	6	5
27	10	9	7	6	3	2	9	9	8	7	6	5
28	10	9	6	5	3	1	10	10	8	5	3	1
29	10	10	8	6	5	2	9	8	5	3	2	4
30	9	9	8	7	6	2	10	10	10	8	7	7
31	8	7	6	4	3	2	10	9	8	7	6	4
32	8	6	5	4	3	2	10	8	8	6	5	4
33	9	8	6	5	4	3	10	10	9	8	7	5
34	9	8	6	4	3	1	10	9	8	7	6	3
35	10	8	6	4	2	1	9	8	6	4	3	2
36	10	9	8	7	5	4	9	8	7	5	4	3
37	10	8	6	4	3	1	10	8	6	7	5	1
38	10	9	5	3	2	1	10	9	8	7	6	3
39	10	9	8	7	5	3	10	8	7	6	5	2
40	8	7	5	3	2	2	9	8	6	5	4	1
Toplam	9.27	8.07	6.57	5.27	3.82	2.32	9.52	8.42	7.27	5.9	4.5	2.87

Ek Tablo 2'nin devamı

Ağır Sanayi	Gürültü						Su						Kimyasal					
	100	250	500	750	1500	3000	100	250	500	750	1500	3000	100	250	500	750	1500	3000
1	10	10	7	5	4	3	8	5	4	3	2	1	10	9	7	6	5	3
2	10	10	10	9	8	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	4	4
3	7	6	5	4	3	2	8	7	4	2	1	1	8	7	6	5	4	3
4	10	9	8	7	6	6	10	7	6	5	4	2	10	8	6	5	4	3
5	10	9	5	4	4	3	10	10	9	9	5	3	10	10	8	6	5	2
6	9	5	2	1	1	1	10	9	8	7	6	5	9	8	8	7	6	5
7	10	9	7	5	4	3	10	9	8	6	5	3	10	8	6	5	3	1
8	5	4	3	2	1	1	8	8	8	7	7	6	10	10	10	10	10	9
9	5	4	3	2	1	1	10	8	6	4	2	1	10	8	6	4	2	1
10	10	9	8	6	6	6	10	10	10	10	10	10	9	9	9	8	7	7
11	2	1	1	1	1	1	9	8	8	7	5	5	9	8	7	5	5	1
12	10	10	9	5	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
13	10	10	10	9	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
14	9	8	7	5	4	3	9	8	6	5	4	3	8	8	8	7	7	7
15	10	8	7	7	5	5	10	10	10	10	10	10	10	8	8	8	8	8
16	10	8	7	6	5	1	10	8	7	6	4	1	10	8	7	6	4	1
17	7	6	5	4	2	1	10	9	8	5	4	3	10	9	8	6	5	4
18	10	8	6	5	4	4	10	9	8	6	5	4	10	8	6	5	4	4
19	10	8	6	4	2	1	10	8	6	2	2	1	6	5	5	2	2	1

Ek Tablo 2'nin devamı

20	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	1	8	6	5	4	3	1
21	10	10	7	5	4	1	8	5	4	3	2	1	10	9	7	6	5	3
22	4	2	2	1	1	1	9	8	7	5	5	5	9	9	7	7	5	1
23	8	8	6	6	5	4	8	7	7	5	4	3	9	9	8	7	7	6
24	9	7	6	5	4	1	10	8	6	5	4	1	10	9	8	7	6	6
25	10	10	9	9	1	6	10	9	8	6	5	4	8	7	6	5	5	4
26	10	8	6	5	4	1	8	6	5	3	2	1	9	8	6	6	5	4
27	10	9	8	7	1	5	8	7	5	4	2	1	10	9	8	6	5	3
28	10	8	7	6	1	5	9	8	8	3	3	1	7	5	4	3	2	1
29	9	9	8	7	6	3	9	8	7	7	5	1	6	5	4	4	2	1
30	9	8	5	5	1	1	10	8	6	2	2	2	10	9	8	7	5	2
31	8	8	6	5	4	2	10	9	8	7	3	2	10	9	8	6	4	1
32	7	6	5	4	3	1	9	9	9	9	9	5	10	9	7	6	4	3
33	4	3	3	3	1	1	10	10	10	10	10	10	9	8	7	5	3	1
34	7	6	5	3	3	3	10	10	10	10	10	10	8	7	6	3	2	2
35	6	5	4	1	1	1	7	6	5	4	3	2	7	6	5	4	2	1
36	5	4	4	4	2	2	5	4	3	2	1	1	10	8	6	4	3	2
37	10	10	10	8	8	5	4	1	1	1	1	1	9	7	6	4	2	2
38	10	9	9	8	7	3	4	3	2	2	1	1	8	7	6	5	3	2
39	10	9	8	6	3	1	3	1	1	1	1	1	10	9	8	6	4	2
40	10	8	6	4	2	1	10	9	8	7	6	1	10	9	7	6	3	1
Toplam	8,4	7,35	6,1	4,9	3,37	2,65	8,77	7,65	6,8	5,6	4,7	3,6	9,15	8,12	7,05	5,87	4,62	3,32

