

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**



**İTFAİYE İSTASYONLARININ KONUMLARININ
BELİRLENMESİNDE CBS TABANLI ÇOK KRİTERLİ
KARAR VERME UYGULAMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Nilay YILDIZ

Danışman
Prof. Dr. Aziz ŞİŞMAN

SAMSUN
2023

TEZ KABUL VE ONAYI

Nilay YILDIZ tarafından, Prof. Dr. Aziz ŞİŞMAN danışmanlığında hazırlanan “İTFAİYE İSTASYONLARININ KONUMLARININ BELİRLENMESİNDE CBS TABANLI ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME UYGULAMASI” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 10.3.2023 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Aziz ŞİŞMAN Ondokuz Mayıs Üniversitesi Harita Mühendisliği Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Doç. Dr. Aslı ÇALIŞ BOYACI Ondokuz Mayıs Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Neslihan BEDEN Samsun Üniversitesi Meteoroloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Ahmet TABAK
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Yüksek Lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi ?

Evet ☐ (Gerekli ise ekler kısmına ekleyiniz)

Hayır ☒

07 /04 / 2023
Nilay YILDIZ

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı : İTFAİYE İSTASYONLARININ KONUMLARININ BELİRLENMESİNDE CBS TABANLI ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME UYGULAMASI

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 06/01/2023 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 15

Tek kaynak oranı : % 3 çıkmıştır.

07 /04/ 2023
Prof. Dr. Aziz ŞİŞMAN

ÖZET

İTFAYE İSTASYONLARININ KONUMLARININ BELİRLENMESİNDE CBS TABANLI ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME UYGULAMASI

Nilay YILDIZ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Harita Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans, Ocak/2023

Danışman: Prof. Dr. Aziz ŞİŞMAN

İtfaiyeler acil durumlara müdahalede son derece önemli olan kurumlardan biridir. Yangın, kaza gibi herhangi bir acil durum anında itfaiye araçlarının olay yerine hızla ulaşabilmesi ve müdahale etmesi gerekmektedir. Bu durum hem can kayıplarını hem de mal kayıplarını büyük ölçüde azaltmaktadır. Bu nedenle itfaiye istasyonları için en uygun konumların belirlenmesi önemli problemlerden biri haline gelmektedir.

Bu çalışmada, Ordu İli, Altınordu ilçesinde Coğrafi Bilgi Sistemler (CBS) tabanlı Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemi kullanılarak itfaiye istasyonları için en uygun konumların belirlenmesi amaçlanmıştır. İtfaiye istasyonlarının yer seçiminde etkili olan kriterler gerekli literatür araştırmaları ve çalışma alanının özellikleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Eğitim, anayollara yakınlık, akaryakıt istasyonlarına yakınlık, eğitim ve idari kurumlara yakınlık, sağlık kurumlarına yakınlık, sanayi merkezlerine yakınlık, alışveriş merkezlerine yakınlık, nüfus yoğunluğu, geçmiş yıllardaki yangın sayısı ve arsa maliyeti olmak üzere 10 kriter kullanılmıştır. Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi aşamasında ÇKKV yöntemlerinden biri olan SWARA kullanılmıştır. Kriterlere ilişkin CBS ortamında oluşturulan katmanlar normalize edilmiş ve belirlenen kriter ağırlıkları ile çakıştırılmıştır. Elde edilen sonuç haritasında 0,0361-0,173 aralığı dikkate alınarak 5 sınıfa ayrılmıştır. Çalışma sonucunda Altınordu ilçesinde itfaiye istasyonları için üç alternatif konumlar belirlenmiştir. Belirlenen konumların kapsama alanını gözlemek için ağ analizi gerçekleştirilmiştir. Belirlenen istasyonlar Karadeniz tipi dağınık bir yerleşim özelliğine sahip Altınordu ilçesi toplam nüfusun %66'sını kapsadığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Coğrafi bilgi sistemleri, Çok kriterli karar verme yöntemi, SWARA, İtfaiye istasyonu, Yer seçimi

ABSTRACT

GIS-BASED MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING APPLICATION IN DETERMINING THE LOCATIONS OF FIRE STATIONS

Nilay YILDIZ

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Geomatics Engineering

Master, January/2023

Supervisor: Prof. Dr. Aziz ŞİŞMAN

Fire brigades are one of the institutions that are extremely important in responding to emergencies. In case of an emergency such as fire or accident, fire trucks must be able to reach the scene quickly and intervene. This greatly reduces both the loss of life and the loss of property. For this reason, determining the most suitable locations for fire stations becomes one of the important problems.

In this study, it is aimed to determine the most suitable locations for fire stations using a Geographical Information System (GIS) based Multi-Criteria Decision Making (MCDM) method in Ordu Province, Altınordu District. The criteria that are effective in choosing the location of fire stations were determined by considering the necessary literature research and the characteristics of the study area. Ten criteria were used: slope, proximity to main roads, proximity to gas stations, close to educational and administrative institutions, close to health institutions, proximity to industrial centers, proximity to shopping centers, population density, number of fires in the past years, and land cost. The SWARA method, which is one of the MCDM methods, was used in determining the weights of the criteria. The criteria maps produced in GIS and they were normalized and superimposed using the Weighted Sum tool with the specified criteria weights. The result map was divided into 5 classes, taking into account the range of 0,0361-0,173. As a result of the study, three alternative locations were determined for fire stations in Altınordu district. Network analysis was performed to observe the coverage area of the determined locations. It has been observed that the determined stations cover 66% of the total population Altınordu district, which has a separated type settlement as other of Karadeniz region.

Keywords: Geographic information systems, Multi-criteria decision making, SWARA, Fire station, Site selection

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Öncelikle tez çalışmamda bana yol gösteren danışman hocam Prof. Dr. Aziz ŞİŞMAN'a,

Tez çalışmam için gerekli verilerin temininde bana yardımcı olan Nadide ZORLU ve Ali GÜNEŞ'e,

Her zaman yanımda olan ve beni destekleyen annem Birgül YILDIZ'a, kardeşim Hüseyin YILDIZ'a ve arkadaşlarım Sena Nur KARA, Rumeysa ALAF ve Cemre ESER' e teşekkür ederim.

Nilay YILDIZ

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
TABLolar DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Problemin Tanımı.....	2
1.2. Tezin Amacı.....	2
1.3. Literatür Özeti.....	2
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. İtfaiye Teşkilatı.....	5
2.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri.....	6
2.2.1. CBS Veri Modelleri.....	8
2.2.1.1. Vektör Veri Modeli.....	8
2.2.1.2. Raster Veri Modeli.....	9
2.2.2. CBS’de Konumsal Analizler.....	9
2.2.2.1. Öklid Mesafe Analizi.....	10
2.2.2.2. Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi.....	10
2.2.2.3. Çekirdek Yoğunluk Analizi.....	11
2.2.2.4. Ağırlıklı Toplam.....	11
2.2.2.5. Ağ Analizi.....	11
2.2.2.6. Eğim Analizi.....	11
2.3. Çok Kriterli Karar Verme.....	11
2.3.1. Sık Kullanılan ÇKKV Yöntemleri.....	13
2.3.2. İtfaiye İstasyonu için Yer Seçimi Çalışmalarında Kullanılan Başlıca ÇKKV Yöntemleri.....	14
2.3.2.1. AHP Yöntemi.....	14
2.3.2.2. Hedef Programlama	15
2.3.2.3. TOPSIS Yöntemi.....	15
2.4. Çalışmada Kullanılan Yöntem.....	16
2.4.1. SWARA Yöntemi.....	16
3. YAPILAN ÇALIŞMALAR	18
3.1. Çalışmanın İş Akışı.....	18
3.2. Problemin Belirlenmesi.....	18
3.3. Çalışma Alanının Belirlenmesi.....	19
3.4. Kriterlerin Belirlenmesi.....	20
3.5. Kriter Katmanlarının Oluşturulması.....	21
3.6. Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi.....	31
3.7. Kriter Katmanlarının Normalize Edilmesi.....	33
3.8. Uygunluk Haritasının Üretilmesi.....	35
3.9. Alternatiflerin Ağ Analizi ile İrdelenmesi.....	37
4. SONUÇLAR	43
5. ÖNERİLER.....	45
KAYNAKLAR	46
ÖZGEÇMİŞ.....	50

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. CBS'nin bileşenleri.....	7
Şekil 2.2. Veri modelleri.....	8
Şekil 2.3. Çok kriterli karar verme problemleri.....	12
Şekil 3.1. İşlem adımları.....	18
Şekil 3.2. Çalışma alanı haritası.....	20
Şekil 3.3. Ana yollara yakınlık haritası.....	22
Şekil 3.4. Eğim haritası.....	23
Şekil 3.5. Alışveriş merkezlerine yakınlık haritası.....	24
Şekil 3.6. Nüfus yoğunluğu haritası.....	25
Şekil 3.7. Geçmiş yıllardaki yangın sayısı.....	26
Şekil 3.8. Sağlık merkezlerine yakınlık haritası.....	27
Şekil 3.9. Arsa maliyeti haritası.....	28
Şekil 3.10. Akaryakıt istasyonlarına yakınlık haritası.....	29
Şekil 3.11. Sanayi merkezlerine yakınlık haritası.....	30
Şekil 3.12. Eğitim ve idari kurumlara yakınlık haritası.....	31
Şekil 3.13. Normalize edilmiş kriter haritaları.....	35
Şekil 3.14. İtfaiye istasyonları uygunluk haritası.....	36
Şekil 3.15. İtfaiye istasyonları için alternatif alanlar.....	37
Şekil 3.16. Alternatiflerin 10 dk erişim alanları.....	38
Şekil 3.17. Alternatifler için 10 dk içerisinde ulaşılabilir olan yollar.....	38
Şekil 3.18. Alternatifler ve mevcut istasyonun kapsama alanları.....	39
Şekil 3.19. Mevcut istasyon için 10 dk içerisinde ulaşılabilir olan yollar.....	39
Şekil 3.20. Alternatiflerin hizmet verebildiği nüfus.....	40
Şekil 3.21. Yeni alternatifler için 10 dk'lık kapsama alanları.....	41
Şekil 3.22. Yeni alternatifler için 10 dk içerisinde ulaşılabilir olan yollar.....	41
Şekil 3.23. Yeni alternatifler ve mevcut istasyonun kapsama alanları.....	42

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 3.1. Yararlanılan veriler ve kaynaklar.....	21
Tablo 3.2. 2020-2021 yıllarına ilişkin yangın sayıları.....	25
Tablo 3.3. Kriterlerin önem sıralaması.....	32
Tablo 3.4. Kriterlere verilen puanlar.....	32
Tablo 3.5. Hesaplanan s_j , k_j , q_j değerleri.....	33
Tablo 3.6. Kriterlerin nihai ağırlıkları.....	33



1. GİRİŞ

İnsan hayatı ve kamu düzenini olumsuz yönde etkileyen ve erken sürede aktif müdahale edilmediği durumda can, mal ve diğer kayıplara sebep olabilecek her türlü olay acil durum olarak adlandırılır (Konak, 2014). Yangın, kaza, afet gibi acil durumlar insan yaşamını ciddi şekilde etkilemektedir. Bu tür durumlarda müdahale süresi büyük önem taşımaktadır (Alkan, 2019). Olay yerine hızlı şekilde ulaşabilmek ve müdahale edebilmek hem can kayıplarını hem de ekonomik kayıpları büyük ölçüde azaltmaktadır.

İtfaiyeler, günümüzde yangın, kaza, sel, taşkın, deprem vb. gibi durumlara müdahalede görev alan, kamu güvenliğinin ve konforunun sağlanması için hizmet veren en önemli acil müdahale kurumlarından biridir (Amlashi, 2019). Özellikle büyükşehirlerde artan nüfus ve sanayileşmeye gibi nedenlere bağlı olarak meydana gelen yangınlar daha sık görülmekte; maddi ve manevi yönden büyük hasarlara sebep olmaktadır. Bu nedenle herhangi bir acil durumda itfaiye araçlarının olay yerine en hızlı şekilde varabilmesi için itfaiye istasyonlarının en uygun yerlerde inşa edilmesi gerekmektedir (Aktaş, vd., 2009).

Çok sayıda birbiri ile çelişen, nicel ya da nitel değerler alabilen kriterlerin bulunduğu durumlarda karar verici tarafından çok sayıda alternatifin bu kriterler doğrultusunda değerlendirilmesi Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) olarak adlandırılmaktadır (Budak, 2014). ÇKKV yöntemleri çok sayıda kriter ve alternatifin yer aldığı karmaşık durumlarda olabildiğince hızlı, kolay ve sistematik bir şekilde sonuca varmayı sağlamaktadır. Son yıllarda özellikle Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı analizlerle birlikte ÇKKV yöntemleri kullanılarak katı atık düzenli depolama alanı yer seçimi (Güler, 2016), alışveriş merkezi için yer seçimi (Akdemir, 2019), havaalanı yer seçimi (Ertunç ve Çay, 2020) gibi uygulamalara sıkça rastlanmaktadır.

Tez kapsamında ÇKKV yöntemlerinden biri olan Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA) yöntemi kullanılarak Ordu ili, Altınordu ilçesinde itfaiye istasyonları için en uygun yer seçimine ilişkin bir uygulama yapılmıştır. Çalışmanın giriş kısmında konuya ilişkin kısa bir bilgilendirme yapılmakta, problemin tanımından, tezin amacından ve yer seçim problemine ilişkin literatürdeki çalışmalardan bahsedilmektedir. Çalışmanın ikinci kısmında itfaiye teşkilatından, Coğrafi Bilgi Sistemlerinden, ÇKKV'den ve çalışmada kullanılacak olan yöntemden

bahsedilmektedir. Çalışmanın üçüncü kısmında ise uygulamaya ilişkin işlem adımlarından bahsedilmektedir. Çalışmanın dördüncü kısmında uygulamadan elde edilen sonuçlar paylaşılmakta ve çalışmanın son kısmında önerilerde bulunmaktadır.

1.1. Problemin Tanımı

Yangınlar, günlük hayatta sıkça karşılaşılan ve insan yaşamını ciddi şekilde etkileyen olaylardan biridir. Artan nüfusa bağlı olarak kalabalıklaşan şehirlerde yangınlar daha sık görülmektedir. Kent merkezlerinin nüfuslarının artmasının yanı sıra zamanla mevcut yapı stoğu yaşlanmakta ve yangın vb. durumlara karşı riskleri daha da artmaktadır. Yangınların sebep olduğu can ve mal kayıplarını en aza indirebilmek için yangınlara hızlı bir şekilde müdahale edilmesi gerekmektedir. Bunun için en pratik yöntem itfaiye istasyonlarının sayılarını artırmaktır, ancak tam teşekküllü bir itfaiye istasyonunun maliyeti en az 2 milyon dolar (Murray, 2013) olarak ifade edilmektedir. Bu sebeple maliyeti en aza indirerek, en etkili yangın müdahale istasyonu ağı kurmak için yapılması gereken ilk işlem yeteri kadar itfaiye istasyonunun en uygun yerlerde konumlanması sağlamaktır.

1.2. Tezin Amacı

Bu tez çalışmasında Ordu ili Altınordu ilçesinde itfaiye istasyonları için en uygun yerlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanının özelliklerine göre itfaiye yer seçiminde etkili olan kriterler belirlenmiş ve ağırlık değerleri bir ÇKKV yöntemi olan SWARA yöntemi ile hesaplanmıştır. Kriterlere ilişkin gerekli veriler toplanarak CBS ortamında analiz edilmiş ve itfaiye istasyonları için en uygun alanlar belirlenmeye çalışılmıştır. Devamında, itfaiye istasyonu olarak önerilen alternatif konumların, belirli bir zaman dilimi içerisinde ulaşabileceği / hizmet verebileceği alanların tespiti için CBS ortamında ağ analizi yapılmış ve nüfusun ne kadarına hizmet verebildiği hesaplanmıştır.

1.3. Literatür Özeti

Literatürde itfaiye istasyonları için en uygun yer belirlenmesine yönelik çokça çalışma bulunmaktadır. Başlıcaları aşağıda sıralanmıştır.

Çatay (2011) yaptığı çalışmada İstanbul ilinde itfaiye istasyonları için yer seçim problemini ele almıştır. Çalışmada yangın risk haritasından elde edilen risk sınıflarına göre farklı sürelerde farklı istasyonlar tarafından müdahale gerektiren risk faktörüne dayalı bir çoklu kapsama modeli önerilmiştir.

Lai vd., (2011) yaptıkları çalışmada CBS ve Analitik Hiyerarşik Süreçler (Analytical Hierarchy Processing / AHP) yöntemini kullanarak Pekin 3. çevre yolu içerisinde itfaiye istasyonları için en uygun yerleri belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada nüfus yoğunluğu, en yakın istasyona olan yol mesafesi ve bina kaybı olmak üzere 3 ana kriter kullanılmıştır.

