



## LOJİSTİK MERKEZ YER SEÇİMİ İÇİN CBS & ÇÖKV ARA YÜZÜ GELİŞTİRİLMESİ VE ORDU İLİ PİLOT BÖLGE ÇALIŞMASI

Şevket BEDİROĞLU<sup>1,\*</sup> , Volkan YILDIRIM<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Gaziantep Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Gaziantep  
<sup>2</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Trabzon

### ÖZET

Bu çalışmada lojistik merkezi yer tesisi seçim analizi işlemleri Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) ile birlikte gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Lojistik merkez yer seçimi işlemleri için özelleştirilmiş bir CBS ara yüzü geliştirilmiş ve bütün analizler arayüz yardımı ile otomatik bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Hiyerarşik yapıdaki birçok CBS analizini ve matematiksel işlemleri içerisinde barındıran bu işlem sürecinin çözümlenebilmesi için detaylı bir işlem algoritması oluşturulmuştur. CBS ara yüzüne bu algoritma ve literatür çalışmalardan derlenen lojistik merkez yer seçim kriterleri entegre edilmiştir. Ordu ilinin idari sınırlarında bulunan, pilot uygulama çalışmasında ise hedeflenen kriterler ile uyumlu 43 farklı uygun lojistik merkez yer tespit edilmiş ve sonrasında mülkiyet analizleri ile (kamu arazisi veya özel arazi) bu sayı 5'e düşürülmüştür. Çalışmada, topoğrafya (eğim), otoyol ağı, akarsuya, sanayi tesisleri, maden, arazi kullanımı, jeolojik yapı, toprak yapısı, doğal gaz hatları, göl, havalimanı ve mevcut limanlar gibi çevresel ve ekonomik açıdan önemli sayılacak coğrafi katmanlar kullanılmıştır. Sonuç olarak, yapılan bu çalışmada yer seçim süreçlerinde insan kaynaklı hatalar ve zaman kayıpları minimize edilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen CBS arayüzü, modifikasyonlar ile diğer CBS & ÇÖKV yer seçim analizlerinde kullanılabilir yapıda geliştirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Coğrafi bilgi sistemleri, Çok ölçütlü karar verme, Analitik hiyerarşi süreci

## DEVELOPING GIS & MCDM INTERFACE FOR LOGISTIC CENTER SITE SELECTION AND PILOT STUDY WORK ORDU CITY

### ABSTRACT

In this study, it is aimed to perform logistic center site selection analysis operations together with Geographical Information Systems (GIS) and Multi Criteria Decision Making (MCDM). A specialized GIS interface has been developed for logistics center location selection and all analyzes have been performed automatically with the help of the interface. A detailed process algorithm has been created in order to solve this process which contains many GIS analysis and mathematical operations in the hierarchical structure. The logistic center location selection criteria compiled from this algorithm and literature studies are integrated into the GIS interface. In the pilot implementation study in the administrative boundaries of the province of Ordu, 43 different eligible logistics centers were identified in accordance with the targeted criteria, and then this number was reduced to 5 with ownership analyzes (public land or private land). In the study, topography, land use, geological structure, natural resources etc. (9 criteria) are used in many environmental and economically important geographical layers. As a result, human source errors and labor/time losses are minimized in site selection processes. The GIS interface, which was obtained as a result of the study, has been developed in a structure which can be used in other GIS and MCDM location selection analyzes with modifications.

**Keywords:** Geographical information systems, Multi criteria decision systems, Analytical hierarchy process

## 1. GİRİŞ

Dünya ticaretindeki dönüşümlerle birlikte her ülke kendi denizyolu, havayolu, demiryolu ve karayolu taşımacılık anlayışlarını yeniden değerlendirmektedir. Bu anlayış değişikliği, tüm taşıma türlerinin birbirine entegre olduğu ve uluslararası ölçekte faaliyet gösteren lojistik merkez ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır [1]. Lojistik merkezlerin ortaya çıkışında iki önemli etken vardır. Bunlardan ilki, artan ticaret hacminin ve bunun sonucu olarak ortaya çıkan lojistik hareketliliğin kent içerisinde

\* Sorumlu yazar / Corresponding author, e-posta / e-mail: sbediroglu@gantep.edu.tr

Geliş / Recieved: 08.05.2019 Kabul / Accepted: 19.12.2019 doi: 10.28948/ngumuh.561680

neden olduğu olumsuz sonuçlardır [2]. İkincisi ise; çok farklı alanlarda faaliyet gösteren lojistik hizmet sağlayıcılarını bir araya getirerek daha iyi bir performans seviyesi yakalamak ve bu yolla müşteri memnuniyetini sağlamaktır [1,3].

Lojistik merkezler, lojistik ve taşımacılık şirketleri ile ilgili resmi kurumların içinde yer aldığı, her türlü ulaşım moduna (karayolu, demiryolu, havayolu, denizyolu vb.) etkin bağlantıları olan, depolama, bakım-onarım, yükleme-boşaltma, elleçleme, tartı, yükleri bölme, birleştirme, paketleme vb. faaliyetlerini gerçekleştirme imkânları olan ve taşıma alternatifleri arasında düşük maliyetli, hızlı, güvenli, aktarma alan ve donanımlarına sahip bölgelerdir.

Lojistik merkezler üzerine Kayıkçı [4] tarafından 2010 yılında yapılan çalışmada ekonomik, çevresel vb. birçok faktör kullanılmıştır. Bunlardan en önemlileri olarak; konumsal yer seçiminde de kullanılabilir olan, arazi kullanımı, ulaşım maliyeti ve zamanı, erişilebilirlik, sosyal denge, ekonomik denge, ithalat ve ihracat hacmi, tehlikeli materyaller olarak göze çarpmaktadır. Ayrıca bu çalışmada ÇÖKV yöntemi olarak Fuzzy-AHP yöntemi kullanılmıştır.

Hong ve Xiaohua [5] tarafından 2011 yılında çalışmada çevresel, ekonomik ve teknik faktörleri kullanarak taşıma zamanını minimize eden bir çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada acil durumlarda kullanılması söz konusu merkezler için zaman maliyetten daha önemli bir faktör olarak kullanılmıştır. Çalışmada ÇÖKV yöntemi olarak AHP kullanılmıştır.