Ek Tablo 2'nin devamı

Ağır Sanayi Etki Mesafe	Hava						Görüntü					
	100	250	500	750	1500	3000	100	250	500	750	1500	3000
1	10	10	10	8	7	5	6	5	4	3	2	1
2	10	10	6	6	2	1	9	8	7	1	1	1
3	8	7	5	4	2	1	7	6	5	3	3	2
4	10	9	8	6	5	4	10	6	5	4	3	2
5	10	10	10	8	7	1	10	10	9	8	5	3
6	9	8	7	6	5	4	10	9	8	5	4	3
7	10	8	6	5	3	1	9	8	7	6	4	2
8	10	10	10	10	8	8	6	6	6	5	4	3
9	5	4	3	2	1	1	5	4	3	2	1	1
10	7	7	7	7	6	6	9	8	7	6	6	6
11	9	9	9	8	5	1	7	5	4	4	2	1
12	10	10	10	10	5	5	10	10	9	8	7	6
13	10	10	10	10	10	5	10	10	9	9	9	9
14	8	8	8	7	7	6	3	3	3	2	2	1
15	10	10	10	8	8	5	10	10	10	10	10	10
16	10	8	7	4	3	1	10	8	6	5	4	1
17	10	9	8	7	5	4	7	6	5	3	1	1
18	10	9	8	6	5	4	10	10	10	10	10	10
19	10	8	7	6	5	4	10	8	6	5	4	1
20	8	8	7	6	6	1	6	5	4	3	2	1
21	10	10	10	8	5	4	6	5	4	3	2	1
22	9	9	8	7	5	4	8	5	4	4	1	1
23	9	8	7	7	5	4	10	9	8	6	5	4
24	8	7	6	5	3	2	10	8	6	5	4	4
25	10	10	10	9	8	6	6	5	5	2	2	1
26	8	6	5	3	2	2	8	6	5	4	3	1
27	10	10	6	6	6	5	10	9	7	6	5	3
28	8	6	3	2	1	1	9	8	7	7	5	4
29	10	10	10	9	8	7	8	7	6	5	3	2
30	10	10	10	10	10	5	10	10	10	9	8	6
31	9	7	6	5	4	3	8	6	5	3	2	2
32	10	10	10	7	6	5	10	10	6	6	6	5
33	7	5	4	3	2	2	5	4	3	2	1	1
34	6	6	5	5	4	1	6	6	5	4	3	2
35	9	8	7	5	3	1	10	9	8	7	5	4
36	10	10	10	8	5	3	8	6	5	4	3	2
37	10	8	7	5	3	1	10	10	8	7	6	5
38	8	6	4	3	3	2	8	6	5	4	4	1
39	9	8	7	6	3	2	6	5	4	2	1	1
40	7	6	5	4	2	1	7	6	5	4	3	2
Toplam	9,02	8,3	7,4	6,275	4,825	3,225	8,175	7,125	6,075	4,9	3,9	2,925