Erden ve Coşkun (2011) yaptıkları çalışmada İstanbul ilinde yeni kurulacak itfaiye istasyonu için CBS ve AHP yöntemini kullanarak en uygun yerleri belirlemeyi amaçlamışlardır. İtfaiye istasyonu yer seçiminde 6 kriterden yararlanılmıştır. Bu kriterler; Anaarterlere Yakınlık, Yüksek Nüfus Yoğunluğu, Ahşap ve Tarihi Binalara Yakınlık, Tehlikeli Madde Depolarına Yakınlık, İtfaiye İstasyonuna Uzaklık ve Deprem Riskinin Yüksek Olduğu Yerlere Uzaklıktır. Kriterlere ilişkin ağırlık değerleri AHP yöntemi ile hesaplanmış ve kriterlere ağırlıklı toplama işlemi uygulanarak en uygun alanlar belirlenmiştir.

Şen vd., (2011) İstanbul ili Kadıköy ilçesinde itfaiye istasyonları için en uygun alanları belirlemeye yönelik bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada yangının çıktığı alanlara 5 dakika içerisinde hizmet verebilecek 20 farklı alternatif alan arasından en uygun yer seçimini sağlayacak bir çok amaçlı matematiksel model önermişlerdir.

Chaudhary vd., (2016) yapmış oldukları çalışmada, Katmandu şehrinde itfaiye istasyonu kurulumu içine en uygun alanları CBS ve AHP kullanarak belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada yollara uzaklık, arazi örtüsü, nehirlere uzaklık ve nüfus yoğunluğu olmak üzere 4 kriter kullanılmıştır. Bu kriterlere ilişkin ağırlık değerleri AHP yöntemi ile hesaplanmıştır.

Alkan (2019) hazırlamış olduğu yüksek lisans tezinde Sakarya ili Serdivan ilçesinde itfaiye istasyonu için yer seçimi problemini ele almıştır. Çalışmada AHP, TOPSIS ve Hedef Programlama yöntemleri entegre bir şekilde kullanılmıştır. İtfaiye istasyonu yer seçimi için 5 ana kriter ve 9 alt kriter belirlenmiştir. İlçedeki 24 mahalle belirlenen kriterler dikkate alınarak Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution (TOPSIS) yöntemi ile sıralanmıştır. En yüksek puanı alan 8 mahalle seçilerek AHP yöntemi ile ağırlıklandırılmış ve hedef programlama ile en uygun yer seçilmiştir.

Amlashi (2019) yaptığı çalışmada Tahran-Iran'ın 12. bölgesinde itfaiye istasyonları için en uygun konumları CBS ve AHP yöntemini kullanarak belirlemeyi

amaçlamıştır. Çalışmada 2 ana kriter ve 12 alt kriter kullanılmıştır. Kriterler AHP yöntemi ile ağırlıklandırılmış ve kriterlere ilişkin haritalar overlay yöntemi ile karşılaştırılarak en uygun alanlar belirlenmiştir.

Kaleji (2019) Tahran’da mevcut itfaiye istasyonlarının dağılımını araştırmak ve yeni itfaiye istasyonlarının kurulması için en uygun alanları belirlemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışmada AHP ve CBS entegre bir şekilde kullanılarak mevcut itfaiye istasyonlarının hizmet sınırları dışında kalan alanlar için en uygun konumlar belirlenmiştir. Çalışmada 4 ana kriter ve 13 alt kriter kullanılmıştır.

Wang (2019) yaptığı çalışmada Çin’de bir ilçede CBS ve Bulanık AHP’yi kullanarak itfaiye istasyonu için en uygun yeri belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmada 4 ana kriter ve 9 alt kriter kullanılmıştır.

Şişman ve Yıldırım (2019) çalışmalarında daha önceki vakalara dayanarak k-mean algoritması ve CBS analizleri kullanarak Samsun ili, Atakum, İlkadım, Canik ve Tekkeköy ilçelerinde itfaiye istasyonları için en ideal konumları belirlemişlerdir.

Aktaş vd., (2020) yaptıkları çalışmada itfaiye istasyonları için en uygun alanları küme kapsama modeli ile belirlemeyi amaçlamışlar ve bu amaçla bir tamsayı programlama modeli kurmuşlardır.

Aydınoğlu vd., (2021) yaptıkları çalışmada İstanbul ilinde ağ analizleri kullanılarak itfaiye istasyonları için en uygun konumları belirlemek istemişlerdir. Ayrıca buna ek olarak mevcut ve yeni önerilen itfaiye istasyonları için tahsis edilecek gerekli araç ve donatılar belirlenmiştir.

Kuku ve Türk (2021) yaptıkları çalışmada Trabzon ili Ortahisar ilçesinde Yedek Çift Kapsama Modeli ile mevcut itfaiyelere ek yedek itfaiye istasyonları için en uygun belediye hizmet alanlarını belirlemek istemişlerdir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. İtfaiye Teşkilatı

İtfaiye kelimesi, yangını söndürmek anlamına gelen Arapça “itfa” sözcüğünden türemiştir. İtfaiye; yangınla mücadele işlemine ve bunu gerçekleştiren kuruluşa verilen isimdir (Yavuz ve Anbarlı Bozatay, 2015). İtfaiye teşkilatı, günümüzde yangın, kaza, sel vb. durumlara müdahalede görev alan, kamu güvenliğinin ve konforunun sağlanması için hizmet veren en önemli acil müdahale hizmetlerinden biridir.

İtfaiye teşkilatı ilk kurulduğu zamanlarda sadece yangınlara müdahale etmek için kurulmuş olsa da gün geçtikçe görev alanını genişleterek farklı birçok alanda faaliyet göstermeye başlamıştır. Yangınlarla mücadelenin yanı sıra her türlü kaza, patlama, mahsur kalma gibi durumlar ve teknik kurtarma gerektiren olaylara müdahale etmek, acil durumlarda ilkyardım hizmetlerini sağlamak, her türlü arama kurtarma faaliyetlerine katılmak, olası su baskınlarına müdahalede bulunmak itfaiye teşkilatının görevleri arasındadır (Anonim, 2006).

Bunlara ek olarak toplumu itfaiye hizmetleri hakkında bilgilendirmek, alınabilecek tedbirler konusunda eğitmek, gerekli tatbikatları yapmak, gönüllü itfaiye personellerini eğitilmesine ve yetiştirilmesine yardımcı olmak, işyerleri, eğlence mekânları, fabrikalar ve sanayi kuruluşlarını yangınlara karşı alınan tedbirler konusunda denetlemek, Belediye başkanı tarafından verilen görevleri yerine getirmek itfaiyenin görevleri arasında yer almaktadır (Anonim, 2006).

Yangınla mücadelenin yanı sıra farklı birçok alanda hizmet sunan itfaiye teşkilatı ilk olarak Roma İmparatorluğu tarafından oluşturulmuştur. Osmanlı İmparatorluğunda ise ilk itfaiye teşkilatı 18. yüzyılın başlarında kurulmuştur. Ancak ilk itfaiye teşkilatının kurulması ile ilgili net bir tarihten bahsedilmemektedir.

İtfaiye teşkilatının zaman içerisindeki değişimi dört aşamada gerçekleşmiştir. Bunlar, Yeniçeri İtfaiye Ocağı Dönemi, Semt Tulumbacıları Dönemi, Askeri İtfaiye Teşkilatı Dönemi ve bugünkü itfaiye teşkilatının temelini oluşturan Belediye İtfaiye Teşkilatı Dönemidir (Kaya, 2018).

Bir görüşe göre Osmanlı’da ilk itfaiye teşkilatı 1714 yılında kurulan 10-15 kişilik ekipten oluşan ve 120 kg ağırlığındaki tulumbayı kullanarak yangına müdahalede bulunan ekip olarak kabul edilmiştir. Bir diğer görüşe göre ilk itfaiye, Fransız asıllı

Müslüman olan “David” adında bir mühendis tarafından kurulmuştur (Yavuz ve Anbarlı Bozatay, 2015). David, 120 kg ağırlığında su dökülerek çalışabilen bir tulumba yapmıştır. 1718 yılında Tüfekhane ve Tophane’de meydana gelen yangınlarda bu tulumbadan yararlanılmıştır. Çıkan yangınlarda oldukça etkili olmuştur. Bunun üzerine Tulumbacı Ocağı kurulmuş ve David tulumbacıların başına getirilmiştir.

İlerleyen yıllarda Yeniçeri Ocağının kaldırılmasıyla ona bağlı olarak çalışmalarını sürdüren Tulumbacı Ocağının da görevi sona ermiştir. 1826- 1828 yılları arasında çıkan yangınlarda sadece semt tulumbacıları görev almış ancak yeterli olmamışlardır. Bu nedenle 1828 yılında Yeniçeri Ocağı yerine kurulmuş olan Asakir-i Mansure-i Muhammediye Ordusu içinde “Yangıncı Taburu” adında bir tulumbacı taburu oluşturulmuştur (Yavuz ve Anbarlı Bozatay, 2015).

Abdülaziz Dönemine gelindiğinde Daireli adı verilen bir tulumbacı takımı oluşturulmuştur. Ancak 1871 yılında Beyoğlu ve Taksim civarında çıkan büyük yangında kurulan bu teşkilat yeteri kadar başarılı olamamış ve çok sayıda yapı zarara uğramıştır. Bu durum yeni modern bir itfaiye teşkilatının kurulması ihtiyacını doğurmuştur. Bunun üzerine Padişah Abdülaziz’in emriyle en modern itfaiye teşkilatına sahip Macaristan’dan bu konuda uzman bir subay kurulacak yeni teşkilatın başına getirilmiştir. 26 Eylül 1923’te Seçini Paşa’nın kurduğu askeri itfaiye teşkilatı belediyeye devredilerek yerel yönetime bağlı belediye itfaiye teşkilatına dönüştürülmüştür (Kaya, 2018). Belediye İtfaiye Teşkilatı 29 Kasım 2005 tarihinde Bakanlar Kurulu Kararıyla faaliyete geçmiştir.

2.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri

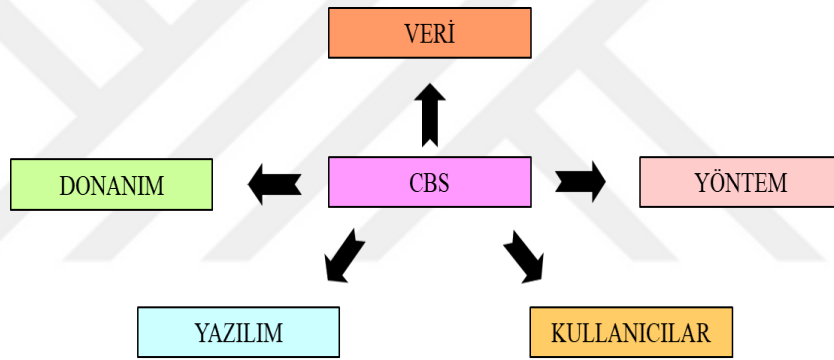
CBS, konuma bağlı gözlemler sonucu edinilen hem mekânsal hem de öznitelik verilerinin toplanması, depolanması, işlenmesi, analizi, kullanıcılara iletilmesi fonksiyonlarını bir bütün halinde yerine getiren bir bilgi sistemidir (Yomralıoğlu, 2005).

CBS; belirli bir alana bağlı olarak konumsal verilerle analizler gerçekleştiren, grafik ve sözel bilgilerin toplanması, depolanması, analiz edilmesi, birleştirilmesi, yönetilmesi ve karar vericiye sunulması gibi farklı birçok işlevi bir bütün şeklinde gerçekleştirebilen, veritabanı bulunduran, yazılım, donanım, veri, kullanıcı ve yöntem bileşenlerinden oluşan çok özel bir bilgi sistemi türüdür (Hepdeniz, 2014).

CBS, haritacılık, ulaşım, şehir planlama, afet yönetimi, tarım, mühendislik uygulamaları, çevre, eğitim, sağlık gibi birçok alanda kullanılmaktadır. CBS, Arazi Bilgi Sistemi, Kent Bilgi Sistemi, Çok Amaçlı Coğrafi Veri Sistemi, Yer Bilgi Sistemi gibi birçok farklı şekilde adlandırılmaktadır (Yomralıoğlu, 2005).

CBS’de kullanılan veriler mekânsal veri ve öznitelik verisi olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Mekânsal veriler coğrafi nesnelere ilişkin koordinat, adres gibi konum bilgisi içeren grafik verilerdir. Mekânsal veriler raster ve vektör veriler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Öznitelik verileri ise coğrafi nesnelerin veritabanında tutulan tanımlayıcı bilgilerini içeren sözel verilerdir. CBS mekânsal verileri ve öznitelik verilerini bütünsel bir şekilde depolamaktadır.

CBS; veri, donanım, yazılım, kullanıcılar ve yöntemler olmak üzere Şekil 2.1’deki gibi 5 bileşenden oluşmaktadır (Yomralıoğlu, 2005).

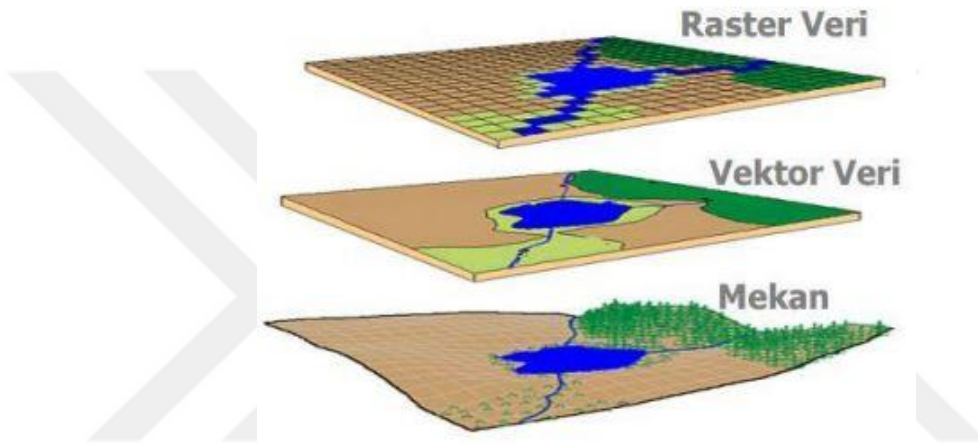


Şekil 2.1. CBS'nin bileşenleri

- Veri: CBS’de istenilen işlemleri gerçekleştirebilmek için öncelikle verinin temin edilmesi gerekir. Veri, CBS’nin en temel ve en önemli bileşenidir.
- Donanım: CBS işlemlerinde kullanılan bilgisayar, tablet, tarayıcı, yazıcı gibi araçlardır.
- Yazılım: Coğrafi verilerin işlenmesi, sorgulanması, analizi gibi işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için gerekli olan programlardır.
- Kullanıcılar: Sistemleri tasarlayan, yöneten, verileri analiz eden ve yorumlayan, sistemleri kullanan insanlardır.
- Yöntem: Bir CBS uygulamasının başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi için iyi tasarlanmış plana ve kurallara ihtiyaç vardır.

2.2.1. CBS Veri Modelleri

Coğrafi verilerin bilgisayar ortamına aktarılması, işlenmesi ve görüntülenmesi için ilk olarak dijital formata dönüştürülmesi gerekir. Dijital formattaki verilerin CBS ortamında gerçek modeli yansıtabilmeleri için konumsal veri modellerinden biri seçilerek veri yapısının buna göre planlanması gerekir (Yomralıoğlu, 2005). Gerçek dünya verilerinin işlenip gerekli düzenlemeler yapılarak dijital veri setine dönüştürülmesi veri modelleme olarak adlandırılır. CBS’de konumsal verilerle ilgili düzenlemelerde en çok kullanılan veri modelleri raster ve vektör veri modelleridir.



Şekil 2.2. Veri modelleri (Yıldırım, 2016)

2.2.1.1. Vektör Veri Modeli

Vektör veri modelinde coğrafi nesneler nokta, çizgi ve poligonlarla temsil edilmekte ve x,y koordinat değerleriyle depolanmaktadır. Elektrik direği, kuyu, okul gibi nokta tipindeki coğrafi varlıklar tek bir x,y koordinatı ile tanımlanmaktadır. Yol, akarsu, elektrik hattı gibi çizgi tipindeki coğrafi varlıklar bir dizi x,y koordinatı şeklinde tanımlanmaktadır. Göl, bina, orman gibi poligon tipindeki coğrafi varlıklar ise başlangıç ve bitişinde aynı x,y koordinatı olan bir dizi x,y koordinatı şeklinde tanımlanmaktadır (Yıldırım, 2016)

Vektör veri modeli coğrafi varlıkların kesin konumlarını belirlemede oldukça faydalı bir model olmasına rağmen toprak yapısı, bitki örtüsü gibi süreklilik gösteren coğrafi varlıkların temsilinde kullanışlı değildir (İnceyavuz, 2022).