Lojistik merkezlerin yer seçimine ilişkin Zacyna-Golda ve Izdebski [6] 2011 yılında yaptıkları çalışmada, şu faktörlerin kullanılması gerektiğini öngörmüştür: Tedarikçilerin üretim kapasitesi, alıcıların talep hacmi, lojistik depo kapasitesi, hammadde miktarı, taşıma maliyeti, hammadde aktarma maliyeti, yakıt maliyeti, yerel vergiler, ek giderler, sürekli maliyetler, iş gücü maliyeti, genişleme için ek arazi satın alabilme imkânı ve maliyeti, demiryolu ve yol altyapısına olan mesafe. Yine aynı çalışmada bu tür bir ÇÖKV probleminin TOPSIS, ELECTRE, Grey Theory yöntemleri, fuzzy mantığı ya da Choquet integral yöntemi ile çözülebileceği belirtilmiştir. Meidute [7] ise yaptığı çalışmada, lojistik merkezlerin ekonomik bir değerlendirmesini yapmıştır. Bu değerlendirme için aşağıdaki faktörleri göz önünde bulundurmıştır. Depolama ve lojistik depolamanın kapladığı alanların toplam yüzeyi, açık hava sahasının toplam yüzeyi, park alanlarının toplam yüzeyi, yönetim binaların boyutu, demiryolu ve yol terminali ve aktarma alanlarının yüzeyi, yükleme ve boşaltma ekipmanlarının sayısı ve kapasitesi, iç yol ve ana yol bağlantısının toplam uzunluğu, iç demir yolu ağı ve ana demiryolu ağına olan bağlantının toplam uzunluğu, diğer teknik altyapının toplam uzunluğu, arazi edinim maliyeti, toplam inşaat maliyeti, ekipman edinim maliyeti. TCDD ve lojistik merkezler ile ilgili yapılan çalışmada, TCDD ile bağlantılı olan limanları alternatif bölgeler olarak seçerek bu bölgeler bazı kriterleri kullanarak sıralamıştır. Bu sıralama için AHP yöntemi kullanılmıştır. Kullanılan faktörler şunlardır; bölgesellik, kapasite, ticari veriler, demografik veriler ve ulaşım hatları [8].

Çalışma kapsamında CBS ara yüzü geliştirilmesinin sebepleri; ÇÖKV ve CBS entegrasyonu ile yapılan karar verme sürecinde hiyerarşik ve karmaşık yapıdaki analiz süreçlerde iyileştirmelerin sağlanmasıdır. Geliştirilen arayüz sayesinde analiz işlem süreleri azalmıştır. Kullanıcı kaynaklı hata ihtimali minimize edilmiştir. Ayrıca analizlere puanların entegre edilmesi ile ciddi bir zaman-emek kaybı ortadan kalkmıştır. Analiz sonucunda çıkan veriler standart tematik yapıya sahip olduğundan anlaşılabilirlik ve diğer analizler ile kıyaslama avantajı ortaya çıkmıştır. Ara yüzün bir diğer avantajı ise sadece Lojistik amaçlı CBS & ÇÖKV sorunlarının çözümü değil aynı zamanda benzer yer seçimi analizlerinde modifikasyonlar ile kullanılabilir olmasıdır.

Makale 4 ana bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünden sonra Materyal ve Metot Bölümünde CBS ve ÇÖKV entegrasyonunun nasıl yapıldığı anlatılmakta ve detaylı işlem algoritması ile yapılan analizler gösterilmektedir. Bu bölümde ayrıca Lojistik Merkez yeri seçimine etki edecek faktör ve alt-faktörlerin nasıl tespit edildiği anlatılmaktadır. Ayrıca Ara yüzün nasıl hazırlandığı, hangi dilde yazıldığı ve ne gibi işlevlere sahip olduğu ifade edilmiştir. Sonrasında ise pilot çalışma alanında uygulamanın nasıl gerçekleştirildiği, veri tabanı hazırlama bölümünden analizlere ve sonuç raporlamaya kadar detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Makalenin devamında ise Bulgu ve İrdelemeler ortaya koyulmuş, en sonunda ise bu bulgular ışığında elde edilen genel sonuçlar anlatılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada CBS ve ÇÖKV ile lojistik merkezlerin yer seçim işlemlerinin otomatik bir şekilde yapılabilmesi için CBS ara yüzü geliştirilmiştir. Arayüz geliştirme çalışmasının öncesinde, faktör ve alt-faktör literatür çalışmalarına dayalı olarak oluşturulmuştur. Dünya genelinde ve Türkiye özelinde benzer ÇÖKV çalışmaları detaylı olarak incelenmiş faktör ve alt-faktörler belirlenmiştir. Bu faktör ve alt-faktörlerin karşılığı olan coğrafi veriler her ülkede farklılık göstermektedir. Bu uyumun sağlanması için Türkiye’de mevcut durumda bulunan coğrafi verilerin kapsamlı bir analizi, metaveri bilgileri (üretim zamanı, hassasiyet, datum vb.) detaylı incelenmiştir. Ara yüzde kullanılacak analizler ve ilgili parametreleri net bir şekilde tanımlanmış test çalışmaları ile bu analizler manuel olarak yapılmıştır. Test aşamaları tamamlandıktan sonra ara yüzün tasarımına ve yazılmasına başlanmıştır. Analizler Python programlama dilinden faydalanılarak yapılmıştır. Ayrıca ara yüzün görsel tasarımı, Add-in oluşturulması vb. işlemler Visual Studio programında yapılmıştır.

Detaylı işlem algoritması Şekil 1’de sunulmuştur. Bu işlem algoritmasında gösterilen analiz işlem adımları şu şekildedir. Girdi veri olarak vektör formatında (nokta-çizgi-poligon) olarak coğrafi veriler kullanılmaktadır. Öncelikle coğrafi verilerin yapılacağı analiz türüne göre sınıflanmaktadır. Nokta ve Çizgi formatında kullanılan girdi veriler türüne göre iki farklı analiz

## LOJİSTİK MERKEZ YER SEÇİMİ İÇİN CBS & ÇÖKV ARAYÜZÜ GELİŞTİRİLMESİ VE ORDU İLİ PİLOT BÖLGE ÇALIŞMASI

sürecine yönlendirilecektir. Birinci tür Buffer, Intersect, Merge gibi analizlerin gerçekleşeceği etki bölgesi, alanı tespitine yarayan (Ör: Yol, Akarsu) türdeki verilerdir. Bu analizlerden sonra poligon vektör formatındaki veri raster veri formatına dönüşmelidir. İkinci tür ise Eğim, Nüfus gibi enterpole edilerek sürekli yüzeyin oluşturulması sağlanan önce poligon vektör yapıya, sonrasında Raster veri formatına dönüşen verilerdir. Poligon yapıdaki veriler (Ör: Toprak yapısı, Jeoloji) tanımlanan öznelik verisi üzerinden (Toprak için AKK) doğrudan Raster veri formatına dönüşmesi gerekmektedir. Bu süreçlerde belirlenen faktör-alt faktör puanlama sistematığına ve parametrelerine göre işlemler gerçekleşmeli ve sonuç maliyet yüzeyi hesaplanmadan önce her bir alt-faktöre karşılık gelen coğrafi veri alt sınıfları tanımlanmalıdır. Son işlem aşaması ise her bir faktöre karşılık gelen coğrafi verinin AHS yöntemi ile hesaplanan puan katsayıları ile çarpılarak sonuç maliyet yüzeyinin oluşturulmasıdır. Bu aşamadan sonra oluşan maliyet yüzeyi karar verme sürecindeki nihai sonuç veri çıktısıdır.



Şekil 1. Detaylı işlem algoritması

Pilot bölge olarak Ordu ili seçilmiş ve bu bölgede çevresel açıdan en duyarlı ve ekonomik açıdan optimum uygulanabilirliğe sahip lojistik merkez yerleri seçilmiştir. Ordu ilinin seçilme sebepleri Pilot Uygulama bölümünde detaylı olarak anlatılmıştır.