Ek Tablo 2'nin devamı

Hafif Sanayi	Gürültü					Su					Kimyasal				
	Etki Mesafe	50	100	250	500	750	50	100	250	500	750	50	100	250	500
1	10	9	7	5	4	8	6	4	3	2	6	5	4		3
2	10	10	8	6	5	10	10	9	7	6	10	10	9	6	6
3	7	6	5	4	3	7	5	4	3	2	8	7	5	4	2
4	10	8	6	5	4	10	8	7	3	1	10	9	8	6	4
5	10	8	4	2	1	10	9	8	3	1	10	9	8	3	1
6	8	4	3	2	1	8	7	4	4	3	8	7	7	6	6
7	8	7	6	5	1	10	9	8	5	1	9	8	7	5	1
8	9	9	8	8	7	10	10	9	9	8	10	10	9	9	8
9	3	2	1	1	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
10	9	7	7	7	7	10	9	8	8	7	8	8	8	6	6
11	9	9	8	8	6	10	10	9	9	8	9	8	7	6	5
12	9	9	8	7	6	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
13	8	8	8	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
14	10	9	8	6	5	10	9	7	6	5	9	8	7	6	4
15	8	7	7	6	5	8	8	8	8	8	6	6	6	6	6
16	10	8	7	4	1	10	8	4	4	1	10	8	7	4	1
17	10	9	8	6	5	8	7	5	4	2	9	8	7	5	3
18	10	9	8	6	5	10	8	7	6	5	10	8	6	5	4
19	6	5	3	2	1	4	3	2	1	1	2	2	2	1	1
20	4	3	2	1	1	5	4	3	2	1	8	7	6	5	2
21	10	9	7	4	2	8	6	4	3	2	6	4	3	2	2
22	10	9	8	7	5	8	7	7	6	6	8	8	8	5	5
23	10	8	7	5	3	9	8	7	5	1	10	9	8	6	5
24	7	6	6	5	2	10	10	9	9	8	8	7	7	6	5
25	10	10	8	7	5	5	4	3	2	1	10	8	7	4	1

Ek Tablo 2'nin devamı

26	8	7	7	7	6	8	8	8	6	6	10	9	8	6	5
27	9	9	9	5	2	9	8	7	6	5	10	9	8	6	5
28	10	9	8	7	5	10	10	10	10	10	6	5	3	2	1
29	8	6	5	3	3	10	10	10	10	10	4	3	2	1	1
30	8	8	8	4	6	9	8	7	6	4	10	9	7	4	2
31	6	5	2	1	1	6	6	6	6	6	10	9	8	7	5
32	10	10	8	8	5	10	8	7	4	1	10	8	7	5	3
33	8	8	6	5	5	9	8	7	5	3	10	10	10	10	10
34	7	7	5	4	1	10	8	6	5	4	10	8	7	5	3
35	10	8	6	5	4	2	2	2	1	1	10	9	8	7	5
36	8	6	5	3	2	8	7	6	5	2	6	5	4	2	1
37	6	6	5	4	1	6	4	3	2	2	2	1	1	1	1
38	7	6	5	4	3	10	9	8	6	5	9	7	6	4	2
39	8	8	7	7	6	8	7	7	6	5	6	5	5	5	3
40	10	9	8	7	4	6	5	4	3	1	7	6	5	3	2
Toplam	8,45	7,5	6,3	4,95	3,625	8,35	7,425	6,425	5,325	4,15	8,225	7,275	6,45	4,9	3,775

Ek Tablo 2'nin devamı

Hafif Sanayi Etki Mesafe	Hava					Görüntü				
	50	100	250	500	750	50	100	250	500	750
1	10	9	8	7	5	7	5	3	2	1
2	10	10	9	7	6	10	9	8	5	5
3	8	7	5	4	2	7	5	3	2	1
4	10	9	8	6	4	10	5	4	3	1
5	10	9	6	4	1	10	9	5	3	1
6	8	7	4	2	1	8	7	6	4	3
7	8	7	6	5	3	8	7	6	5	1
8	9	8	7	6	5	10	10	10	9	8
9	3	2	2	1	1	3	2	2	1	1
10	9	9	8	8	7	10	10	6	6	6
11	10	10	9	8	8	10	10	10	9	8
12	10	10	10	10	10	10	10	10	9	8
13	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
14	10	9	7	6	5	9	7	6	5	4
15	8	8	8	6	6	10	10	10	10	10
16	10	8	6	4	1	10	8	7	6	1
17	9	8	6	5	4	10	8	6	4	2
18	10	9	7	6	5	10	10	10	10	10
19	2	2	2	1	1	3	3	2	2	1
20	6	5	4	3	2	6	5	4	3	1
21	10	9	8	7	6	7	5	3	2	1
22	9	8	7	5	1	10	10	10	8	6
23	10	10	9	9	8	3	3	2	1	1
24	5	4	3	2	1	5	4	2	1	1
25	8	8	8	6	6	6	5	3	2	2
26	9	8	7	6	5	8	6	5	2	1
27	10	10	10	10	10	7	7	5	3	2
28	10	10	10	10	10	10	10	10	8	7
29	9	8	7	6	4	8	5	3	2	1
30	6	6	6	6	6	8	7	5	3	1
31	10	8	7	4	1	6	6	4	2	1
32	10	9	8	7	5	3	2	2	1	1
33	10	9	8	6	4	10	9	8	7	5
34	10	9	7	6	4	7	6	5	3	2
35	9	8	7	5	3	6	4	3	2	2
36	8	7	6	3	2	10	10	10	10	6
37	7	6	5	4	2	9	8	5	3	2
38	10	8	6	4	3	8	6	5	3	1
39	4	2	2	1	1	9	8	6	5	2
40	5	4	3	2	2	10	9	7	5	3
Toplam	8.475	7.675	6.65	5.45	4.275	8.025	7	5.775	4.525	3.275