2.2.1.2. Raster Veri Modeli

Raster veri modeli diğer adıyla hücresel veri modeli, piksel olarak adlandırılan aynı boyutlu ve birbirine komşu ızgara yapıdaki hücrelerin bir araya gelmesinden oluşmaktadır. Raster veri modelinde her bir pikselin koordinatı satır ve sütun numaraları ile ifade edilmektedir. Raster veri modeli daha çok toprak yapısı, bitki örtüsü gibi süreklilik özelliği gösteren coğrafi varlıkların gösteriminde kullanılmaktadır. Daha yoğun veri içermesine rağmen basit bir yapıda olduğu için vektör veriye göre birleştirme ve çakıştırma gibi analizlerde daha kullanışlıdır. (İnceyavuz, 2022).

Raster verilerde her bir hücrenin renk kodu birbirinden farklıdır ve farklı detaylar, komşu piksellerin farklı renk değerleri veya tonlamaları ile olur. Piksellerin yeryüzünde karşılık gelen gerçek boyutu ise mekansal çözünürlük olarak adlandırılır. Raster gösterimde, duyarlılık hücre boyutuna göre değişen ayırma gücü olarak da ifade edilen çözünürlük ile tanımlanır (Yomralıoğlu, 2005).

Raster veriler, geometrik şekillerinden dolayı piksel adı verilen en küçük hücrelerle temsil edilmekte ve uydu görüntüleri, sayısal ortofotolar, sayısal tarayıcı ve kameralarla elde edilmektedir (Akdemir, 2019).

2.2.2. CBS’de Konumsal Analizler

CBS’de saklanan verilerin, coğrafi objelerin çevresi ile ilişkisini araştırmak ve bu ilişkilerle alakalı bilgi alabilmek için konuma dayalı kararlar verebilmek gerekir. Bu nedenle coğrafi veriler için sorgulama, görüntüleme ve analiz işlemlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Klasik yöntemlerle yapılan analiz işlemleri çok fazla zaman almakla beraber bilgilerin hatalı oluşturulmasına da neden olabilir. Grafik ve öznitelik bilgilerinin belirli bir koordinat sistemine göre modellenmesi ve model sonuçlarının ele alınıp yorumlanması işlemlerinin tamamı konumsal analiz olarak adlandırılmaktadır (Yomralıoğlu, 2005).

CBS, konumsal ve konumsal olmayan sorgulama olanağı tanır ancak sistemin en kuvvetli yanı konusal analiz gerçekleştirebilme özelliğidir. Konumsal analizin en büyük işlevi CBS’de var olan verilerden faydalanarak yeni veriler oluşturmak ve geliştirmektir. Konumsal analizler, tek bir katman kullanılarak gerçekleştirilebileceği gibi iki ya da daha fazla katman birlikte kullanılarak da gerçekleştirilebilmektedir (Akdemir, 2019). CBS de onlarca ana başlık altında yüzü aşan sayıda farklı konumsal

analiz ve işlemler yapılabilmektedir. Bu tez kapsamında kullanılan konumsal analiz yöntemleri aşağıdaki başlıklar altında ele alınmıştır.

2.2.2.1. Öklid Mesafe Analizi

Öklid mesafesi aracı, mesafe analizlerinde yaygın olarak kullanılan araçtır. Öklid mesafesinde her bir hücrenin en yakın kaynak hücreye olan kuş uçuşu mesafesi ölçülmektedir. Bu mesafe kaynak hücrenin merkezinden hedef hücrenin merkezine kadar ölçülmektedir (Iqbal, 2020). Öklit mesafesi aracı ile mesafenin yanında yön de hesaplanmaktadır (Erol, 2022). Girdi verisi olarak vektör veya raster veriler kullanılmaktadır. Bu verilerle yapılan analizler sonucunda bir raster katman oluşmaktadır ((Iqbal, 2020).

Öklid mesafe analizi ile yollara olan mesafe, eğitim kurumlarına olan mesafe, hastanelere olan mesafe, idari kurumlara olan mesafe gibi farklı analizler gerçekleştirilmektedir. Öklit mesafe analizi en uygun yer seçiminde uygunluk haritası oluşturulurken sıklıkla kullanılmaktadır.

2.2.2.2. Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi

Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi (Inverse Distance Weighted – IDW) enterpolasyonla örneklem noktalarına ilişkin verilerden grid üretmede genellikle tercih edilen bir enterpolasyon yöntemidir. IDW enterpolasyon metodunun temelinde enterpole edilecek yüzeyde yakında bulunan noktaların ağırlıklarının uzakta bulunan noktalara göre daha fazla olması prensibi yer almaktadır (İlker vd., 2019). Bu yöntemde kestirim noktasına ait yüzey değeri dayanak noktalarındaki yüzey değerlerinin ağırlıklı ortalaması alınarak belirlenir. Kestirim noktalarına yakın mesafede bulunan dayanak noktalarının uzakta bulunan noktalara göre etkisi daha fazladır. Ters mesafe ağırlıklı ortalama yöntemi ile kestirim sonucunda, yöntemin yapısından dolayı dayanak noktaları çevresinde kestirim yapılan yüzey değerlerinin birbirlerine yaklaşık eşit olmasından kaynaklanan tepecikler ya da çukurcuklar meydana gelmektedir. Bu yöntem aynı alana ait sürekli değişim gösteren verilerin ifadesinde daha uygun bir yöntem olmaktadır (Akyürek, vd., 2013).

IDW yönteminin avantajı sezgisel olması ve uygulamasının açık seçik olmasıdır. Bu yöntemin ana dezavantajı, yalnızca lokasyona dayanan ve değerlerin değişkenliğini göz ardı eden ağırlıklandırma tanımı ile ilişkilidir (Hosseininasab ve Daya, 2018).

2.2.2.3. Çekirdek Yoğunluk Analizi

Çekirdek yoğunluğu tahmini, noktalar ve çizgiler özellik veri kümeleri için geçerli olan coğrafi analiz tekniklerinden biridir. Çekirdek yoğunluğu hesaplamasının sonucu her bir hücrenin, raster hücrelerin merkezden uzaklığına göre ağırlıklandırılmış bir yoğunluk değerine sahip olduğu raster veri tipidir (Iqbal, 2020).

Çekirdek yoğunluk analizi yönteminde hücreler yerine belirlenen nokta veya çizgi etrafına istenilen yarıçapta tarama alanı oluşturularak nokta ya da çizginin olduğu kısımdan oluşturulan alanın sonuna kadar 1’den başlayıp 0’ a giden matematiksel bir polinom fonksiyonu uygulanır ve yoğunlukları hesaplanır (Çabuk vd., 2010).

2.2.2.4. Ağırlıklı Toplam

Ağırlıklı Toplam (Weighted Sum) aracı, birden fazla raster yapıdaki katmanın ağırlıklı olarak birleştirilmesine imkan sağlayan bir konumsal analiz aracıdır. Ağırlıklı Toplam, her bir girdi katmanı için belirlenen alan değerleri ile katmana ilişkin ağırlık değerlerini çarpar ve çıktı katmanı oluşturmak için tüm girdi katmanlarını toplar. Katmanlara ilişkin girilen ağırlık değerlerinin toplamı 1’e eşit olmalıdır (Erol, 2022).

2.2.2.5. Ağ Analizi

Ağ analizi, vektör tabanlı coğrafi veriler kullanılarak gerçekleştirilen bir analiz türüdür. Ağ analizi, birbirine bağlı çizgi tipindeki coğrafi objelerin bağlantı şekillerinden sonuç elde etme yarayan konumsal analizdir (Yıldırım, 2016). Ağ yapısı çizgiler ve düğüm noktalarından oluşmaktadır. Karayolları, demiryolları, akarsular, boru hatları, enerji nakil hatları vb. ağ yapısını oluşturmaktadır.

2.2.2.6. Eğim Analizi

Arazi yüzeyinde iki nokta arasındaki yükseklik farkının, bu noktalar arasındaki yatay mesafeye oranı eğimi vermektedir. Eğim, derece ya da yüzde olarak ifade edilmektedir. Eğim analizi ile istenilen eğim değerlerine sahip coğrafi bölgeler tespit edilebilmektedir (Yomralıoğlu, 2005).

2.3. Çok Kriterli Karar Verme

Çok sayıda birbiri ile çelişen, nicel ya da nitel değerler alabilen kriterlerin bulunduğu durumlarda karar verici tarafından çok sayıda alternatifin bu kriterler doğrultusunda değerlendirilmesi ÇKKV olarak adlandırılmaktadır. ÇKKV çok sayıda kriterin bulunmasından dolayı karmaşık bir yapıya sahiptir (Budak, 2014).

ÇKKV problemleri, çok sayıda kriterin optimize edilerek muhtemel alternatifler içerisinde en iyisinin seçildiği problemlerdir. Bir problemin ÇKKV problemi olabilmesi için karar vericinin en az iki alternatifi en az iki kriter gereğince değerlendirilerek aralarından en uygun seçimi yapması gerekmektedir (Duman, 2018).

Çok sayıda kriter ve alternatifin bulunduğu karar verme problemlerine ilişkin elde edilecek çözüm karar vericinin kişisel tercihlerine bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle ÇKKV problemlerinde mutlak en iyi karar yerine karar vericiler tarafından en iyi çözüme en yakın olan uzlaşık çözüm belirlenmektedir. ÇKKV problemlerinin büyük bir kısmında probleme ilişkin kriterlerin ağırlık değerlerine gerek duyulmaktadır. Bu ağırlık değerleri karar verici tarafından belirlenebileceği gibi farklı yöntemler kullanılarak da belirlenebilmektedir.

ÇKKV problemleri, seçim, sınıflandırma ve sıralama problemleri olmak üzere üç sınıfta incelenmektedir.



Şekil 2.3. Çok kriterli karar verme problemleri

Seçim problemlerinde en iyi alternatifin belirlenmesi ya da birbirleri ile karşılaştırılması güç veya eşit derecede etkiye sahip bir küme içerisinde yer alan birden fazla alternatif arasından iyi bir alternatif seçilmesi amaçlanmaktadır. Sınıflandırma problemlerinde benzer özellik gösteren alternatifler belirli kriterler doğrultusunda sınıflandırılmaktadır. Sıralama problemlerinde ise mevcut alternatifler iyiden kötüye doğru sıralanmaktadır.

ÇKKV, çok amaçlı karar verme ve çok nitelikli karar verme olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Çok amaçlı karar verme, sonsuz sayıda alternatifin matematiksel bir program yardımıyla dolaylı olarak tanımlandığı sürekli durumlarda karar verme olarak tanımlanmaktadır (Budak, 2014). Çok amaçlı karar vermede tek bir amaç fonksiyonu yerine çok sayıda amaç fonksiyonu bulunmaktadır. Karar verme problemi

için tüm amaç fonksiyonlarını maksimize ya da minimize eden çözüm en uygun çözüm olmaktadır. Genellikle amaçlar birbirleri ile çelişkili ve ters yönlü etkileşim içinde olduklarından dolayı en uygun çözüme ulaşmak zorlaşmaktadır. Bu sebeple çok amaçlı karar vermede en uygun çözümün yerini en iyi uzlaşık çözüm almaktadır. Çok amaçlı karar verme genellikle tasarım problemlerinin çözümünde kullanılmaktadır (Işıldar, 2018). Hedef Programlama, Dinamik Programlama gibi yöntemler çok amaçlı karar verme yöntemlerinin içerisinde yer almaktadır.

Çok nitelikli karar verme ise sınırlı sayıda alternatifin bulunduğu kesikli durumlarda karar verme olarak tanımlanmaktadır (Cengiz, 2012). Çok nitelikli karar verme bir tasarım probleminden çok seçim problemi olduğu için çözümünde klasik matematiksel programlama araçlarının kullanılmasına ihtiyaç duyulmamaktadır. Çok Nitelikli karar verme problemlerinde sözel değişkenlerle değerlendirilebilen kriterler dikkate alınabilmektedir (Demircioğlu, 2010). TOPSIS, AHP gibi yöntemler çok nitelikli karar verme yöntemleri arasında yer almaktadır.

ÇKKV süreci aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır:

- Karar vericilerin belirlenmesi.
- Amacın belirlenmesi.
- Kriterlerin belirlenmesi.
- Alternatiflerin tanımlanması.
- ÇKKV yönteminin belirlenmesi.
- Kriterlere ilişkin ağırlık değerlerinin hesaplanması.
- ÇKKV yönteminin uygulanması.
- Nihai kararın verilmesi.

2.3.1. Sık Kullanılan ÇKKV Yöntemleri

ÇKKV yöntemlerinde temel amaç, birden çok kriterin ve alternatifin bulunduğu karmaşık durumlarda olabildiğince hızlı, kolay ve sistematik bir şekilde sonuca ulaşmayı sağlamaktır (Yüce, 2018). ÇKKV yöntemleri ile hem kalitatif hemde kantitatif kriterler birlikte değerlendirilebilmektedir. ÇKKV problemlerinin çözümünde kullanılan literatürde farklı birçok yöntem bulunmaktadır. Bunlardan bazıları şu şekildedir:

- AHP (Analytical Hierarchy Processing)
- TOPSIS (Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution)
- VIKOR (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje)
- MOORA (Multi-Objective Optimization On The Basis Of Ratio Analysis)
- ARAS (Additive Ratio Assesment)
- ANP (Analytical Network Processing)
- BWM (Best Worst Method)
- GİA (Gri İlişkisel Analiz)
- WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment)
- SWARA (Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis)
- DEMATEL (Desicion Making Trial And Evaluation Laboratory)
- COPRAS (Complex Proportional Assessment)
- MAUT (Multi-Attribute Utility Theory)
- MACBETH (Measuring Attractivenessby A Categorical Based Evaluation Technique)
- ENTROPI

2.3.2. İtfaiye İstasyonu için Yer Seçimi Çalışmalarında Kullanılan Başlıca ÇKKV Yöntemleri

2.3.2.1. AHP Yöntemi

Analitik Hiyerarşi Prosesi, 1977 yılında Pensilvanya Üniversitesinden Thomas Lorie Saaty tarafından birden fazla kriter içeren zor ve karmaşık problemlerin çözümünde kullanılmak üzere geliştirilen temeli ikili karşılaştırmalara dayanan bir çok kriterli karar verme yöntemidir. AHP, belirlilik ya da belirsizlik durumunda birden çok alternatif içerisinde seçim yaparken, çok sayıda karar vericinin bulunduğu, çok kriterli, çok amaçlı bir karar verme durumunda kullanılır (Güdücü, 2011). AHP yöntemi karar vericiler tarafından ÇKKV problemlerinin, hedef, ana kriterler, alt kriterler ve alternatifler arasındaki ilişkiyi gösteren hiyerarşik bir yapıda modellenmesine imkan sağlamaktadır (Balkuvar, 2015). AHP yönteminin en önemli özelliği karar vericinin objektif düşüncelerinin yanında öznel düşüncelerini de karar

verme sürecine dahil edebilmesidir (Karaca, 2011). AHP yönteminde birden fazla sayıda uzmanın görüşüne başvurulabilmektedir. AHP yöntemi, karar vericilerin görüşleri doğrultusunda belirlenen kriterlerin önem derecelerini belirleyerek alternatifleri bu kriterlere göre değerlendirmekte ve önem sırasına göre sıralamaktadır. AHP yönteminde kullanılacak olan kriterlerin belirlenmesi uzmanların, kurumların görüşlerinden veya bilimsel çalışmalardan yararlanılarak belirlenebilmektedir (Öztop, 2021). AHP yönteminde nitel ve nicel kriterler bir arada değerlendirilmektedir (Karaatlı ve Davras, 2014). AHP yöntemi kişilere ya da gruplara uygulanabilmektedir. Yöntemin uygulanmasında “Microsoft Excel”, “Super 8 Decisions”, “Expert Choice” gibi programlardan yararlanılabilmektedir.

2.3.2.2. Hedef Programlama

Hedef Programlama yaklaşımı, birbiriyle çelişen çok sayıda amaç içerisinde, hedeften sapma miktarlarını minimize ederek en ideal sonucu veren ve yaygın olarak kullanılan bir optimizasyon yöntemidir. Hedef programlamanın ilk adımında belirlenen amaçlar için önem öncelikleri ve bu amaçlar için ayrı ayrı hedef değerleri tanımlanır. Hedef programlamada tüm amaçlar belirlenen hedefler doğrultusunda kısıt olarak ifade edilerek önceliklerine göre hedeflerden sapma miktarları minimize edilmeye çalışılır. Hedef programlama modelinin çözümü problem için bir maksimum ya da minimum sonuç vermez (Durmaz, vd., 2017). Hedef programlamada; doğrusal optimizasyondaki gibi amaç fonksiyonu maksimize ya da minimize edilmemekte, hedeflerden sapma miktarları minimize edilmektedir (Türkoğlu, 2017).