### 2.1. Faktör ve Alt-Faktörlerin Seçilmesi

Faktör ve alt-faktör seçimi sürecinde incelenen çalışmalarda öncelikle lojistik merkez yer seçimi çalışmaları incelenmiştir. Daha sonra yer seçimine dayalı diğer ÇÖKV çalışmaları incelenmiş ve faktör seçimi süreci en az hata ile tamamlanmaya çalışılmıştır. Konu ile ilgili incelenen çok sayıda akademik çalışma arasından öne çıkan bazı çalışmalara aşağıda yer verilmiştir.

Lojistik bölgeleri için geliştirilen modelde yer seçimi için aşağıdaki kriterlere yer vermiştir;

- Arazi ile İlgili Kriterler: Arazinin büyüklüğü, arazinin genişleme imkânları, arazinin altyapısı, arazinin fiziksel şartları
- Maliyetler: Arazi maliyeti, tesis maliyeti, kullanıcılara maliyeti
- Yakınlık (Mesafe): Üretim merkezlerine yakınlık, tüketim merkezlerine yakınlık, havaalanına yakınlık, demiryollarına yakınlık, otoyollara yakınlık, limanlara yakınlık, iç su yollarına yakınlık
- Sosyo-Ekonomik kriterler: Kentsel çevreye etkiler, kentsel trafiğe etkiler, ekonomik yaşama etkisi, afet lojistiğine etkisi [9]
- TCDD ile bağlantılı olan limanları alternatif bölgeler olarak seçerek bu bölgeler bazı kriterleri kullanarak sıralamıştır. Bu sıralama için AHP yöntemi kullanılmıştır. Kullanılan faktörler şunlardır;
- Bölgesel: Toplam rıhtım uzunluğu, liman alanı, maksimum derinlik, serbest bölge büyüklüğü

- Kapasite: Gemi kabul kapasitesi, toplam elleçleme kapasitesi, rıhtım kapasitesi, konteyner rıhtım ekipman kapasitesi, karışık eşya stoklama kapasitesi
- Ticari: Elleçlenen yük miktarı, elleçlenen konteyner miktarı, serbest bölge ihracat miktarı, serbest bölge firma sayısı
- Demografik (Nüfus): Limanın bulunduğu teşvik bölgesi, limanın bulunduğu ilin nüfusu, limanın bulunduğu ilin nüfus yoğunluğu
- Ulaşım: Serbest bölgeye yakınlık, havaalanına yakınlık [8]

Farklı bir çalışmada bölgesel lojistik depo konumlarının belirlenmesi için kullanılması gereken faktörlerin konum, lojistik, ulusal istikrar, maliyet ve iş birliği olması gerektiğini önermiştir [10]. Ayrıca (Atalay, vd., 2017), (Taniguchi, 1999) ve (Kayıkçı, 2010) gibi çalışmalarda lojistik merkez yer seçimine yönelik farklı yaklaşım ve faktörler öne sürülmüştür; bu çalışmalarda ulaşım hatlarına yakınlık (karayolu, demiryolu), limanlara yakınlık ve arazi örtüsü/kullanımı gibi kriterler ön plana çıkmıştır [11, 12, 4].

İstanbul için yapılan çalışmada fiziksel, konumsal, altyapı servisleri, taşıma, işgücü, sabit gider ve sermaye faktörlerini kullanmıştır. Çalışmada kullanılan alt faktörler şunlardır;

- Fiziksel Analiz: Arazi boyutu, fiziksel tesislerin genişmesi, jeolojik durum
- Konum Analizi: Bölgedeki promosyon fırsatları, tedarik noktalarına yakınlık
- Altyapı Servisleri: İletişim altyapısı, elektrik, gaz ve su ağı, kanalizasyon ve atık bertaraf tesisleri
- Taşıma: Otoyola yakınlık, havalimanına yakınlık
- İş Gücü: İşgücü tedariki, işgücü maliyeti
- Sabit Gider ve Sermaye Tedariği: Arazi maliyeti, inşaat maliyeti, kullanım maliyeti [13]

Literatürdeki farklı çalışmalar değerlendirilmiş, ülkemiz özelinde mevcut coğrafi veri setlerinin kalite ve güncellik durumları da göz önünde bulundurularak Tablo 1 de belirlenen faktör ağırlık tablosu AHS yöntemi ile hesaplanarak oluşturulmuştur. Bu tablo oluşturulurken öncelikle literatürde mükerrer olarak karşılaşılan faktörler ele alınmıştır. Bu faktörlerin genel ağırlıklarının belirlenmesi sürecinde, AHS katsayılarının hesaplanabilmesi için, faktörlerin önem dereceleri-sıralamaları belirlenmiş ve sonrasında AHS matrisi oluşturularak matris üzerinde AHS formülasyonu ile katsayılar hesaplanmıştır. Hesaplamalarda, AHS Özet raporunda: Kıyaslama sayısı = 66,

Tutarlılık oranı = %5,3 (kabul edilebilir) olarak değerlendirilmiştir.

**Tablo 1.** AHS yöntemi ile hesaplanan faktör ağırlık tablosu

Faktör	Ağırlık (Çarpım Katsayısı)	Faktör	Ağırlık (Çarpım Katsayısı)
Eğim	0,226	Akarsu	0,41
Arazi Örtüsü	0,172	Göller	0,44
Sanayi Tesisleri	0,142	Maden	0,04
Karayolu	0,128	Toprak Yapısı	0,03
Limn	0,72	Jeoloji	0,02
Havalimanı	0,71	Doğalgaz	0,014
Koruma Alanları	Geçiş Yasak	Fay	Geçiş Yasak

Daha sonra Tablo 2' de yer alan alt faktör tablosu oluşturulmuştur. Bu tablo oluşturulurken alt-faktörlere ait optimum ideal eşikler belirlenmiştir. Puanlama sisteminde uygun alanlar düşük, uygun olmayan alanların yüksek puan alması yöntemi tercih edilmiştir. Bu tercihin sebebi ise, oluşacak sonuç maliyet yüzeyinde puan ne kadar yüksek ise lojistik tercih kurma şartlarının o kadar zor olduğu, puan ne kadar düşük ise de tesis kurmanın o kadar avantajlı olacağı piksel tabanlı bir sonuç maliyet yüzeyi elde etme hedefidir.