Ek Tablo 2'nin devamı

Taş Ocağı	Gürültü				Su				Hava			
	Etki Mesafe	100	250	500	750	100	250	500	750	100	250	500
1	10	10	7	5	8	5	3	2	10	10	8	6
2	10	10	10	9	7	6	5	1	10	10	10	9
3	8	7	6	5	7	5	4	3	7	5	2	1
4	10	9	8	7	6	5	4	3	10	8	7	5
5	10	8	3	2	10	9	7	3	10	7	5	3
6	9	7	2	1	7	5	4	2	6	4	3	2
7	10	9	8	6	10	9	8	4	10	9	8	6
8	10	9	8	7	10	8	6	4	10	10	10	9
9	10	7	5	2	10	7	5	2	10	7	5	2
10	8	8	8	8	6	6	6	6	9	9	9	9
11	10	10	8	5	9	8	8	5	10	10	8	5
12	10	9	8	7	10	10	10	10	10	10	10	9
13	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
14	10	9	8	6	7	6	5	3	10	8	7	6
15	10	10	10	10	6	6	6	6	8	8	8	8
16	10	8	6	2	10	9	8	2	10	8	5	2
17	10	9	7	6	9	8	6	5	9	6	4	2
18	10	9	8	6	10	8	7	6	10	9	8	6
19	10	8	7	4	8	8	3	2	10	8	4	2
20	10	9	8	7	4	3	1	1	8	6	5	3
21	10	10	7	1	8	5	3	2	10	8	6	5
22	9	9	9	9	10	8	6	5	9	9	8	7
23	10	10	8	5	9	8	7	6	10	10	8	5
24	10	10	10	9	7	6	4	3	9	8	5	3
25	10	10	10	10	6	5	4	3	10	10	10	8
26	10	8	7	6	5	3	2	4	10	9	8	7
27	8	8	8	8	10	8	7	7	8	6	3	1
28	10	8	5	2	8	7	6	4	9	8	7	4
29	9	6	4	2	8	6	5	4	9	8	5	3
30	10	9	8	6	9	7	6	4	8	4	3	1
31	9	7	6	5	8	7	5	3	7	5	3	2
32	10	10	10	7	7	6	3	2	6	4	3	1
33	7	5	4	3	6	5	4	2	10	8	6	4
34	6	6	5	5	8	6	4	3	8	6	5	3
35	9	8	7	5	6	5	3	2	10	9	8	5
36	10	10	10	8	4	3	2	2	9	8	7	7
37	10	8	7	5	10	10	10	6	10	6	3	2
38	7	6	5	3	8	7	6	5	10	10	10	10
39	10	8	5	2	7	6	5	4	8	6	4	2
40	9	6	4	2	6	5	3	1	9	7	5	4
Toplam	9,45	8,425	7,1	5,45	7,85	6,6	5,275	3,8	9,15	7,775	6,325	4,725