Hedef programlama birbirleriyle çelişkili olan çok sayıda amacın önem derecelerini göz önünde bulunduran uzlaşık bir çözüm elde etmeye çalışır. Hedef programlamada asıl amaç birden çok amaç içeren bir problemi tek amaçlı bir problem haline çevirmektir. Hedef programlama modelinin sonucu çoğunlukla etkin çözüm olarak adlandırılır (Karaatlı ve Davras, 2014).

2.3.2.3. TOPSIS Yöntemi

TOPSIS (İdeal Çözüme Benzerlik Bakımından Sıralama Performansı Tekniği) yöntemi, Yoon ve Hwang tarafından 1981 yılında ortaya atıldıktan sonra 1992 yılında Chen ve Hwang tarafından geliştirilen ÇKKV yöntemidir. Bir doğrusal ağırlıklandırma tekniği olan TOPSIS, probleme ilişkin alternatifleri tercih edilme sırasına göre sıralamak, en uygun alternatifi belirlemek için karar vericiler tarafından

sıkça kullanılan bir yöntemdir. TOPSIS yönteminin temeli pozitif ideal çözüme en kısa mesafede ve negatif ideal çözüme en uzak mesafede yer alan alternatifin en iyi alternatif olarak seçilmesi prensibine dayanır (Işıldar, 2018). Fayda kriterini maksimize edip maliyet kriterini minimuma indiren çözüm pozitif ideal çözüm; maliyet kriterini maksimize edip fayda kriterini minimuma indiren çözüm negatif ideal çözüm olarak adlandırılır (Demircioğlu, 2010). Yöntemde tüm alternatiflerin pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüme olan göreceli uzaklıkları öklidyen mesafe yardımıyla bulunmaktadır (Yüce, 2018). TOPSIS yöntemi, değerlendirme kriterlerinin monoton artan veya azalan bir eğiliminin olduğunu farz etmektedir (Cengiz, 2012).

Tesis yeri seçimi, risk analizi, tedarikçi seçimi, kaynak tahsisi, bayi seçimi, pazar seçimi, portföy seçimi, insan kaynakları yönetimi, lojistik yönetimi, tedarik zinciri yönetimi, bankacılık, finans, sağlık, eğitim, ulaşım gibi birçok farklı alanda TOPSIS yönteminden yararlanılmaktadır.

2.4. Çalışmada Kullanılan Yöntem

2.4.1. SWARA Yöntemi

SWARA yöntemi, ilk kez 2010 yılında Kersulienė, Zavadskas ve Turskis tarafından geliştirilen ve karar verme problemlerine ilişkin kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan bir ÇKKV yöntemidir (Katrancı ve Kundakcı, 2020). SWARA yöntemi “Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi” olarak da adlandırılmaktadır (Yurdoğlu ve Kundakcı, 2017). SWARA yöntemi, değerlendirme kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesinde uzmanların görüş ve fikirleri dikkate alındığı için daha öznel değerlendirmelerin gerektirdiği çalışmalarda kullanılması uygun bir yöntemdir. Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan AHP ve benzeri diğer ÇKKV yöntemlerine göre daha az işlem adımı içermektedir. Yöntem, basit ve daha kolay uygulanabilir olması, uzman kişilerle birlikte çalışmaya oldukça uygun olması nedeniyle diğer ÇKKV yöntemlerine kıyasla son zamanlarda daha fazla tercih edilmektedir (Selçuk, vd., 2020). Yer seçimi, malzeme seçimi, tedarikçi seçimi, sunucu seçimi, personel seçimi, pazarlama gibi birçok farklı alanda SWARA yönteminden yararlanılmaktadır (Boyacı Çalış ve Tüzemen, 2020; Adalı Aytaç ve Işık Tuş, 2017; Yurdoğlu ve Kundakcı, 2017).

SWARA yönteminde alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan kriterler en önemli olandan en az önemli olana doğru sıralanmakta ve her bir kriter uzman kişiler

tarafından oylanarak önemsiz olan kriterler elimine edilmektedir. Eleme işleminden sonra kalan kriterlerin ağırlık değerleri belirlenirken her bir uzmanın kendi oluşturduğu kriter sıralaması dikkate alınmaktadır. Kriterler karar vericiler tarafından ayrı ayrı değerlendirilebileceği gibi birlikte ortak bir fikir geliştirilerek de değerlendirilebilmektedir (Selçuk, vd., 2020).

Yöntemin işlem adımları aşağıdaki gibidir.

1.Adım: İlk adımda karar vericiler ve karar verme probleminde kullanılacak kriterler belirlenir. Daha sonra karar vericiler kişisel görüşleri doğrultusunda belirlenen kriterleri en önemli olandan en önemsiz olana doğru olacak şekilde sıralar (Toklu, vd., 2018). Kriterlere verilen değerlerin gösterimi Eşitlik2.1'deki gibidir.

$$p_j^k; j = 1, 2, \dots, k = 1, 2, \dots, l; 0 \leq p_j^k \leq 1 \quad (2.1)$$

2.Adım: Bir önceki adımda belirlenen önem değerleri büyükten küçüğe doğru sıralanır. Karar vericiler tarafından ikinci derecede önemli kriterden başlanarak her bir kriter için göreceli önem değerleri (s_j) hesaplanır. Bunun için $j+1$. Kriter ile j . kriter karşılaştırılır (Çakır, 2017). Her bir uzman kendi sıralamasını yaparken en önemli kriterle “1” değerini verir. Diğer kriterlere 0 ile 1 arasında, 5’in katları olacak şekilde değerler verilir.

3.Adım: Bu adımda her bir kriter için “ k_j ” katsayı değeri Eşitlik2.2 kullanılarak belirlenir. En yüksek “ s_j ” değerine sahip kriterle ait katsayı her zaman “1” değerini alır.

$$k_j = \begin{cases} 1, & j=1 \\ s_j + 1, & j > 1 \end{cases} \quad (2.2)$$

4.Adım: Tüm kriterler için düzeltilmiş ağırlık değerleri (q_j) Eşitlik2.3 kullanılarak hesaplanır. Birinci kriterin düzeltilmiş ağırlık değeri her zaman “1” dir.

$$q_j = \begin{cases} 1, & j=1 \\ \frac{q_{j-1}}{k_j}, & j > 1 \end{cases} \quad (2.3)$$

5.Adım: Son adımda her bir kriterin nihai ağırlık değeri (w_j) Eşitlik2.4'te verilen basit normalizasyon formülü ile hesaplanır. Hesaplanan w_j değeri, j . kriterin ağırlığını ifade eder.

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{k=1}^n q_k} \quad (2.4)$$

3. YAPILAN ÇALIŞMALAR

3.1. Çalışmanın İş Akışı

Hazırlanan bu tez çalışmasında işlemlerin ilk adımı olarak çalışmada ele alınacak problem belirlenmiştir. Daha sonra çalışmanın yapılacağı alan belirlenmiştir. Devamında literatüre dayanarak ve uzman görüşlerinden faydalanılarak çalışmada dikkate alınacak kriterler belirlenmiştir. Kriterlere ilişkin katmanlar oluşturulmuştur. Daha sonra SWARA yöntemi kullanılarak kriterlerin ağırlık değerleri hesaplanmıştır. Kriterlere ilişkin oluşturulan katmanlar normalize edilmiştir. Normalize katmanlar ve hesaplanan ağırlık değerleri kullanılarak analiz gerçekleştirilmiş ve itfaiye istasyonları için en uygun alanlar belirlenmiştir. Problemin çözümüne ilişkin işlem adımları Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. İşlem adımları

3.2. Problemin Belirlenmesi

Uygulamanın ilk adımı olarak çalışmada ele alınacak problem belirlenmiştir. Bu çalışmada itfaiye istasyonları için yer seçim problemi ele alınmış ve istasyonlar için en uygun alanlar belirlenmeye çalışılmıştır.

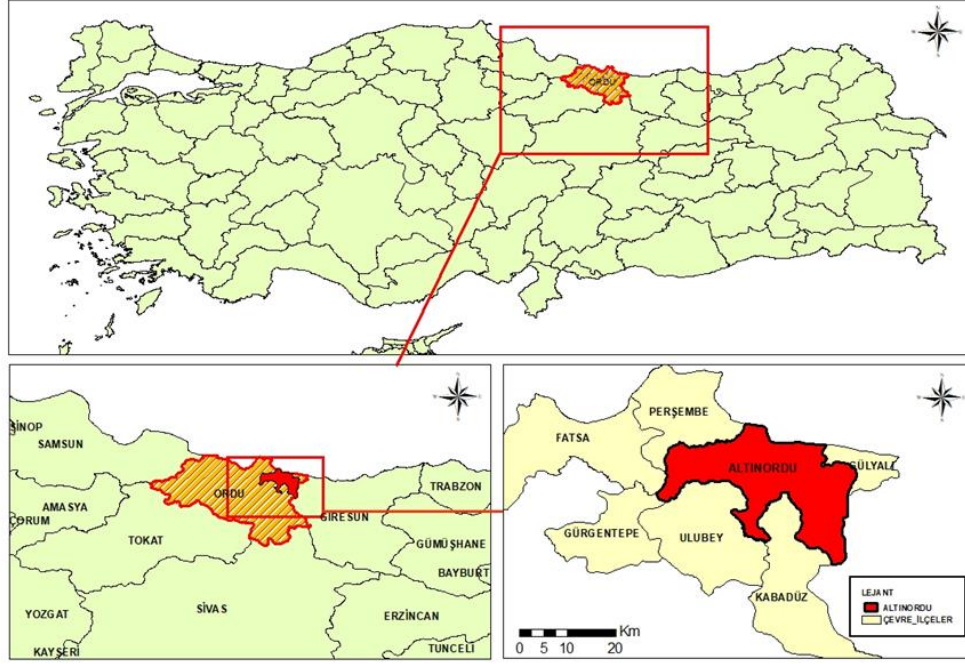
3.3. Çalışma Alanının Belirlenmesi

Tez çalışmasında Ordu İlinin, Altınordu ilçesi çalışma alanı olarak belirlenmiştir. İlçenin batısında Perşembe ilçesi; güneyinde Ulubey ve Kabadüz ilçeleri; doğusunda Gülyalı ilçesi ve Giresun ili; kuzeyinde Karadeniz bulunmaktadır. Ordu ili geneli yüzölçümü 5.952 km² olup, Altınordu ilçesinin yüzölçümü ise 404 km²'dir. Altınordu ilçesi Karadeniz ikliminin etkisi altındadır. İlçenin iç kesiminde yükselti arttıkça soğuk daha şiddetli olmaktadır. Karadeniz bölgesinin eşsiz doğa güzelliklerini içinde barındıran Altınordu ilçesinde 92 adet mahalle yer almaktadır. (Altınordu Kaymakamlığı, 2022).

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2022 yılı Altınordu ilçesinin toplam nüfusu 235.096'dır. Ordu ili nüfusunun %30.13'ü Altınordu ilçesinde yaşamaktadır. Altınordu ilçesi Ordu ilinin nüfus bakımından birinci, yüzölçümü bakımından ise ikinci büyük ilçesi olmaktadır.

Altınordu İlçesi, 22.03.2013 tarihli ve 28595 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan 6447 sayılı "On Üç İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Altı İlçe Kurulması İle Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanunda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun" kapsamında Türkiye Cumhuriyeti'nin 30. Büyükşehirli olan Ordu İlinin Merkez ilçesi olarak belirlenmiştir (Ordu Valiliği, 2022).

Harita Genel Müdürlüğünün (HGM) sitesinden temin edilen idari sınır verileri kullanılarak oluşturulan çalışma alanı haritası Şekil 3.2'deki gibidir.



Şekil 3.2. Çalışma alanı haritası

3.4. Kriterlerin Belirlenmesi

İtfaiye istasyonları için en uygun alanların belirlenmesinde etkili olan kriterler literatür araştırmaları ve uzman görüşleri doğrultusunda çalışma alanının da özellikleri göz önünde bulundurularak 10 kriter belirlenmiştir. Bu kriterler;

- Anayollara yakınlık (K_1)
- Alışveriş merkezlerine yakınlık (K_2)
- Sanayi merkezlerine yakınlık (K_3)
- Sağlık merkezlerine yakınlık (K_4)
- Eğitim ve idari kurumlara yakınlık (K_5)
- Akaryakıt istasyonlarına yakınlık (K_6)
- Nüfus Yoğunluğu (K_7)
- Geçmiş yıllardaki yangın sayısı (K_8)
- Eğim (K_9)
- Arsa maliyeti (K_{10}) dir.

Bu kriterlerden, nüfus yoğunluğu ve geçmiş yıllarda çıkan yangın sayısı kriterleri maksimizasyon yönlü; anayollara yakınlık, alışveriş merkezlerine yakınlık,

sanayi merkezlerine yakınlık, sağlık merkezlerine yakınlık, eğitim ve idari kurumlara yakınlık, akaryakıt istasyonlarına yakınlık, eğitim ve arsa maliyeti ise minimizasyon yönündür.

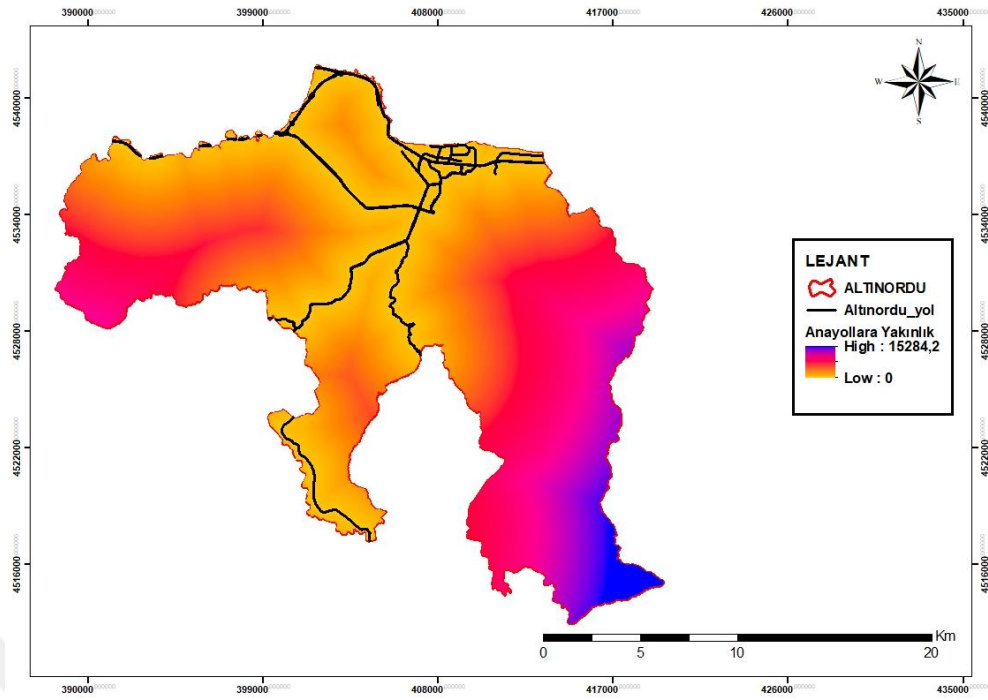
Belirlenen kriterlere ilişkin vektör ve raster formattaki veriler farklı kaynaklardan temin edilerek CBS ortamına aktarılmıştır. Kullanılan veriler ve temin edildikleri kurumlar Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Yararlanılan veriler ve kaynaklar

Çalışmada Kullanılan Veriler	Kaynaklar
İlçe Sınırları	Ordu Büyükşehir Belediyesi
Mahalle Sınırları	Ordu Büyükşehir Belediyesi
Dem Verisi	USGS Earth Explorer
Nüfus Verisi	TÜİK
Geçmiş Yıllardaki Yangın Verisi	Ordu Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı
Sanayi Verisi	Open Street Map
Alışveriş Merkezleri Verisi	Open Street Map
Sağlık Verisi	Google Earth Pro
Eğitim Verisi	Google Earth Pro-Open Street Map
İdari Kurum Verisi	Google Earth Pro
Akaryakıt İstasyonları Verisi	Google Earth Pro-Open Street Map
Yol Verisi	Open Street Map
Arsa Değerleri Verisi	https://www.sahibinden.com
Parsel Verisi	Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü Parsel Sorgu