**LOJİSTİK MERKEZ YER SEÇİMİ İÇİN CBS & ÇÖKV ARAYÜZÜ GELİŞTİRİLMESİ VE ORDU İLİ PİLOT BÖLGE ÇALIŞMASI**

**Tablo 2.** Literatürden derlenen alt-faktör ağırlık tablosu

Faktör	Alt Faktör	Puanı	Faktör	Alt Faktör	Puanı
Eğim (Derece)	0-5	1	Jeoloji	Alüvyon	3
	5-10	2		Çakıtaşı, Kumtaşı	3
	10-16	3		Andezit-Bazalt, lav p.	1
	16-22	4		Granitiyoid	7
	22-27	5		Killi Kireçtaşı	2
	27-32	6		Kireçtaşı	3
	32-38	7		Kaçkar Granitiyoidi	7
	38-49	8			
	49-100	9			
	Arazi Örtüsü				Toprak Yapısı
Orman		6	1.sınıf	8	
Mera		1	2.sınıf	7	
Çalı ve Funda		1	3.sınıf	6	
Tarım		5	4.sınıf	5	
Kuru Tarım		5	5.sınıf	4	
Kent Mrk.		3	6.sınıf	3	
Bataklık		7	7.sınıf	2	
Çayır		2	8.sınıf	1	
0-200		1	Doğalgaz	Var	
Karayoluna Mesafe	200-400 mt	3		Yok	10
	400-600 mt	5	Göl	1000 mt çap	10
	600-800 mt	7		Diğer	1
	800-1000 mt	9	Havalimanı	3000 mt çap	1
0-200 mt	10	Diğer		10	
Akarsuya Mesafe	200-400 mt	8	Liman	0-1000 mt	1
	400-600 mt	7		1000-2000 mt	3
	600-800 mt	6		2000-3000 mt	5
	800-1000 mt	5		Diğer	10
	Diğer	0	Korunan Alanlar	0-500 mt	Yasak
Sanayi Tesisleri	0-1000 mt	0	Fay Hatları	0-1000 mt	Yasak
	Diğer	10			
Maden Sahaları	0-1000 mt	10			
	Diğer	0			

## 2.2. Analiz Yöntemlerinin ve Parametrelerinin Belirlenmesi

Çalışmada tercih edilen faktör, alt-faktörler ile ilişkili coğrafi veri setlerinin analizi için CBS' de çok sayıda farklı analiz yönteminin hiyerarşik bir sıralamada uygulanması gerekmektedir. Belirlenen analiz yöntemleri; Buffer, Intersect, Overlay, Clip, Merge gibi vektör tabanlı ve TIN (Triangular Irregular Networks), IDW Entropolasyonu, Raster Calculator gibi raster tabanlı analizlerdir. Buffer ve Overlay analizleri etki alanlarının tespiti için nokta veya çizgi vektör tabanlı katmanlara uygulanmıştır. Merge analizi sınır katmanı ile bütünleştirme ve yüzey sürekliliğinin sağlanması için uygulanmıştır. Clip analizi ise çalışma alanı dışında kalan coğrafi verilerin kesilmesi işlemi için uygulanmıştır. Çalışmada poligon türündeki vektör tabanlı verilerin Raster formatına dönüşümü için Feature to Polygon analizi ilgili öznelik verisi yardımı ile uygulanmıştır. Noktasal veya çizgisel yapıda olup doğrudan bir anlam ifade etmeyen eşyükselti eğrisi, nüfus gibi veriler ile sürekli yüzeyler oluşturmak için entropolasyon analizleri uygulanmıştır. Nüfus verisi için IDW entropolasyonu eşyükseltiden eğim oluşturmak için ise önce TIN daha sonra TIN to Raster analizleri uygulanmıştır. Farklı analizler neticesinde ortaya çıkan Raster formatındaki katmanlardan tek bir maliyet yüzeyi oluşturmak için ise AHS katsayıları ile çarpmaya yarayacak şekilde Raster Calculator analizi uygulanmış ve en önemli çıktı olan sonuç maliyet yüzeyi oluşturulmuştur. Bu analizlerin parametreleri tanımlanırken Tablo 1 ve Tablo 2' de verilerin ağırlık ve puan değerleri göz önünde bulundurulmuştur.

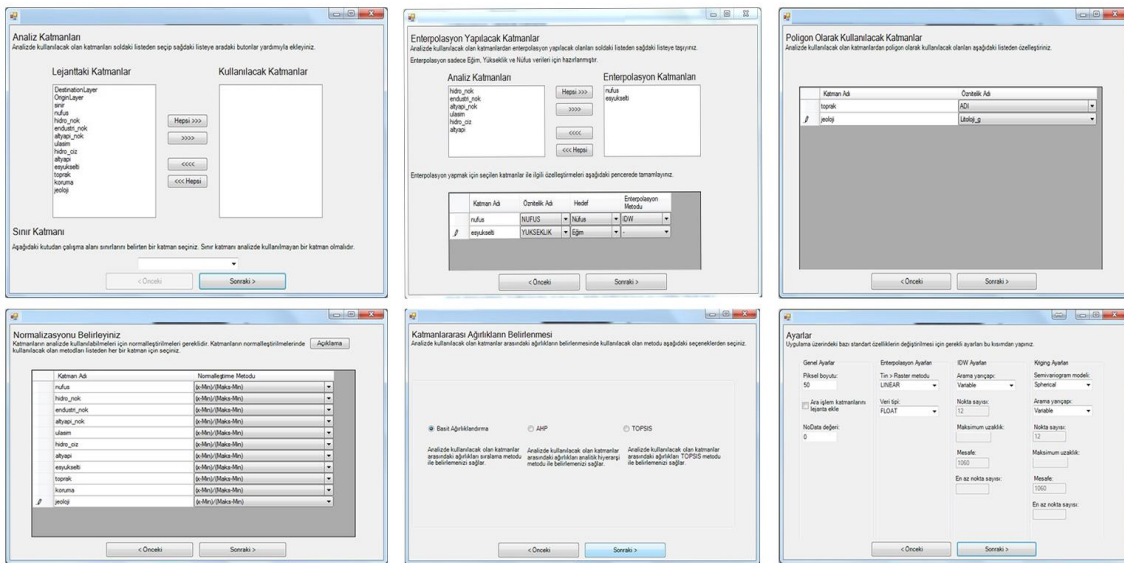
## 2.3. CBS & ÇÖKV Ara Yüzünün Geliştirilmesi

CBS programında seçilen faktörler ve alt-faktörler ile uyumlu hesaplama, analiz ve sonuçlandırma işlemlerinin otomatik bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için Arcmap programına bir arayüz geliştirilmiştir. Ara yüzün arka planında Python programlama dili kullanılmıştır. Ara yüzün görsel tasarımı ve butonlar, combobox vs. tasarım nesneleri ise Visual Studio programı aracılığı ile yapılmıştır. Ara yüzün başlangıç ekranı Şekil 2' de sunulmuştur.



Şekil 2. CBS &amp; ÇÖKV yer seçim ara yüzü açılış ekranı

CBS Ara yüzünün yapısı şu şekilde tasarlanmıştır. Öncelikle kullanıcıdan analiz sürecine dâhil etmek istediği coğrafi veriler istenmektedir. Kullanıcıdan bu coğrafi verileri vektör veri formatında sisteme girmesi beklenmektedir. Sisteme girilen bu veriler Şekil 3a' da gösterilmektedir. Sonrasında Şekil 3b' de gösterildiği gibi kullanıcının enterpole edilecek verileri tanımlaması gerekmektedir. Sonrasındaki aşamada (Şekil 3c) kullanıcı tüm veri setleri içerisinde, doğrudan Feature to Raster analizi yapılacak katmanları seçmektedir. Ayrıca kullanıcı buffer analizi yapılacak katmanları ve buffer mesafe değerlerini sisteme girmektedir. Sonrasında Şekil 3d, kullanıcı Normalizasyon yöntemini seçmektedir. Arayüzde 3 farklı yöntem olmakla birlikte burada x/max normalizasyon yöntemi seçilmiştir. Şekil 3d' de ise kullanıcıdan hangi ÇÖKV yöntemi ile analiz yapmak istediğini seçmesi beklenmektedir. Bu çalışmadaki bütün analizlerde AHS yöntemi uygulanmıştır. Son aşamada ise ara yüz kullanıcıyı analizlerde kullanılacak piksel boyutu, enterpolyasyon yöntemi ve piksellerin float yada integer yapıda olma gibi parametreleri arasında seçim yaparak analizi çalıştırmaktadır. Bundan sonraki aşamada analizler hiyerarşik ve ardışık bir şekilde yapılarak sonuçlar ekrana gelmektedir.