Ek Tablo 2'nin devamı

Taş Ocağı Etki Mesafe	Görüntü				Kimyasal			
	100	250	500	750	100	250	500	750
1	7	5	4	2	9	7	6	4
2	10	10	10	10	10	10	10	10
3	8	7	5	3	7	5	4	3
4	8	6	4	3	10	7	5	4
5	10	4	3	2	10	7	5	4
6	7	6	5	4	10	8	5	3
7	10	9	8	6	10	9	7	4
8	10	10	10	8	5	5	2	2
9	5	4	3	2	7	5	3	2
10	10	10	10	10	7	7	7	7
11	10	10	7	5	7	7	5	4
12	10	10	9	8	10	10	10	9
13	10	10	10	10	10	10	10	10
14	10	8	7	6	8	7	6	4
15	10	10	10	10	8	8	8	8
16	10	8	5	2	10	8	5	2
17	10	6	2	1	10	8	6	5
18	10	10	10	10	10	9	7	6
19	10	8	3	2	8	6	5	1
20	10	10	6	4	3	1	1	1
21	7	5	2	1	9	7	5	4
22	6	5	4	3	10	8	6	5
23	3	2	1	1	10	7	6	4
24	7	6	6	6	10	10	10	10
25	4	4	2	1	10	8	6	2
26	9	8	7	6	8	6	5	3
27	9	9	9	9	9	8	6	5
28	10	10	10	10	9	8	6	5
29	10	10	10	10	5	3	2	1
30	10	8	6	5	3	2	1	1
31	10	9	7	4	7	6	3	2
32	10	10	10	10	7	6	5	4
33	8	7	5	4	10	9	8	4
34	7	6	3	2	6	6	6	5
35	10	8	6	6	7	5	3	1
36	8	6	3	2	10	8	5	3
37	9	9	7	5	8	6	4	2
38	10	10	8	5	10	8	6	5
39	7	6	5	4	9	8	7	6
40	10	10	8	7	8	7	6	3
Toplam	8,725	7,725	6,25	5,225	8,35	7	5,575	4,2

Ek Tablo 2'nin devamı

Hes	Gürültü				Su				Hava				Görüntü			
	50	100	250	500	50	100	250	500	50	100	250	500	50	100	250	500
1	6	5	4	1	8	7	5	3	6	5	4	3	5	4	3	2
2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	7	7	10	10	10	10
3	8	7	5	4	7	5	4	2	8	8	7	6	7	5	4	4
4	7	6	4	3	6	5	4	2	10	8	5	4	6	4	3	2
5	6	3	2	1	7	6	3	2	8	5	3	2	10	8	5	3
6	8	7	6	1	7	6	5	4	8	6	5	4	8	6	4	1
7	6	5	4	1	10	9	8	4	6	5	4	1	9	8	7	6
8	5	5	4	3	6	6	6	5	1	1	1	1	8	8	8	8
9	5	4	3	2	7	5	3	1	2	1	1	1	5	4	3	2
10	8	8	8	8	9	9	9	9	7	7	7	7	10	10	10	10
11	10	10	7	5	10	10	9	7	8	8	6	5	8	8	6	4
12	7	7	6	5	10	10	10	10	1	1	1	1	6	6	6	6
13	8	8	8	5	10	10	10	10	1	1	1	1	5	5	5	5
14	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
16	10	8	7	2	10	10	10	10	10	8	5	2	10	7	5	2
17	6	5	4	3	9	8	7	5	8	6	5	4	10	8	7	6
18	10	8	6	5	10	9	7	6	10	8	7	6	10	10	10	10
19	10	8	6	5	10	8	7	7	8	7	6	5	10	7	6	5