3.5. Kriter Katmanlarının Oluşturulması

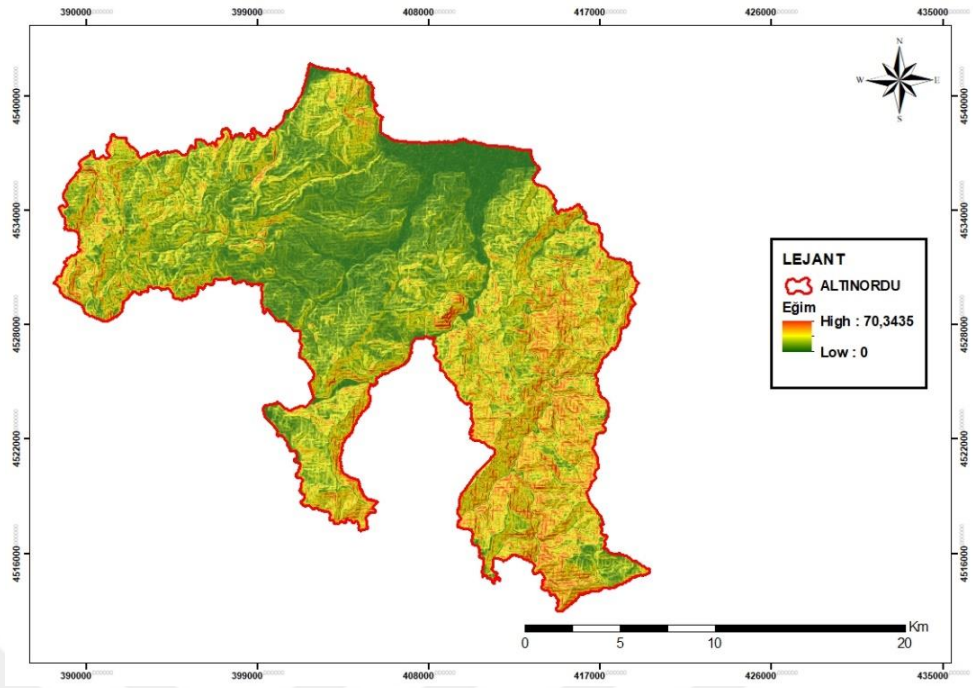
Çalışmada ArcGIS yazılımı kullanılmış ve her bir kriter ArcGIS yazılımında birer katman olarak temsil edilmiştir. Çalışmada kullanılan ilk kriter anayollara yakınlık kriteridir. Herhangi bir acil durum anında itfaiyecilerin olay yerine hızlı bir şekilde erişebilmesi ve müdahale edebilmesi için itfaiye istasyonlarının anayollara yakın mesafede konumlanması gerekmektedir. Anayollara yakınlık kriteri için, Open Street Map sitesinden çalışma alanına ait devlet karayolu, bulvar (I. derece yollar), cadde (II. derece yollar), karayolu ve bulvar bağlantılarına ilişkin yol verileri indirilmiştir. ArcGIS yazılımında bulunan Spatial Analyst Tools içerisinde yer alan “Euclidean Distance” komutu kullanılarak anayollara olan mesafeler belirlenmiş ve harita oluşturulmuştur. Oluşturulan harita Şekil 3.3’teki gibidir.



Şekil 3.3. Anayollara yakınlık haritası

Çalışmada kullanılan ikinci kriter eğimdir. Arazi, itfaiye araçlarının yer değiştirmesini ve buna bağlı olarak eğitim ve kurtarma için gereken süreyi ve maliyetleri güçlü bir şekilde etkiler. Bu, itfaiye yerlerinin seçiminde önemli bir faktördür. İtfaiyenin yakınındaki alanın eğimi, sahanın kabul edilebilirliğini belirler. Düz alanlar, eğimli alanlara göre itfaiye inşasına daha elverişlidir (Jiang, vd., 2021).

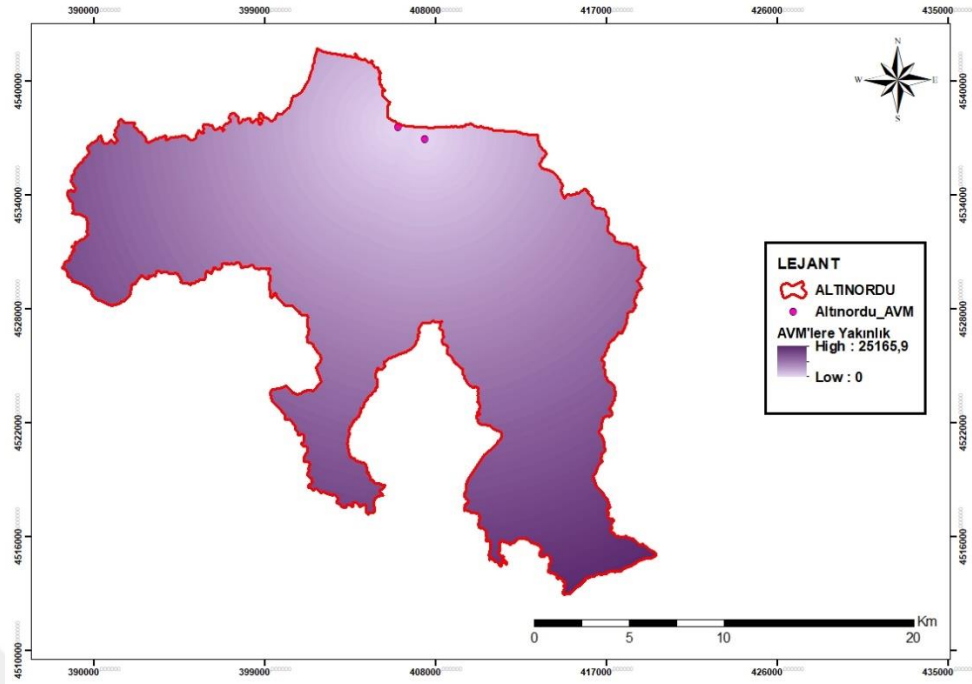
Çalışma alanına ait yaklaşık 25 metre çözünürlüğe sahip Sayısal Yükseklik Modeli (Digital Elevation Model-DEM) verisi USGS Earth Explorer sitesinden temin edilmiştir. Çalışma alanına ait eğim haritası, DEM verisi üzerinden ArcGIS yazılımındaki 3D Analyst Tools içerisinde yer alan eğim analizi gerçekleştirilerek elde edilmiştir. Çalışma alanına ait elde edilen eğim haritası Şekil 3.4'te gösterildiği gibidir.



Şekil 3.4. Eğim haritası

Çalışmada kullanılan bir diğer kriter alışveriş merkezlerine(AVM) yakınlık kriteridir. Alışveriş merkezlerinin bulunduğu alanlar nüfusun yoğun olarak bulunduğu alanlar olduğu için itfaiye istasyonlarının bu alanlara yakın yerlerde olması gerekmektedir.

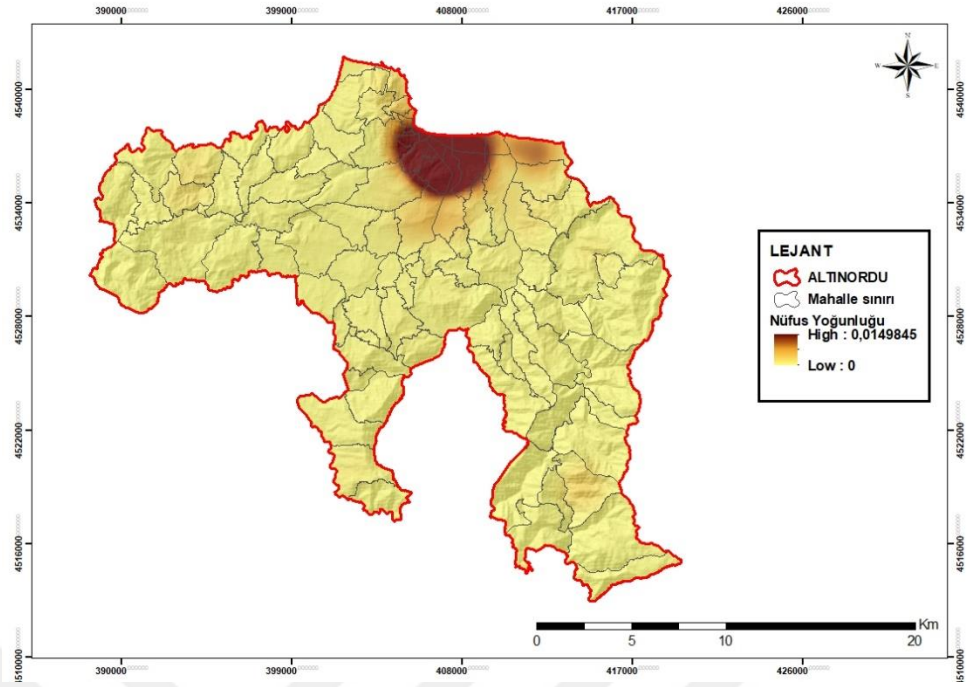
Altınordu ilçesinde mevcut iki adet alışveriş merkezi bulunmaktadır. Çalışma alanında bulunan alışveriş merkezlerine ilişkin veriler Open Street Map sitesinden temin edilmiştir. ArcGIS yazılımında bulunan Spatial Analyst Tools içerisinde yer alan “Euclidean Distance” komutu kullanılarak alışveriş merkezlerine olan mesafeler belirlenmiştir. Alışveriş merkezlerine olan yakınlık haritası Şekil 3.5’teki gibidir.



Şekil 3.5. Alışveriş merkezlerine yakınlık haritası

Çalışmada kullanılan bir diğer kriter nüfus yoğunluğu kriteridir. Artan nüfusa bağlı olarak kalabalık alanlarda yangın gibi acil müdahale gerektiren durumlar artmaktadır. Bu nedenle itfaiye istasyonlarının nüfusun yoğun olduğu alanlara daha yakın olması gerekmektedir.

Altınordu ilçesine ait nüfus verileri 2021 yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi istatistiklerinden temin edilmiştir. Her bir mahalleye ait nüfus verileri ArcGIS ortamında mahalle sınırları katmanının öznitelik tablosuna eklenmiştir. ArcGIS yazılımındaki Spatial Analyst Tools içerisinde yer alan “Kernel Density” komutu ile her bir mahallenin nüfusu mahallenin yüzölçümüne oranlanarak m^2 'ye düşen insan sayısı belirlenmiştir. Çalışma alanına ait nüfus yoğunluğu haritası Şekil 3.6'daki gibidir.



Şekil 3.6. Nüfus yoğunluğu haritası

Çalışmada kullanılan bir diğer kriter geçmiş yıllarda çıkan yangın sayısı kriteridir. Geçmiş yıllarda mahalle bazında çıkan yangın sayıları dikkate alınarak itfaiye istasyonlarının yangınların daha çok çıktığı alanlara yakın yerlere kurulması gerektiği düşünülmektedir. Ordu Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığından 2020 ve 2021 yılına ait mahalle bazında çıkan yangın sayılarına ilişkin veri temin edilmiştir. Temin edilenler Tablo 3.2'deki gibidir.

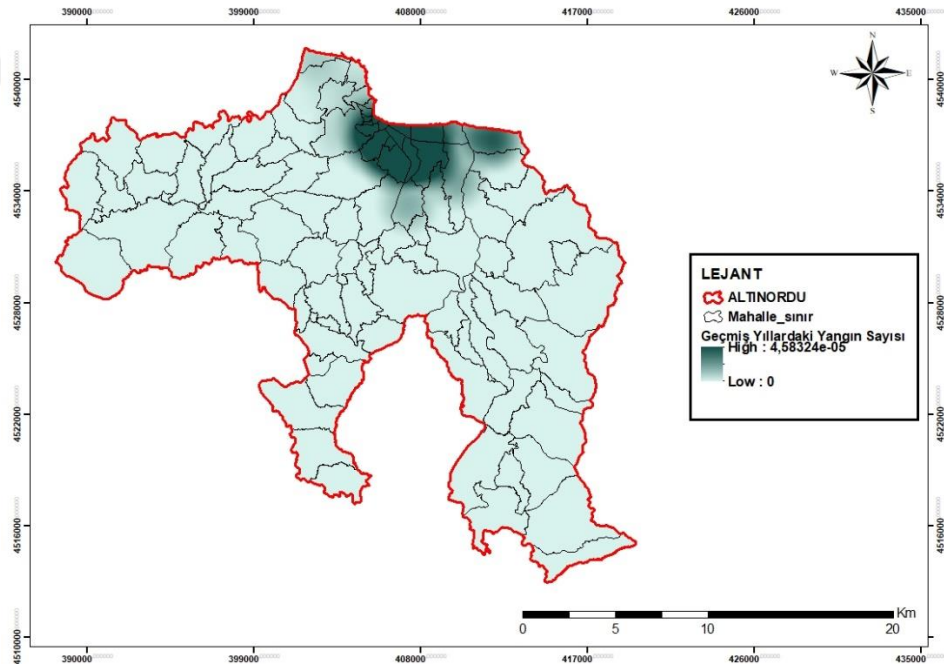
Tablo 3.2. 2020-2021 yıllarına ilişkin yangın sayıları

2020-2021 YILI MAHALLE BAZLI YANGIN SAYILARI			
S.NO	MAHALLE ADI	2020 yılı	2021 yılı
1	Şirinevler	33	43
2	Karşıyaka	36	36
3	Cumhuriyet	30	30
4	Şahincili	35	28
5	Bucak	31	27
6	Akyazı	24	26
7	Subaşı	7	20
8	Yeni Mahalle	25	17
9	Selimiye	14	15
10	Şarkiye	11	14
11	Durugöl	15	13
12	Karapınar	17	12
13	Eskipazar	15	9
14	Kumbaşı	7	6

Tablo 3.2. (devam)

15	Nizamettin	4	6
16	Kirazlımanı	0	5
17	Düz	7	4
18	Orhaniye	0	4
19	Zaferimilli	0	4
20	Bahçelievler	8	3
21	Efirli	1	3
22	Aziziye	0	2
23	Güzelyalı	2	2
24	Saray	0	2
25	Boztepe	1	1
26	Taşbaşı	0	1

Altınordu ilçesinde 26 mahalleye ilişkin 2020-2021 yıllarına ait yangın verileri elde edilmiştir. Geri kalan 56 mahallede bu iki yıl içerisinde yangın olayı görülmemiştir. Her bir mahallenin iki yıla ait toplam yangın verileri ArcGIS ortamında mahalle sınırları katmanının öznitelik tablosuna eklenmiştir. İki yıla ait toplam yangın verileri kullanılarak “Kernel Density” komutu ile yoğunluk haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan yoğunluk haritası Şekil 3.7’de gösterildiği gibidir.

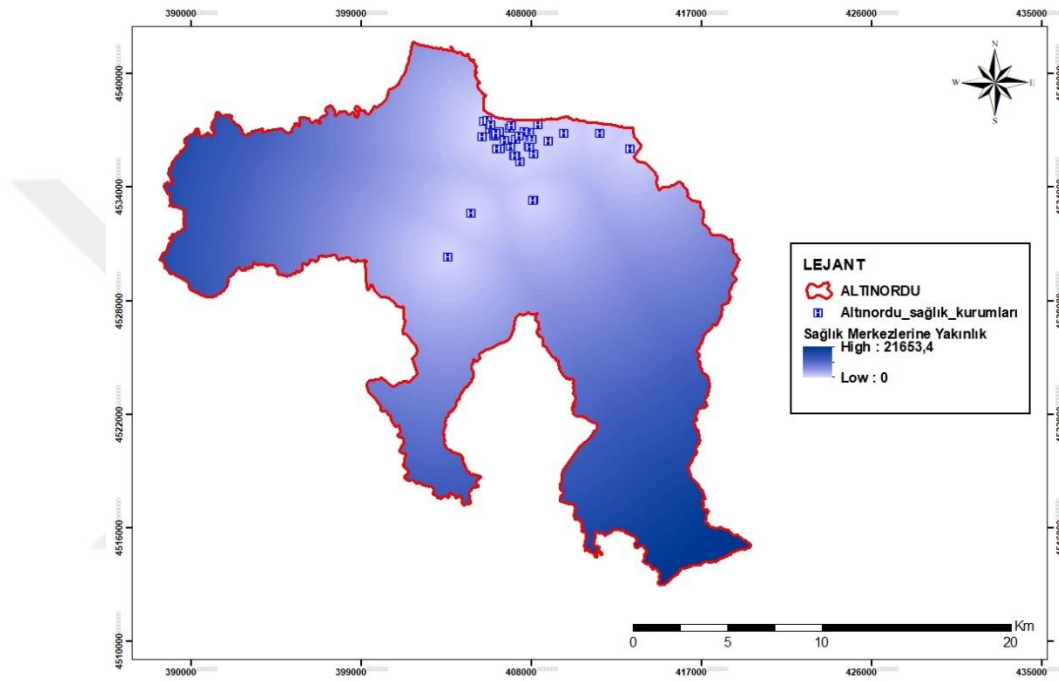


Şekil 3.7. Geçmiş yıllardaki yangın sayısı

Çalışmada kullanılan bir diğer kriter sağlık merkezlerine yakınlık kriteridir. Sağlık merkezleri yardıma ihtiyacı olan hasta insanların bulunduğu alanlar olduğu için herhangi bir yangın riski durumunda hızlı bir şekilde müdahale edilmesi gereken

alanlar olmaktadır. Dolayısıyla itfaiye istasyonlarının bu alanlara yakın yerlere kurulması gerekmektedir.