Şekil 3. CBS &amp; ÇÖKV yer seçim ara yüzü analiz pencereleri

## LOJİSTİK MERKEZ YER SEÇİMİ İÇİN CBS & ÇÖKV ARAYÜZÜ GELİŞTİRİLMESİ VE ORDU İLİ PİLOT BÖLGE ÇALIŞMASI

### 2.4. Pilot Uygulama

Pilot uygulama bölgesi olarak Türkiye'nin Karadeniz bölgesinin bir ili olan Ordu ili seçilmiştir. Türkiye genelindeki lojistik merkezler incelendiğinde (Şekil 4), Doğu Karadeniz Bölgesi genelindeki lojistik merkez eksikliği görülmektedir. Doğu Karadeniz bölgesi Rusya, Gürcistan ve Ukrayna gibi ülkelere deniz yoluyla komşu olması bakımından uluslararası öneme sahiptir. Bölgede kurulacak Lojistik merkezler hem bu bölgede üretilen tarım, hayvancılık ve küçük sanayi ürünlerinin başka bölgelere aktarılmasını kolaylaştıracak hem de diğer bölgelerde, ülkelerde üretilen ürünlerin aktarılmasında önemli bir işlev üstlenecektir. Doğu Karadeniz özelinde Ordu ilinin seçilmesinin temel gerekçeleri ise ilin Karadeniz'in Doğu ve Batı akslarının ortasında yer alarak iki bölgeye de hizmet etme potansiyelidir. Bir diğer husus ise, Karadeniz'i Akdeniz'e bağlayan otoyol projesinin bitme aşamasına gelmesi, ülkemizin Güney – Kuzey yönündeki önemli bir ulaşım hattının bu şehirde Karadeniz bölgesine inmesidir. Yapılan incelemelerde yakın gelecekte güney illeri kuzey illerine bağlayacak demiryolu projesinin de Ordu ya da Trabzon ilinden geçeceği bilgisine ulaşılmıştır. Ayrıca Ordu ilinde belirlenen paydaşlar ile yapılan "pilot sektör belirleme toplantısında" bölgenin bu bağlamda eksikliği yerel yetkililer tarafından dile getirilmiş, lojistik sektörü üzerinde önemle durulmuştur.



Şekil 4. Türkiye’de bulunan lojistik merkezler

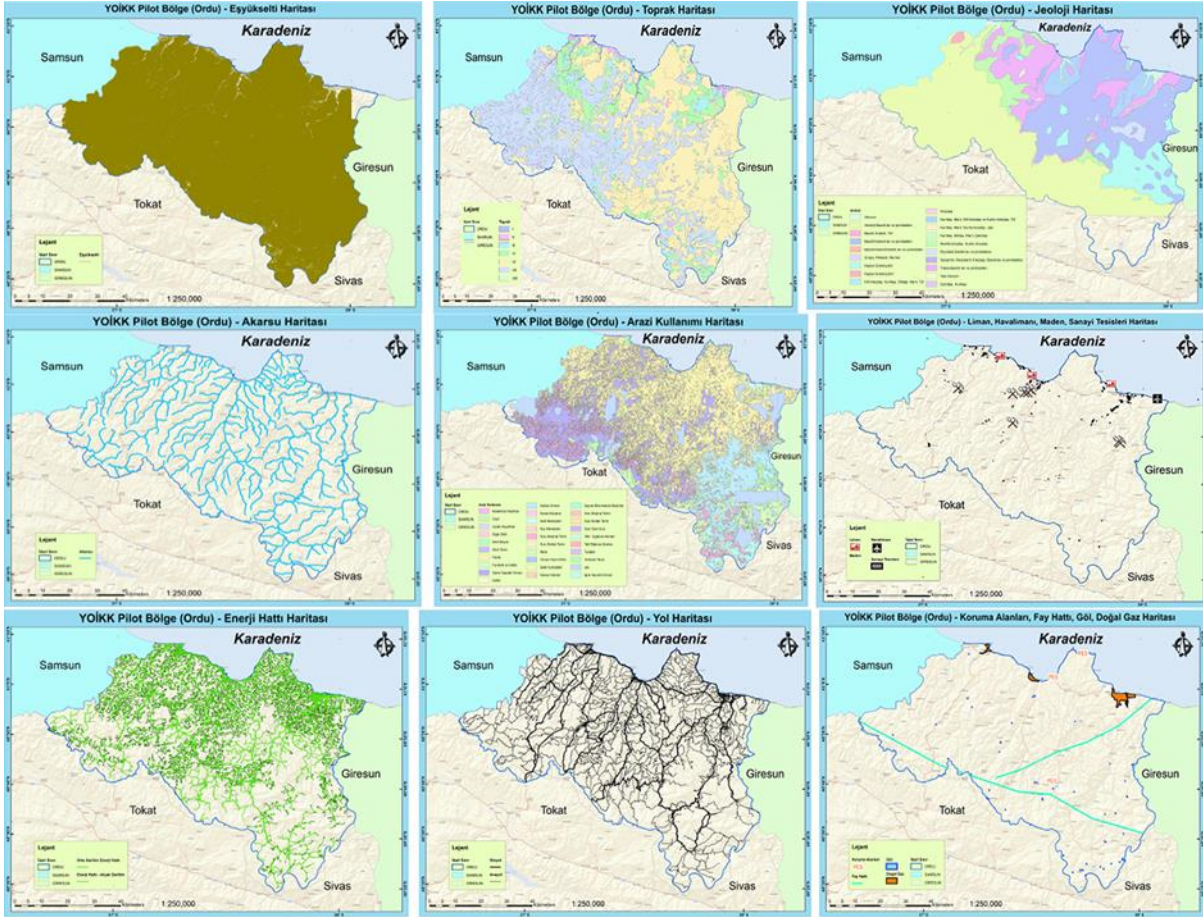
#### 2.4.1. Veri tabanı hazırlama

Proje bölgesine ait faktörler ile uyumlu coğrafi veri tabanı CBS programında hazırlanmış ve veri katmanı, öznitelikler ve detay türleri bağlamında standart hale getirilerek, analizlere hazır olması sağlanmıştır. Hazırlanan coğrafi veri tabanındaki katmanlar ile oluşturulan tematik haritalar Şekil 5’ te gösterilmiştir.