Ek Tablo 2'nin devamı

20	4	4	3	1	6	4	3	1	4	4	3	1	4	4	2	1
21	6	5	4	1	8	7	5	3	6	4	3	2	5	3	2	1
22	6	5	4	2	8	6	4	1	10	9	8	4	10	9	8	7
23	7	6	3	2	9	8	7	6	6	6	6	5	6	5	3	1
24	7	6	5	4	8	8	8	8	7	5	3	1	4	3	3	1
25	10	9	8	4	5	4	3	2	9	9	9	9	8	6	5	3
26	6	6	6	5	8	7	5	4	10	10	9	7	7	7	6	5
27	7	5	3	1	7	6	4	3	2	1	1	1	6	6	5	3
28	8	5	3	2	6	3	2	1	10	10	7	5	5	3	1	1
29	8	6	5	4	9	6	3	2	8	5	3	2	10	9	6	5
30	6	5	4	1	10	8	6	5	5	3	2	1	10	10	10	8
31	2	2	1	1	10	9	8	7	8	6	3	2	6	5	3	2
32	8	5	3	1	6	4	3	2	9	7	4	1	8	5	3	1
33	10	9	8	6	10	10	8	8	10	10	10	10	5	4	3	2
34	10	10	10	8	8	7	3	2	8	6	3	2	3	1	1	1
35	8	6	3	2	10	10	8	6	6	5	3	2	10	8	7	6
36	9	8	6	3	6	4	3	1	8	5	2	1	6	4	3	2
37	10	10	7	5	10	10	7	5	10	9	8	6	5	4	2	1
38	6	4	3	1	8	8	5	2	10	8	7	5	10	10	8	6
39	5	3	2	2	9	8	6	3	9	6	5	3	8	6	3	2
40	10	6	5	3	6	3	3	1	5	3	1	1	9	8	7	5
Toplam	7,375	6,25	5,025	3,35	8,125	7,1	5,8	4,525	7,075	5,9	4,65	3,55	7,375	6,275	5,15	4,075

Ek Tablo 2'nin devamı

Konut Yapıları	Su			Hava			Görüntü		
	Etki Mesafe	50	100	150	50	100	150	50	100
1	10	8	4	8	5	3	8	6	5
2	10	10	10	10	8	6	10	10	10
3	8	7	6	8	8	7	9	7	4
4	8	6	4	6	5	3	9	7	5
5	5	3	2	8	6	3	8	5	3
6	4	3	2	3	2	1	2	1	1
7	8	7	6	10	9	4	8	6	4
8	5	5	4	8	8	7	6	6	5
9	6	4	2	6	4	2	10	8	4
10	10	9	8	10	9	7	1	1	1
11	7	6	4	7	6	4	4	3	1
12	10	10	10	10	9	8	10	10	10
13	10	10	10	10	10	10	10	10	10
14	10	9	8	10	8	7	1	1	1
15	8	5	4	10	8	8	8	6	5
16	8	5	4	8	5	3	6	5	3
17	10	8	7	8	7	5	8	6	5
18	10	8	7	10	8	7	10	8	7
19	6	5	2	6	4	1	5	2	1
20	8	5	2	8	5	4	4	2	1
21	10	6	4	8	5	2	8	5	4
22	10	10	10	6	3	2	1	1	1
23	7	6	5	8	6	5	3	2	1
24	8	5	2	10	8	7	6	4	2
25	6	4	1	4	3	1	10	10	8
26	5	4	4	5	5	2	10	10	10
27	4	2	1	8	7	5	8	6	5
28	10	8	7	7	6	5	6	4	2
29	9	8	8	6	5	5	10	8	7
30	5	5	5	10	10	7	10	10	10
31	7	6	4	9	7	6	1	1	1
32	6	5	1	8	5	3	2	2	1
33	6	5	5	7	5	2	8	7	5
34	10	10	7	10	10	10	8	6	3
35	8	7	6	10	8	7	5	3	1
36	9	6	4	4	3	1	6	5	3
37	8	5	3	5	3	1	8	5	4
38	5	3	1	7	7	3	10	10	10
39	6	2	2	8	5	1	8	6	4
40	10	10	10	5	4	2	6	5	4
Toplam	7,75	6,25	4,9	7,725	6,225	4,425	6,775	5,5	4,3