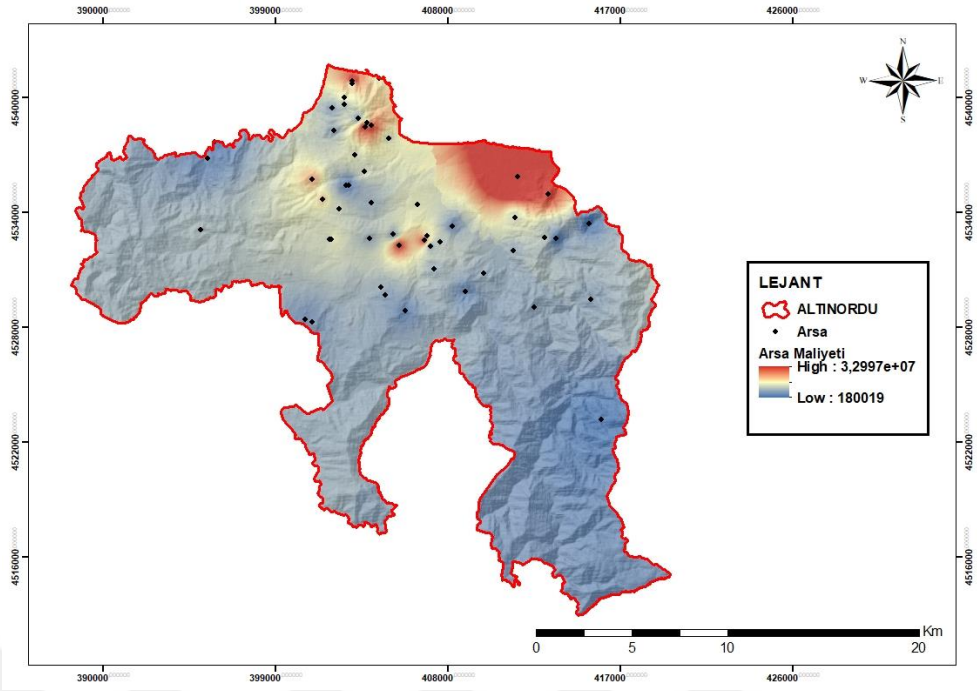
Çalışma alanına ait sağlık kurumları verisi Google Earth Pro'dan “kml” uzantılı dosyalar şeklinde temin edilmiştir. Yapımı devam eden Ordu Şehir Hastanesi de çalışmaya dahil edilmiştir. ArcGIS yazılımında bulunan Spatial Analyst Tools içerisinde yer alan “Euclidean Distance” komutu kullanılarak sağlık merkezlerine olan mesafeler belirlenmiştir. Oluşturulan yakınlık haritası Şekil 3.8'deki gibidir.



Şekil 3.8. Sağlık merkezlerine yakınlık haritası

Çalışmada kullanılan bir diğer kriter arsa maliyeti kriteridir. Arsa değeri düşük olan alanlar itfaiye istasyonu kurulumu için daha uygun alanlar olmaktadır. Ayrıca küçük ölçekli bir itfaiye istasyonunun kurulumu için minimum 1000 m²'lik alana ihtiyaç duyulmaktadır.

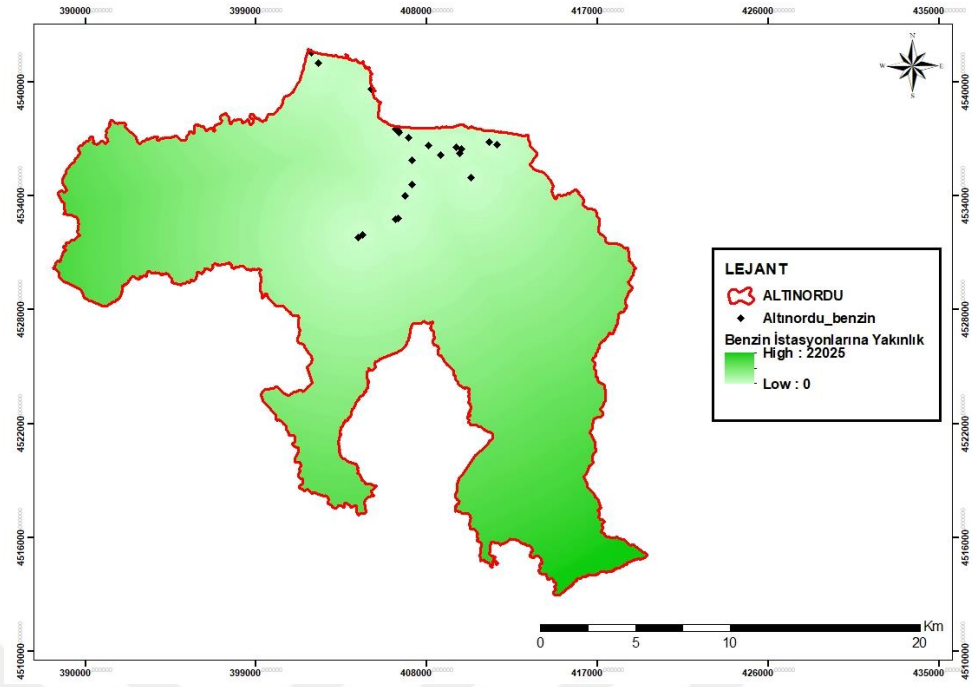
Çalışmada kullanılmak üzere Altınordu ilçesinde alanı minimum 1000 m² olan 52 adet arsanın değeri 2022 Ekim ayı için sahibinden.com sitesinden alınmıştır. Belirlenen arsalara ilişkin parsel verileri Tapu Kadastro Genel Müdürlüğünün (TKGM) sitesinden “shapefile” formatında indirilmiştir. Bu noktalara ilişkin değerler CBS ortamında öznitelik tablosuna eklenmiş ve IDW enterpolasyon yöntemi kullanılarak bu değerlere göre bir harita oluşturulmuştur. Oluşturulan harita Şekil 3.9'daki gibidir.



Şekil 3.9. Arsa maliyeti haritası

Çalışmada kullanılan bir diğer kriter akaryakıt istasyonlarına yakınlık kriteridir. Akaryakıt istasyonlarında yakıtlardan kaynaklanan yangın ve patlama tehlikesi olduğu için müdahale açısından itfaiye istasyonlarının bu alanlara yakın yerlerde konumlanması gerekmektedir.

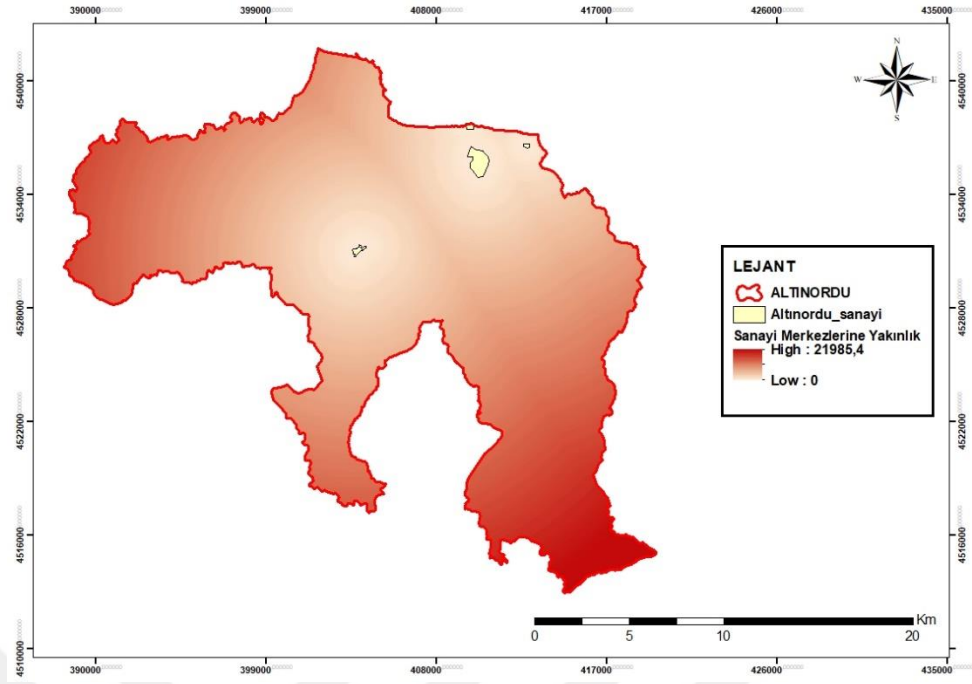
Çalışma alanındaki mevcut akaryakıt istasyonlarına ait veriler Google Earth Pro ve Open Street Map sitelerinden temin edilmiştir. ArcGIS yazılımında bulunan Spatial Analyst Tools içerisinde yer alan “Euclidean Distance” komutu kullanılarak akaryakıt istasyonlarına olan mesafeler belirlenmiştir. Oluşturulan akaryakıt istasyonlarına yakınlık haritası Şekil 3.10’daki gibidir.



Şekil 3.10. Akaryakıt istasyonlarına yakınlık haritası

Çalışmada kullanılan bir diğer kriter sanayi merkezlerine yakınlık kriteridir. Sanayi alanları yangın riskinin yüksek olduğu alanlar olup çıkabilecek herhangi bir yangın ekonomik anlamda büyük kayıplara neden olabilmektedir. Bu nedenle itfaiye istasyonlarının bu alanlara yakın olması gerekmektedir.

Altınordu ilçesindeki sanayi alanlarına ait veriler Open Street Map sitesinden alansal veri olarak temin edilmiştir. ArcGIS yazılımında bulunan Spatial Analyst Tools içerisinde yer alan “Euclidean Distance” komutu kullanılarak sanayi alanlarına olan mesafeler belirlenmiştir. Oluşturulan harita Şekil 3.11’deki gibidir.



Şekil 3.11. Sanayi merkezlerine yakınlık haritası

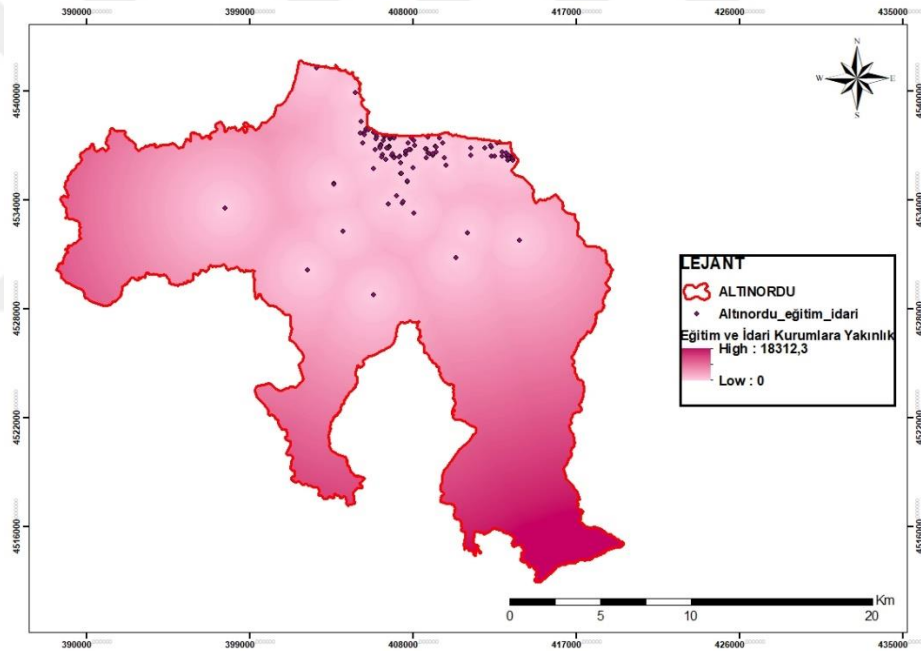
Çalışmada kullanılan bir diğer kriter eğitim ve idari kurumlara yakınlık kriteridir. Eğitim kurumları ve idari kurumlar barındırdıkları kişi sayısı dikkate alındığında yangın olayı açısından riskli alanlardır. Bu alanlarda çıkabilecek herhangi bir yangın toplumsal yapıya büyük zararlar vermektedir. Dolayısıyla itfaiye istasyonlarının bu alanlara yakın yerlerde konumlanması gerekmektedir.

Çalışma alanına ait eğitim verisi Open Street Map ve Google Earth Pro sitelerinden temin edilmiştir. İdari kurumlara ilişkin veri Google Earth Pro sitesinden temin edilmiştir. Çalışmada dikkate alınan kurumlar şunlardır:

- Altınordu Belediyesi
- Altınordu İlçe Jandarma Komutanlığı
- Altınordu İlçe Nüfus Müdürlüğü
- Altınordu Kaymakamlığı
- Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü
- Ordu 112 Acil Çağrı Merkezi
- Ordu Adalet Sarayı
- Ordu Büyükşehir Belediyesi ve Ek Hizmet Binası
- Ordu Defterdarlığı
- Ordu İl Emniyet Müdürlüğü

- Ordu İl Jandarma Komutanlığı
- Ordu İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü
- Ordu İl Nüfus ve Vatandaşlık Müdürlüğü
- Ordu Orman İşletme Müdürlüğü
- Ordu Sosyal Güvenlik İl Müdürlüğü
- Ordu Valiliği
- Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü

Elde edilen veriler ArcGIS ortamında birleştirilmiştir. ArcGIS yazılımında bulunan Spatial Analyst Tools içerisinde yer alan “Euclidean Distance” komutu kullanılarak eğitim ve idari kurumlara olan mesafeler belirlenmiştir. Oluşturulan yakınlık haritası Şekil 3.12’deki gibidir.



Şekil 3.12. Eğitim ve idari kurumlara yakınlık haritası

3.6. Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

İtfaiye istasyonlarının yer seçimi için belirlenen kriterlere ilişkin ağırlık değerleri ÇKKV yöntemlerinden biri olan SWARA yöntemi ile hesaplanmıştır. Literatürde itfaiye istasyon yer seçimi ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında genellikle AHP, TOPSIS gibi ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir. SWARA yöntemi farklı yer seçimi problemlerinin çözümünde kullanılmasına rağmen itfaiye istasyonu yer seçimi probleminin çözümü için kullanıldığı bir çalışmaya

rastlanmamıştır. Ayrıca SWARA yönteminin basit ve kolay uygulanabilir olması, uzman kişilerle çalışmaya elverişli olması, AHP ve benzeri diğer ÇKKV yöntemlerine kıyasla daha az karşılaştırma içermesi nedeniyle çalışmada kriter ağırlıklandırma yöntemi olarak tercih edilmiştir. Ağırlıklar hesaplanırken Excel programından yararlanılmıştır. Öncelikle Ordu Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığında görev yapan deneyimli 3 karar vericinin görüşleri alınarak kriterleri önem derecelerine göre sıralamaları ve puanlamaları istenmiştir. Karar vericiler kriterleri kendi önem sıralarına göre 1’den 10’a kadar sıralamıştır. Oluşturulan sıralamalar Tablo 3.3’te verilmiştir.

Tablo 3.3. Kriterlerin önem sıralaması

	Karar Verici-1	Karar Verici-2	Karar Verici-3
K ₁	6	1	1
K ₂	7	6	4
K ₃	1	2	3
K ₄	4	4	6
K ₅	9	3	5
K ₆	2	7	7
K ₇	3	5	2
K ₈	8	8	8
K ₉	5	9	10
K ₁₀	10	10	9

Karar vericiler kriterleri önem sırasına göre sıraladıktan sonra her bir kriterin göreceli önem düzeyleri belirlenmiştir. En önemli kritere “1” puanı verilerek diğer kriterlere 0-1 arasında 5’in katları olacak şekilde puanlar atanmıştır. Karar vericiler tarafından kriterlere verilen puanlar Tablo 3.4’te verilmiştir.