Topoğrafik veriler hazırlanırken: Uzun süren veri edinim işleminden sonra verilerin düzenlenmesi için de yine uzun bir zaman gerekmiştir. Topografik ve kartografik olarak ilgili kurumdan alınan verilerin her bir paftası tek tek açılmış ve veriler öznitelik bilgileri dâhil olmak üzere incelenmiştir. İki farklı aşamada değerlendirilen bu hazırlık aşaması sonucunda bölgeye ait tüm veriler her bir katmanı içerecek şekilde düzenlenmiş ve veri tabanına koordinat dönüşümü yapılarak eklenmiştir. Böylece topoğrafik veriler oluşturulmak istenen veri tabanına eklenecek duruma getirilmiştir. “Toprak” adı altında toplanan bilgiler şunlardır: Büyük toprak grubu (BTG), şimdiki arazi kullanım şekli (SAKS), arazi kullanım kabiliyet sınıfı (AKKS), arazi tipi (AT), tarım arazi sınıfı (TAS) ve alt sınıf (AT).

Projenin gerçekleşmesi için gerekli olan bir diğer önemli veri katmanı bölgenin Jeolojik yapısını gösteren harita altlıklarıdır. Bu altlıklar MTA kaynaklı 1/25.000 ölçekli dijital haritalardan yararlanılarak ve yapılan muhtelif sayısallaştırmalar neticesinde elde edilmiş ve üretilen jeolojik poligon verileri litolojik bilgilerle bütünleştirilerek, hazırlanan coğrafi veri tabanına ilave edilmiştir. Çalışma bölgesine ait Akarsu ve Göl verileri DSİ’den temin edilmiş, veri standartlaştırılarak analizlere hazır hale getirilmiştir. Çalışma bölgesi topoğrafik yapısının bir sonucu olarak yerleşim yerleri de oldukça dağınık bir yapı göstermektedir. Özellikle il ve ilçe merkezlerinin dışında kalan alanlarda dağınık yerleşim özelliği belirgin olarak görülebilmektedir. Yerleşim yerleri olarak ifade edilen arazi sınıfı ise, yol ve bina gibi yapay detayları içine almaktadır. Bu veriler il ve ilçe merkezlerinden toplanmıştır. Lojistik Merkez yer seçiminde önemli olan faktörlerden birisi de mevcut sanayi tesislerine yakınlıktır. Çalışma kapsamında pilot bölgede yer alan sanayi tesisleri verisi temin edilmiş ve haritalanmıştır.

Çalışma bölgesinde kullanılan coğrafi veri setleri tablosunda gösterilen coğrafi verilerin tamamı pilot bölge için temin edilmiştir. Bu coğrafi verileri temsil eden haritalar aşağıda gösterilmiştir. Bölgedeki yüksek gerilim enerji hattı, yol ağı, koruma alanları ve fay hatları gibi yer seçimi sürecine etki edecek faktörlerin veri setleri temin edilmiş ve haritalandırılmıştır.



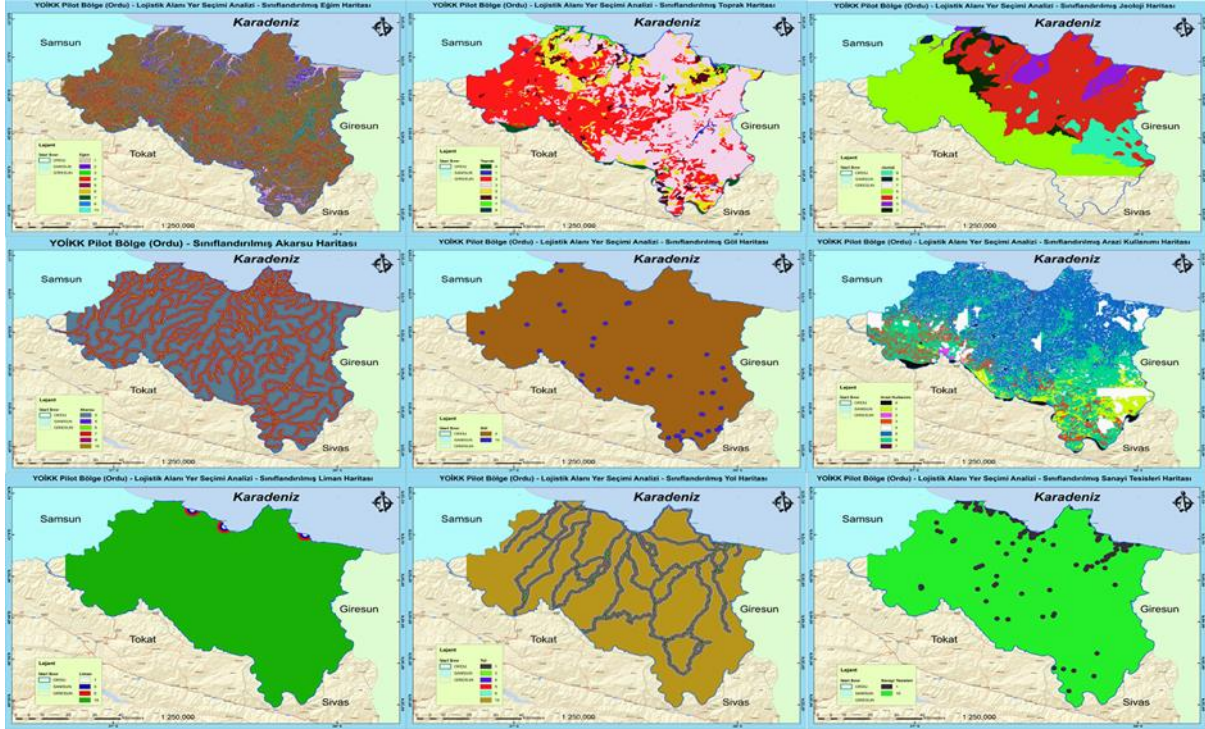
Şekil 5. CBS veri tabanındaki katmanlar

#### 2.4.2. CBS & ÇÖKV analizlerinin gerçekleştirilmesi

Veri tabanı hazırlanırken dikkat edilen en önemli hususlardan birisi hazırlanan verilerin analizler öncesinde belirlenen faktör ve alt-faktörler ile uyumlu olmasıdır. Aksi takdirde hazırlanan veri anlamsız iş yükü oluşturmuş olacaktır. Bu işlemin gerçekleştirilmesi sürecinde Türkiye’de konumsal veri üreten kurum ve kuruluşların envanterleri incelenmiş analiz süreçlerinde hangi verilerin nereden temin edilebileceği ve hangi faktöre, alt-faktöre karşılık geleceği tespit edilmiştir. Coğrafi veriler üzerinde geliştirilen arayüz yardımı ile analizler otomatik bir şekilde gerçekleştirilmiş ve Şekil 6 ‘ te sunulmuştur.