Ek Tablo 2'nin devamı

Tarım Alanları Etki Mesafe	Su				Kimyasal			
	50	100	250	500	50	100	250	500
1	10	8	7	6	8	7	6	5
2	10	10	10	10	10	10	10	8
3	8	7	6	3	9	7	6	5
4	10	9	8	6	10	8	6	5
5	10	9	7	3	10	8	6	2
6	3	2	1	1	2	1	1	1
7	8	6	5	3	8	6	5	1
8	8	8	7	7	10	10	10	8
9	8	6	4	2	8	6	4	2
10	10	10	10	10	9	9	9	9
11	10	9	8	7	10	9	8	7
12	10	9	8	6	10	9	8	6
13	10	10	10	10	10	10	10	10
14	7	6	4	3	7	6	4	3
15	10	10	10	10	10	10	10	10
16	10	10	8	8	10	10	10	10
17	6	5	3	2	5	4	2	1
18	10	8	7	6	10	9	7	6
19	8	5	4	3	10	7	6	5
20	10	8	6	5	3	2	1	1
21	10	7	6	4	8	6	5	4
22	10	10	10	10	10	10	6	6
23	10	8	6	2	10	9	8	7
24	8	6	5	3	8	7	5	3
25	7	6	4	2	6	4	2	1
26	9	6	4	2	10	8	6	5
27	9	9	5	1	9	8	6	5
28	10	10	8	6	8	7	4	3
29	9	8	7	6	10	10	10	10
30	8	5	3	2	3	3	2	1
31	10	10	8	8	8	6	3	1
32	10	9	8	7	9	8	7	4
33	10	10	10	10	9	8	5	3
34	8	5	3	2	10	10	8	7
35	8	8	5	4	9	9	5	3
36	9	8	7	5	10	10	7	6
37	8	6	4	3	10	9	8	7
38	10	9	8	7	3	2	1	1
39	10	10	9	8	5	4	3	2
40	8	5	3	3	6	4	3	1
Toplam	8.925	7.75	6.4	5.15	8.25	7.25	5.825	4.625

Ek Tablo 2'nin devamı

Balık Çiftliği	Su			Kimyasal			Görüntü		
	Etki Mesafe	50	100	200	50	100	200	50	100
1	8	5	3	7	6	4	5	4	3
2	10	10	10	8	7	7	7	7	7
3	7	6	5	8	7	5	7	6	2
4	10	8	6	8	6	4	7	5	3
5	10	7	3	10	8	1	6	3	1
6	4	3	2	4	3	2	4	3	1
7	10	9	7	8	5	3	7	5	3
8	10	7	5	1	1	1	5	5	5
9	5	4	3	5	4	1	2	1	1
10	10	10	10	1	1	1	1	1	1
11	10	10	9	10	9	8	4	3	1
12	10	10	10	10	10	10	10	9	7
13	10	10	10	5	5	5	5	5	5
14	10	8	7	10	8	7	5	5	5
15	9	9	9	6	6	6	8	6	6
16	3	2	1	3	2	1	2	2	2
17	7	5	4	6	5	4	4	3	1
18	10	8	7	10	8	7	10	10	10
19	10	8	7	10	7	5	8	6	5
20	10	8	6	7	5	4	4	2	1
21	8	5	1	7	4	2	5	3	2
22	3	1	1	2	1	1	8	8	3
23	8	4	1	5	3	1	5	3	1
24	7	5	3	10	9	5	4	3	2
25	6	4	1	1	1	1	1	1	1
26	10	8	4	3	2	2	2	1	1
27	10	6	3	9	7	4	1	1	1
28	9	8	8	8	5	3	3	2	1
29	10	10	10	5	3	2	4	2	1
30	9	8	7	5	3	1	2	2	1
31	9	9	9	10	10	8	4	3	1
32	10	10	10	10	8	6	5	4	2
33	4	3	1	8	8	5	5	5	5
34	3	3	1	9	8	3	4	3	3
35	9	7	5	6	5	4	5	4	2
36	6	3	1	2	2	2	4	2	1
37	10	10	10	3	1	1	8	6	2
38	10	10	10	10	8	7	9	7	4
39	6	4	2	10	10	8	1	1	1
40	7	5	3	8	5	2	2	2	1
Toplam	8.175	6.75	5.375	6.7	5.4	3.85	4.825	3.85	2.65

## ÖZGEÇMİŞ

11.05.1989 tarihinde Şişli’de doğdu. İlköğrenimini Çarşıbaşı Gazi İlköğretim Okulu’nda tamamladı. Orta Öğrenimini Yomra İlköğretim Okulu’nda ve lise öğrenimini de Trabzon YDA Lisesi’nde tamamladı. 2007 yılında kazanıp okumuş olduğu Karadeniz Teknik Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümü’nden 2012 yılında mezun oldu. 2013 yılında Artvin Çoruh Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü’nde ÖYP Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. Daha sonra 35. Madde görevlendirilmesi ile birlikte Karadeniz Teknik Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümü’ne geldi. Halen bu üniversitede görevine devam etmektedir. HKMO üyelerinden olup, iyi derecede İngilizce bilmektedir.