Tablo 3.4. Kriterlere verilen puanlar

	Karar Verici-1	Karar Verici-2	Karar Verici-3
K ₁	0,25	1	1
K ₂	0,15	0,30	0,20
K ₃	1	0,45	0,40
K ₄	0,30	0,25	0,20
K ₅	0,30	0,40	0,20
K ₆	0,50	0,25	0,15
K ₇	0,40	0,20	0,50
K ₈	0,25	0,20	0,15
K ₉	0,20	0,15	0,10
K ₁₀	0,10	0,10	0,15

Kriterlere ilişkin verilen puanlar kullanılarak s_j , k_j ve q_j değerleri her bir karar verici için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu değerler Tablo 3.5’te verilmiştir.

Tablo 3.5. Hesaplanan sj, kj, qj değerleri

	Karar Verici-1			Karar Verici-2			Karar Verici-3		
	sj	kj	qj	sj	kj	qj	sj	kj	qj
K ₁	0,25	1,25	0,2442	1	1	1	1	1	1
K ₂	0,15	1,15	0,212348	0,30	1,30	0,252621	0,20	1,20	0,396825
K ₃	1	1	1	0,45	1,45	0,689655	0,40	1,40	0,47619
K ₄	0,30	1,30	0,3663	0,25	1,25	0,394089	0,20	1,20	0,275573
K ₅	0,30	1,30	0,130676	0,40	1,40	0,492611	0,20	1,20	0,330688
K ₆	0,50	1,50	0,666667	0,25	1,25	0,202097	0,15	1,15	0,239629
K ₇	0,40	1,40	0,47619	0,20	1,20	0,328407	0,50	1,50	0,666667
K ₈	0,25	1,25	0,169878	0,20	1,20	0,168414	0,15	1,15	0,208373
K ₉	0,20	1,20	0,30525	0,15	1,15	0,146447	0,10	1,10	0,164722
K ₁₀	0,10	1,10	0,118796	0,10	1,10	0,133134	0,15	1,15	0,181194

Daha sonra her bir karar verici için hesaplanan kriter ağırlıklarının (wj) aritmetik ortalaması alınarak kriterlerin nihai ağırlıkları elde edilmiştir. Kriterlerin nihai ağırlıkları Tablo 3.6'daki gibidir. Karar vericilerin değerlendirmeleri sonucunda itfaiye istasyonu yer seçiminde en önemli kriterin 0,194 ağırlık değeriyle “K₁ - Anayollara Yakınlık” kriteri olduğu, en az öneme sahip kriterin ise 0,038 ağırlık değeriyle “K₁₀ - Arsa Maliyeti” kriteri olduğu anlaşılmıştır.

Tablo 3.6. Kriterlerin nihai ağırlıkları

Kriterler	Son Ağırlıklar				
	Karar Verici-1	Karar Verici-2	Karar Verici-3	Kriter Ağırlığı	Sıralama
K ₁	0,066173434	0,262641317	0,253816069	0,194210273	1
K ₂	0,057542117	0,066348697	0,100720662	0,074870492	7
K ₃	0,270980213	0,181131943	0,120864795	0,190992317	2
K ₄	0,099260151	0,103503967	0,069944904	0,090903008	5
K ₅	0,035410533	0,129379959	0,083933885	0,082908126	6
K ₆	0,180653475	0,053078958	0,060821656	0,098184696	4
K ₇	0,129038197	0,086253306	0,169210713	0,128167405	3
K ₈	0,046033693	0,044232465	0,052888397	0,047718185	9
K ₉	0,082716793	0,038463013	0,041809009	0,054329605	8
K ₁₀	0,032191394	0,034966375	0,04598991	0,037715893	10

3.7. Kriter Katmanlarının Normalize Edilmesi

Raster veri olarak hazırlanan kriter haritalarının piksel değerleri farklı aralıklarda oluşmuştur. Mesafe analizlerinde oluşan verilerle, yoğunluk analizlerinde oluşan verilerin birlikte değerlendirilebilmesi için tüm katmanların 0-1 aralığında normalize edilmesi gerekmektedir. Normalizasyon işlemi için Spatial Analyst Tools içerisinde yer alan “Raster Calculator” aracı kullanılmıştır. Anayollara yakınlık, alışveriş merkezlerine yakınlık, sanayi merkezlerine yakınlık, sağlık merkezlerine

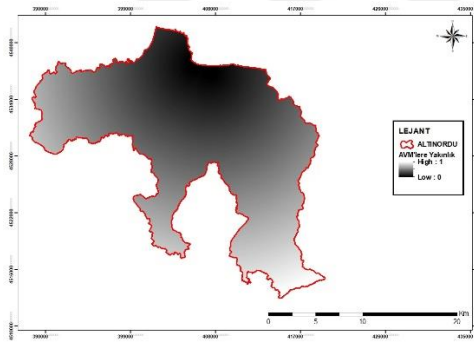
yakınlık, eğitim ve idari kurumlara yakınlık, akaryakıt istasyonlarına yakınlık, eğim ve arsa maliyeti kriterleri minimizasyon yönlü oldukları için küçük değerler yangın riski bakımından daha önemli olacaktır. Bu alanlar itfaiye istasyonu kurulumunda daha uygun alanlar olacaktır. Dolayısıyla normalizasyon işleminde bu alanların değeri 0'a yakın olacaktır. Kullanılan normalizasyon denklemi aşağıdaki gibidir.

$$X_{\text{norm}} = (X - X_{\text{min}}) / (X_{\text{max}} - X_{\text{min}}) \quad (3.1)$$

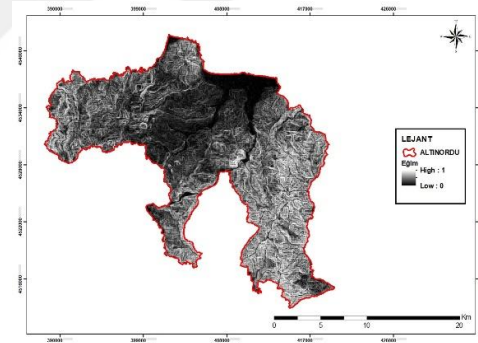
Nüfus yoğunluğu ve yangın sayısı kriterleri ise maksimizasyon yönlü oldukları için büyük değerler bizim için risk açısından daha önemli olduğundan normalizasyon işleminde bu alanların değerleri 0'a yakın olacaktır. Bu nedenle bu iki kriter için ters normalizasyon işlemi uygulanmıştır. Bu kriterler için kullanılan normalizasyon denklemi şu şekildedir:

$$X_{\text{norm}} = (X_{\text{max}} - X) / (X_{\text{max}} - X_{\text{min}}) \quad (3.2)$$

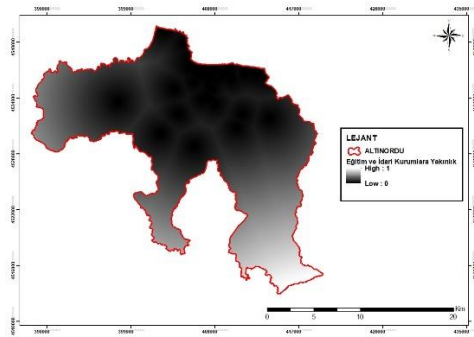
Oluşturulan normalizasyon haritaları Şekil 3.13'teki gibidir.



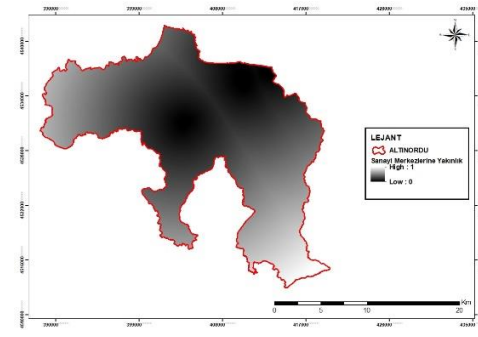
(a)



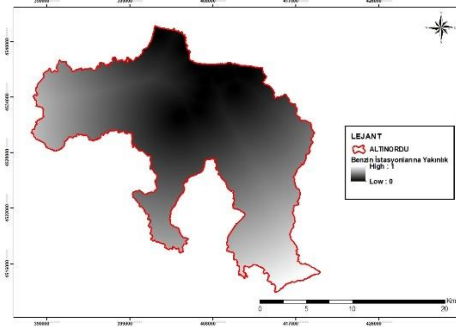
(b)



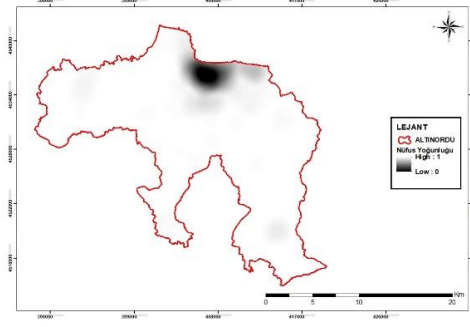
(c)



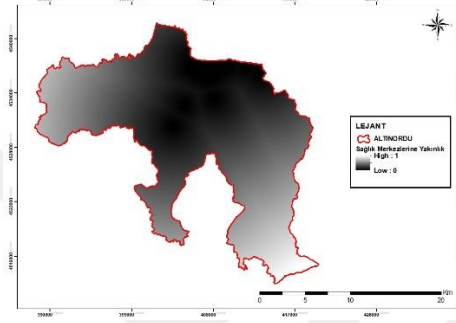
(d)



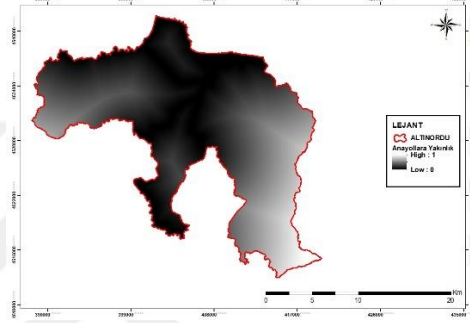
(e)



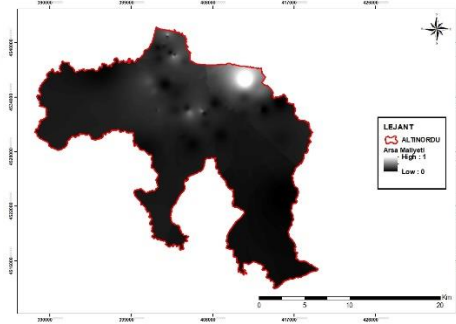
(f)



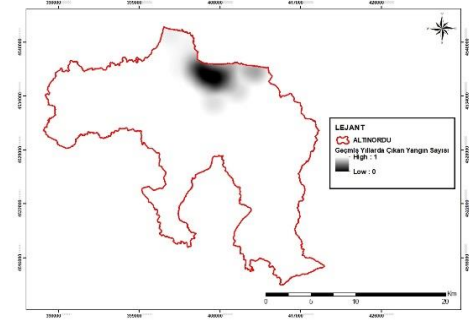
(g)



(h)



(i)



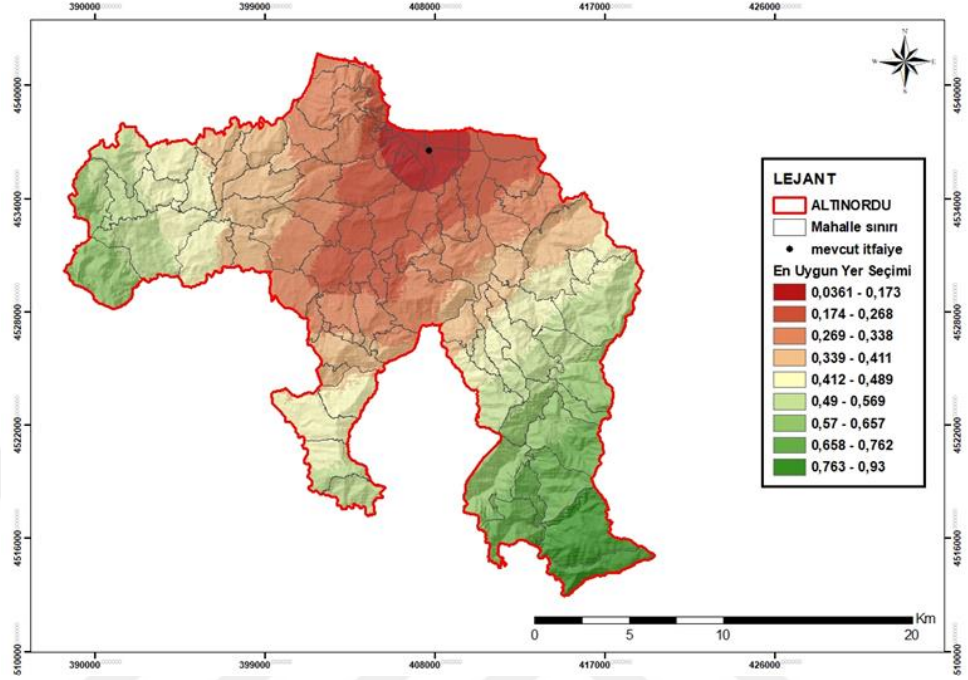
(i)

Şekil 3.13. Normalize edilmiş kriter haritaları; (a) Alışveriş merkezlerine yakınlık, (b) eğim, (c) eğitim ve idari kurumlara yakınlık, (d) sanayi merkezlerine yakınlık, (e) akaryakıt istasyonlarına yakınlık, (f) nüfus yoğunluğu, (g) sağlık merkezlerine yakınlık, (h) anayollara yakınlık, (i) arsa maliyeti, (i) geçmiş yıllarda çıkan yangın sayısı

3.8. Uygunluk Haritasının Üretilmesi

Bu aşamada her bir kritere ilişkin oluşturulan normalize edilmiş katmanlar ve SWARA yöntemi ile elde edilen ağırlık değerleri kullanılarak uygunluk haritası oluşturulmuştur. Kriterlere ait vektör formattaki katmanlar gerekli enterpolasyon, yoğunluk ve mesafe analizleri ile raster veri formatına dönüştürülmüştür. Analizde kullanılacak tüm kriter katmanları WGS84 UTM Zone 37 koordinat sisteminde hazırlanmıştır. Kriter katmanlarına ilişkin verilerin piksel boyutu 25 m olarak

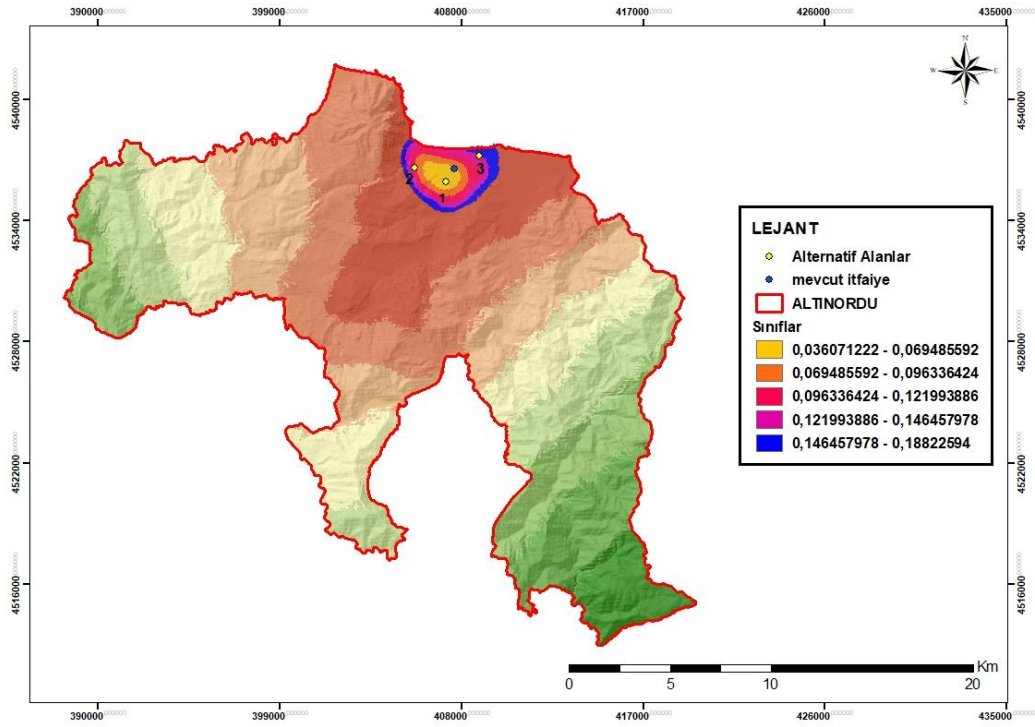
seçilmiştir. ArcGIS yazılımında yer alan Spatial Analyst Tools içerisindeki Weighted Sum (Ağırlıklı Toplam) aracı kullanılarak analiz işlemi gerçekleştirilmiş ve uygunluk haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan uygunluk haritası Şekil 3.14’te verilmiştir.