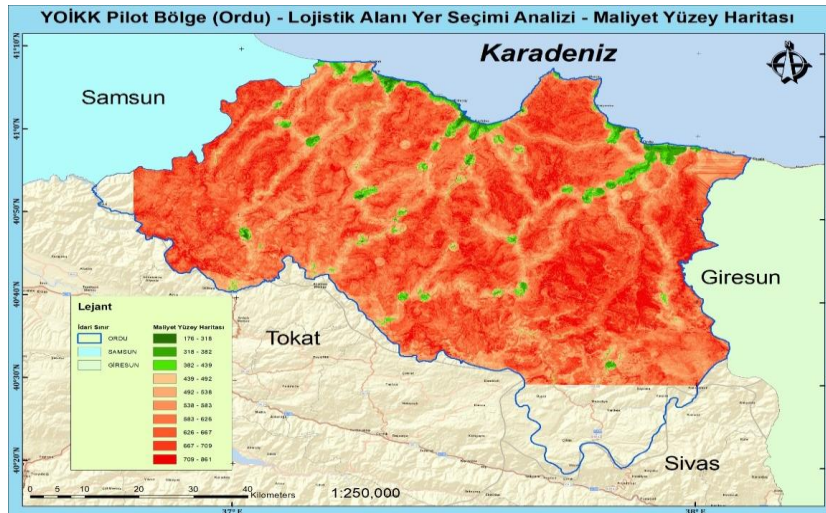
## LOJİSTİK MERKEZ YER SEÇİMİ İÇİN CBS & ÇÖKV ARAYÜZÜ GELİŞTİRİLMESİ VE ORDU İLİ PİLOT BÖLGE ÇALIŞMASI



Şekil 6. CBS & ÇÖKV analizleri sonrasında katmanlar

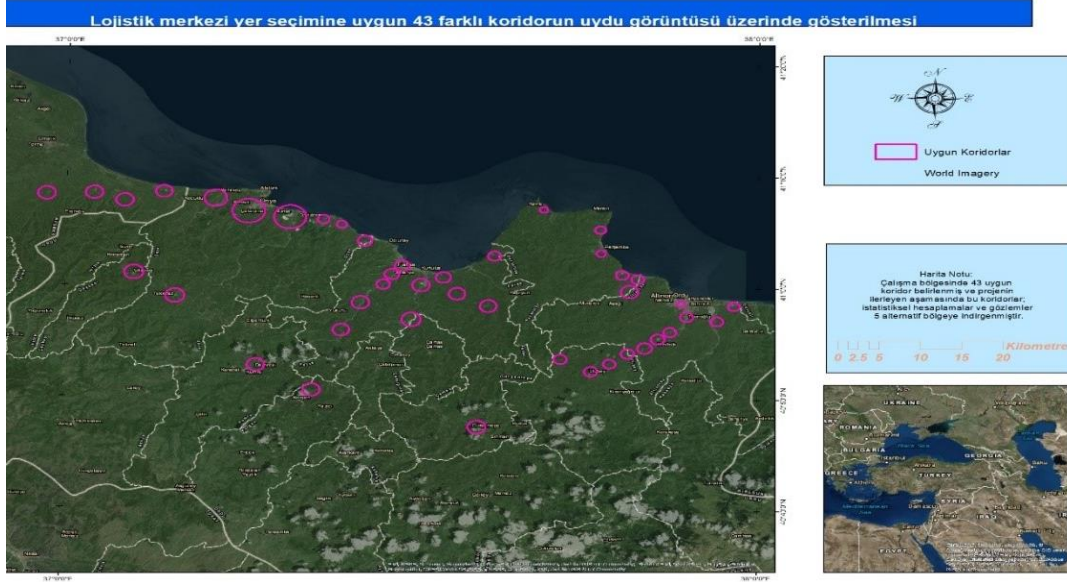
### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Analizler sonrasında 9 farklı faktörü temsil eden katmanlar normalize edilmiş ve yine aynı arayüz ile otomatik olarak birikmiş maliyet yüzeyi (cost surface) hesaplanmıştır. Hesaplanan birikmiş maliyet yüzeyi Şekil 7’ de sunulmuştur. Bu maliyet yüzeyi üzerinden karar verme aşamasına geçilmiştir. Lejant’da maliyet yüzeyi uygun yani elverişli yerler düşük puanlar ile ifade edilmiştir. Bu tesis kurmanın uygun olduğu anlamına gelmektedir ve bu alanlar açık yeşilden koyu yeşile doğru giden alanlardır. Sayısal değer olarak, 175 ten başlayıp 440 a kadar devam etmektedir ve 3 farklı sınıfa bölünmüştür. Orta derecede uygun olan 440-583 arasındaki değerler ise pembe rengin tonları ile ifade edilmiştir. Son olarak tesis kurulması zor ve külfetli olacak, 585-860 değerleri arasındaki bölgeler ise kırmızının tonları ile ifade edilmiştir.



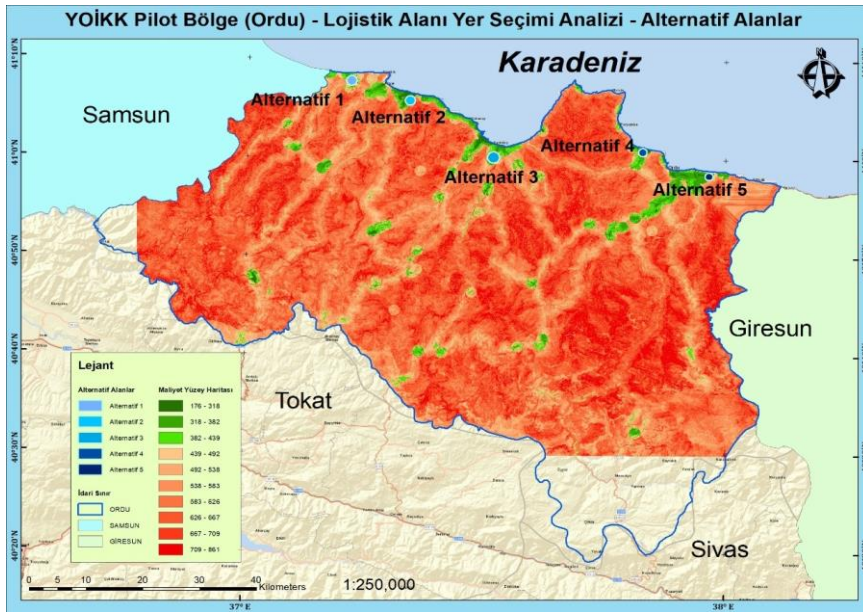
Şekil 7. Birikmiş maliyet yüzeyi

Sonraki aşamada, birikmiş maliyet yüzeyi üzerinde mülkiyet analizleri gerçekleştirilmiş, kamu arazisinde bulunan, uygun birikmiş yüzey değerlerine sahip ve lojistik merkez yeri için minimum alan büyüklüğünün üzerinde olan parsel ya da komşu parseller belirlenmiştir (43 adet) (Şekil 8). Belirlenen 43 adet parselin sahil hattı göz önüne alındığında yaklaşık olarak homojen bir dağılım gösterdiği söylenebilecektir. Sahil hattından çok uzağa gidildikçe uygun alan olmayışının sebebi ise yüksek kesimlere çıkıldığında eğim ve yükselti faktörlerinden dolayı alanların büyük kısmının elenmesidir.



Şekil 8. Yer seçimine uygun 43 parsel

Son olarak, uygun 43 alan içerisindeki ortalama ve toplam piksel değerleri Aggregation analizleri ile hesaplanmış ve en ideal 5 alan belirlenmiştir (Şekil 9). Ayrıca belirlenen bu 5 uygun alanda kendi içinde girdi kriterler doğrultusunda kıyaslanmış ve Tablo 3' te sunulmuştur. Daha sonra belirlenen bu 5 parsel bölgeye gidilerek gözlemlenmiş ve tesis kurmaya engel olacak bir husus gözlemlenmemiştir.



Şekil 9. Uygun 43 parsel içerisinde seçilen en uygun 5 parsel

**LOJİSTİK MERKEZ YER SEÇİMİ İÇİN CBS & ÇÖKV ARAYÜZÜ GELİŞTİRİLMESİ VE ORDU İLİ PİLOT BÖLGE ÇALIŞMASI****Tablo 3.** Alternatif alanların girdi parametreler ile değerlendirilmesi

	Hava Limanı	Jeoloji	Liman	Maden	Eğim	Göl	Yol	Arazi Kullanımı	Doğalgaz	Sanayi Tesisleri	Toprak	Akarsu	Toplam	Maliyet	Yüzey Haritası
<b>Alternatif 1</b>	10.00	3.28	10.00	0.00	1.39	0.00	3.21	4.77	10.00	1.00	6.80	5.48	<b>55.93</b>	<b>375.06</b>	
<b>Alternatif 2</b>	10.00	3.68	3.04	0.00	3.55	0.00	6.76	5.26	10.00	3.34	3.74	6.38	<b>55.75</b>	<b>456.04</b>	
<b>Alternatif 3</b>	10.00	3.12	10.00	0.00	1.92	0.00	3.75	4.46	10.00	1.00	5.64	7.33	<b>57.22</b>	<b>392.49</b>	
<b>Alternatif 4</b>	10.00	3.00	4.19	0.00	1.42	0.00	3.23	4.32	10.00	1.00	5.48	8.14	<b>50.78</b>	<b>333.37</b>	
<b>Alternatif 5</b>	10.00	3.37	10.00	0.00	1.39	0.00	1.91	4.34	3.53	1.00	5.69	4.02	<b>45.25</b>	<b>332.74</b>	

**4. SONUÇLAR**

Bu çalışmada CBS ve ÇÖKV yöntemleri entegre edilerek lojistik merkez yeri seçiminde karar verme mekanizmasını destekleyecek bir CBS ara yüzü geliştirilmiştir. İş akış şemasında tanımlanan süreçler sıralı bir şekilde gerçekleştirilmiş ve lojistik merkez yer seçimi analizi başarı ile tamamlanmıştır. CBS’ de ÇÖKV prensiplerinin uygulanması için tanımlanan faktör ve alt-faktörlerin ara yüze tanımlanarak temel AHS prensiplerinin de yazılım içerisine yerleştirilmesi kullanıcı kaynaklı hata miktarını ciddi bir şekilde azaltmıştır. Analizler sonucunda oldukça fazla sayıda (43 adet) tesis yeri tespit edilmiştir. Bu sonuç bize seçim sürecinde farklı alternatifler sunmaktadır. Yapılan Aggregation analizleri ile, 43 olan parsel sayısı 5 e indirilmiş ve bunlara ilişkin detay incelemeler yapıp sunulmuştur. Bu çalışmada uygun alanlara maliyet yüzeyi üzerinde düşük puanlar verilmiştir. Başka bir ifade ile ara katmanlarda ve sonuç maliyet yüzeyi haritasında piksel değeri küçük olan alanlar, lojistik merkezi yer seçimi için en uygun alanlardır. Uygulamanın lojistik merkez yer seçiminin yanı sıra diğer tesis yeri seçimi işlemlerinin ÇÖKV yöntemleri ile yapılmasında faydalı olacağı öngörülmektedir. Çalışmanın bir diğer çıktısı ise gelecekte yapılacak CBS ve ÇÖKV çalışmalarında akademik literatüre önemli bir destek sağlayacak olmasıdır.

**TEŞEKKÜR**

Not: Bu çalışmada kullanılan coğrafi veriler, “Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü” tarafından desteklenen “Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Yatırım Ortamının İyileştirilmesi” projesi kapsamında yapılan çalışmalar neticesinde üretilmiştir.

**KAYNAKLAR**

- [1] F. Filik, “Lojistik Merkezlerin Rolü ve Önemi”, içinde Lojistik Temel Kavramlar, M. Tanyaş ve K. Hazır, Ed. Mersin: Çağ Üniversitesi Yayınları, 2011, pp. 199-250.
- [2] G.T. Aydın ve K. S. Ögüt, ”Lojistik Köy Nedir?”, 2.Uluslararası Demiryolu Sempozyumu, TCDD., 2008. İstanbul.
- [3] İ. Peker, “Analitik Ağ Süreci Yöntemiyle Lojistik Merkez Yeri Seçimi: Trabzon Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2012.
- [4] Y. Kayıkcı. “A conceptual model for intermodal freight logistics center location decisions”. Procedia -Social and Behavioral Sciences vol 2, issue 3, 2010, pp. 6297-6311. 2010.
- [5] L. Hong and Z. Xiaohua. “Study on location selection of multi-objective emergency logistics center based on AHP,” Procedia Engineering”. vol. 15, pp. 2128-2132, 2011.
- [6] I. Zacyna-Golda and M. Izdebski, “The Multi-criteria Decision Support in Choosing the Efficient Location of Warehouses in the Logistic Network,” Procedia Engineering, vol. 187, pp. 635-640, 2017.
- [7] I. Meidute, “Economical Evaluation of Logistics Centres Establishment,” Transport, vol. 22, pp 111-117, 2010.

- [8] Ş. Demiroğlu ve A. Eleren, “Küresel Lojistik Köyleri ve Bu Kapsamda Türkiye’de Lojistik Köyleri Üzerine Bölgesel Bir İnceleme, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,” 42. Sayı, 2014.
- [9] M. Bamyacı, “Modern Lojistik Yönetimi: Organize Lojistik Bölgeleri İçin Bir Yer Seçimi Modeli”, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 2008.
- [10] S. Roh, H. Jang and C. Han, “Warehouse Location Decision Factors in Humanitarian Relief Logistics. The Asian Journal of Shipping and Logistics” vol 29, issue 1, pp. 103-120, 2013.
- [11] Ö. Atalay, A. Karakaş ve M. Akça, “Türkiye’de Lojistik Merkezi Yeri Seçiminde Kriterlerin Ahp ile Ağırlıklandırılması: Kars ili Üzerine Bir Analiz”. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi Cilt / vol 31 sayı 3, 2017
- [12] E. Taniguchi, M. Noritake, T. Yamada and T. Izumitani. “Optimal size and location planning of public logistics terminals”, Transportation Research Part E, vol 35, pp. 207–222, 1999.
- [13] S. H., Eryuruk, F. Kalaoglu and M. Baskak, “ Comparison of Logistics and Clothing Sectors for a Logistics Center Site Selection Using AHP”, Fibres and Textiles in Eastern Europe vol 21(2) pp. 13-18, 2013.