Şekil 3.14. İtfaiye istasyonları uygunluk haritası

İlçe düzeyinde yer seçimi konularında yapılan çalışmalara bakıldığında ağırlıklı çakıştırma ile elde edilen haritalarda en uygun olan alanların “hedef alanlar en küçük piksel değerinde arandığında” 0 - 0,2 aralığında olduğu gözlemlenmiştir. Kabak vd. (2018) yaptığı yer seçimi çalışmasında en uygun yerleri 0 - 0,2 aralığında belirlemiştir. Boyacı vd. (2021) ilçe bazlı yer seçimi çalışmasında en uygun yerleri 0 - 0,2 aralığında belirlemiştir.

Bu tez çalışması kapsamında elde edilen uygunluk haritasında elde edilen piksel değerleri CBS yazılımında elde edilen doğal kırılma (natural breaks) aralıklarına göre 0,0361- 0,173 aralığındaki alanlar itfaiye istasyonu kurulumu için en uygun alanların aranacağı yerler olarak tanımlanmıştır. 0,0361 – 0,173 aralığında kalan piksel değerleri tekrar 5 sınıfa ayrılarak değerlendirilmiştir. Bu aralık kendi içerisinde 5 sınıfa ayrılmıştır. Altınordu ilçesinde kurulabilecek itfaiye istasyonları için 3 alternatif alan belirlenmiştir. Belirlenen alanlar Şekil 3.15’te gösterilmiştir.



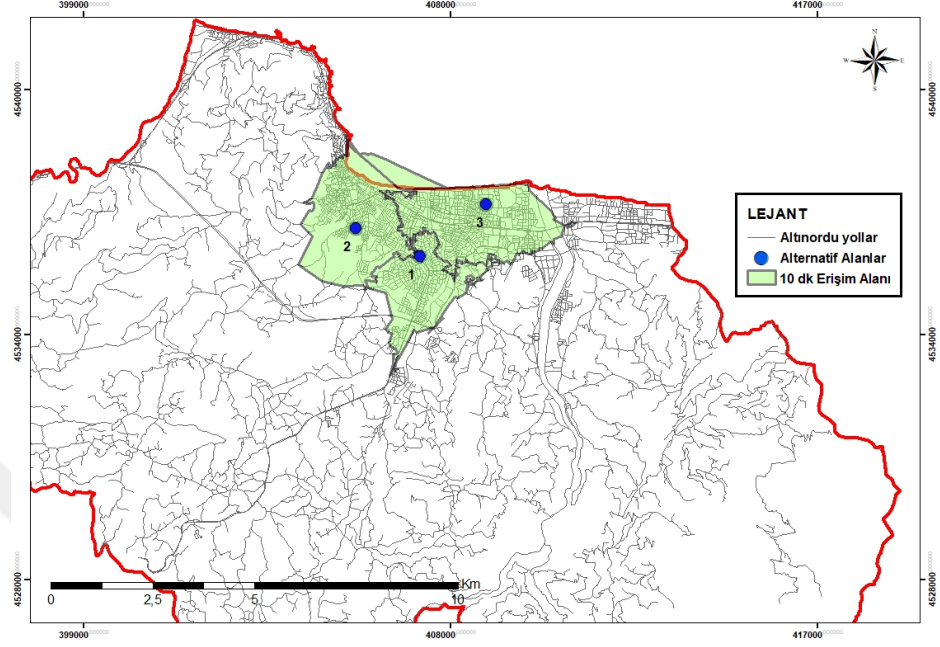
Şekil 3.15. İtfaiye istasyonları için alternatif alanlar

Belirlenen 1 numaralı alternatif alan Şahincili mahallesinde yol kenarında 1.872, 15 m²'lik alana sahip bir arsadır. Belirlenen 2 numaralı alternatif alan Bucak mahallesinde 2.873,70 m²'lik alana sahip bir arsadır. Son alternatif Akyazı mahallesinde yol kenarında 1.240,29 m²'lik alana sahip bir arsadır.

3.9. Alternatiflerin Ağ Analizi ile İrdelenmesi

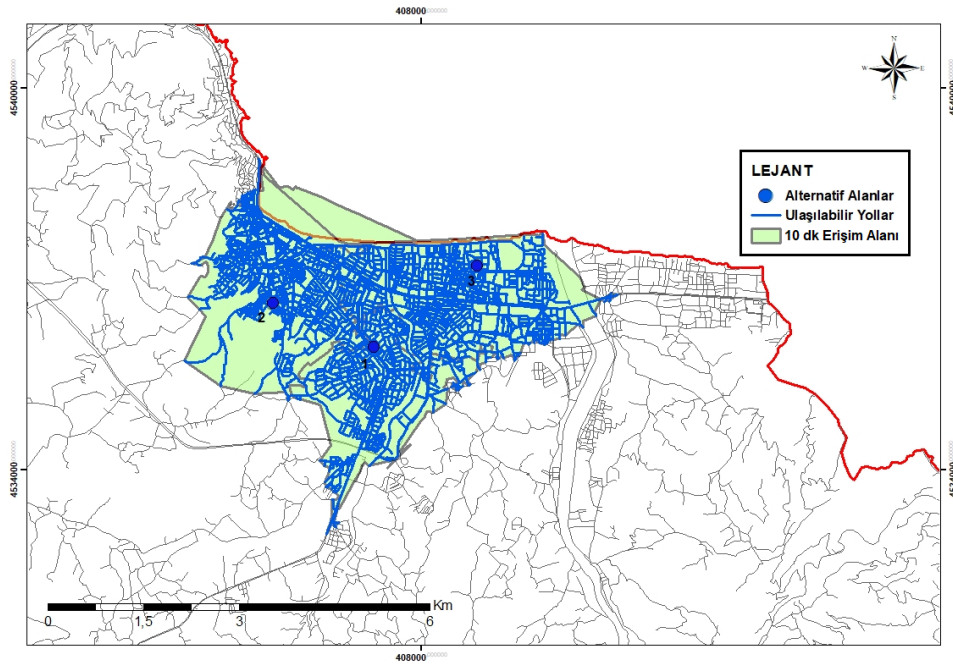
Altınordu ilçesine ait Open Street Map' ten temin edilen yol verisi kullanılarak alternatif alanlar ve mevcut itfaiye istasyonu için ağ analizi gerçekleştirilmiştir. Yol verisi devlet karayolu, bulvar, ve diğer yollar olmak üzere iki sınıfta değerlendirilmiştir. Yollara ilişkin ortalama hız değerleri yol katmanının öznitelik tablosuna sütun olarak eklenmiştir. Devlet karayolu ve bulvarlar için 30 km/s, diğer yollar için 15 km/s hız değerleri girilmiştir. Temin edilen yol verisi kullanılarak bir ağ veri seti (Network Dataset) oluşturulmuştur. Yol verisine ait öznitelik tablosuna yol uzunluklarının hıza oranlanması ile hesaplanan SURE sütunu eklenmiş ve ağ veri seti oluşturulurken bu sütun dikkate alınmıştır. Ağ veri seti oluşturulduktan sonra Network Analyst eklentisi kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanında alternatif alanlar ve mevcut istasyon için belirlenen süre içerisinde ulaşılabilir olan yollar ve ulaşılacak alanları belirlemek amacıyla servis alanı analizi yapılmıştır. Alternatifler ve mevcut itfaiye istasyonu için 2 dk çağrının alınışı ve hazırlık, 8 dk

ulaşım süresi olmak üzere 10 dk'lık servis (erişim) alanları hesaplanmıştır (Yıldırım, 2016). Alternatiflerin 10 dk içerisinde erişebilecekleri alanlar şekil 3.16'da gösterilmiştir.



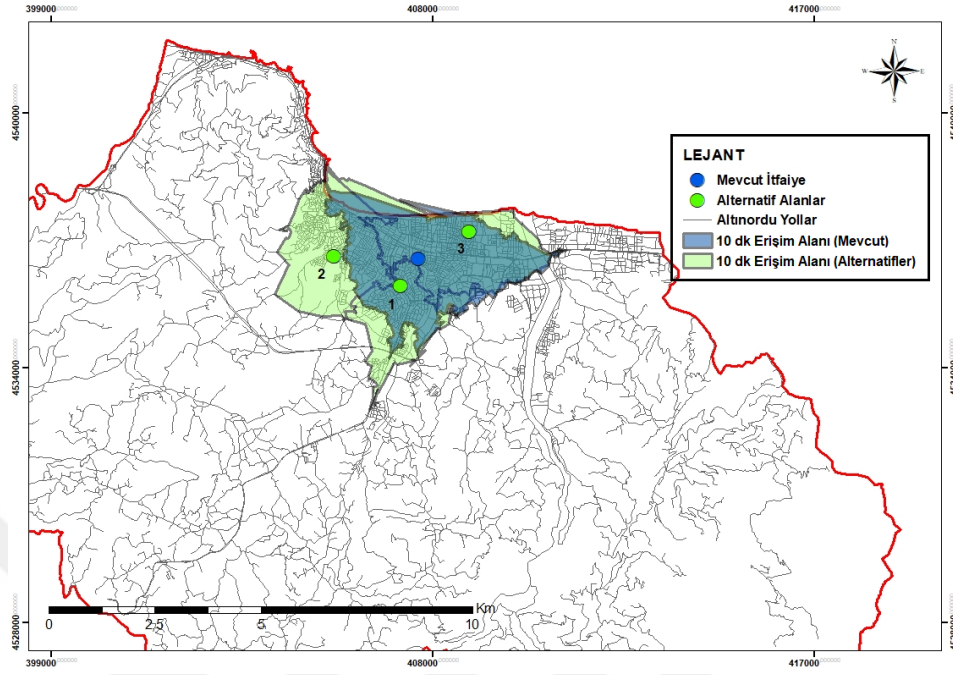
şekil 3.16. Alternatiflerin 10 dk erişim alanları

Yapılan ađ analizi sonucunda alternatifler için 10 dk içerisinde ulaşılabilir olan yollar şekil 3.17'de gösterilmiştir.



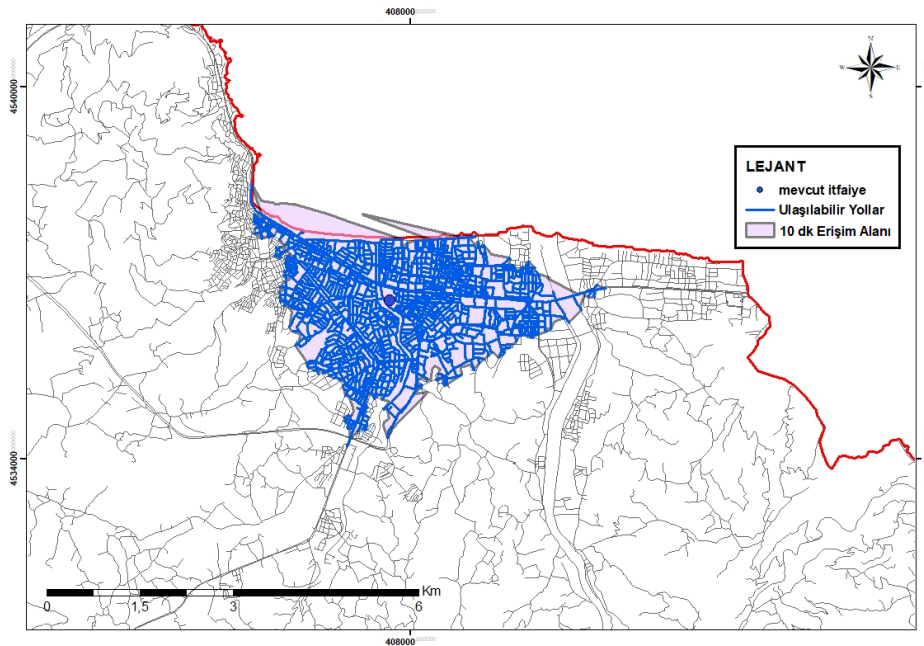
şekil 3.17. Alternatifler için 10 dk içerisinde ulaşılabilir olan yollar

Belirlenen alternatifler ve mevcut itfaiye istasyonunun 10 dk'lık kapsama alanları karşılaştırılmıştır. Elde edilen harita Şekil 3.18'de verilmiştir.



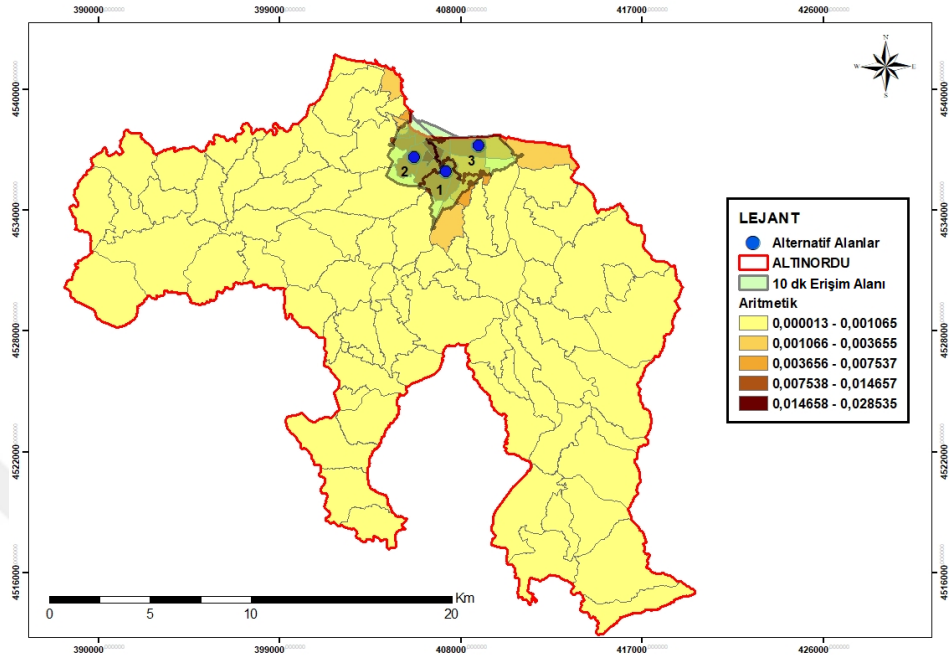
Şekil 3.18. Alternatifler ve mevcut istasyonun kapsama alanları

Mevcut itfaiye istasyonu için 10 dk içerisinde ulaşılabilir olan yollar Şekil 3.19'daki gibidir.



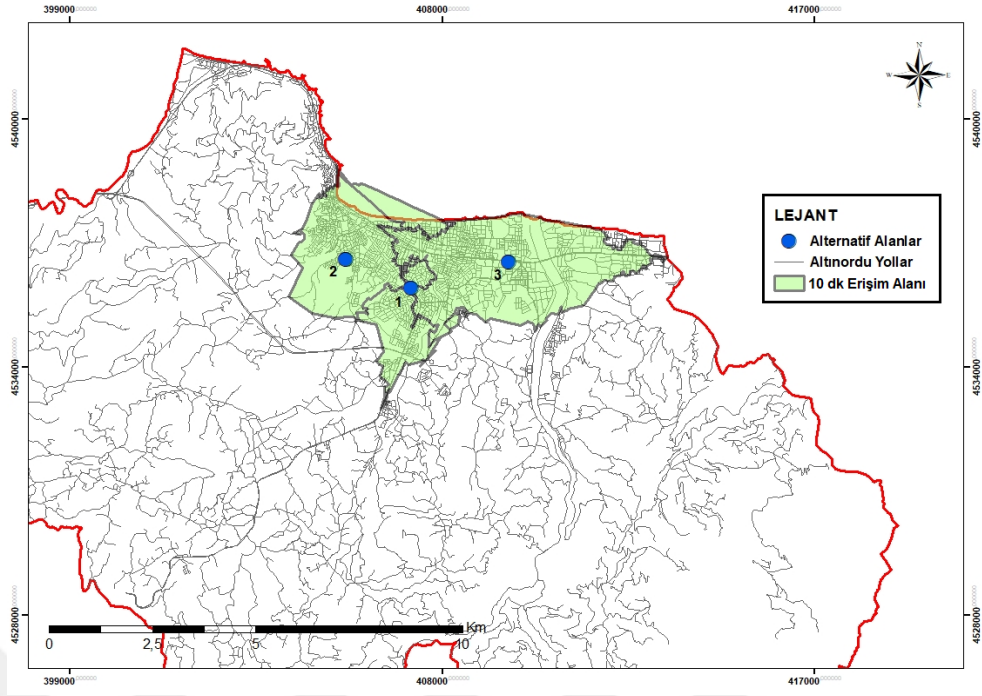
Şekil 3.19. Mevcut istasyon için 10 dk içerisinde ulaşılabilir olan yollar

Belirlenen alternatiflerin 10 dk'lık kapsama alanları ile mahalle bazında oluşturulan nüfus yoğunluk haritası çakıştırılmış ve bu alanların toplam nüfusun ne kadarını kapsadığı belirlenmiştir. Elde edilen harita Şekil 3.20'deki gibidir.



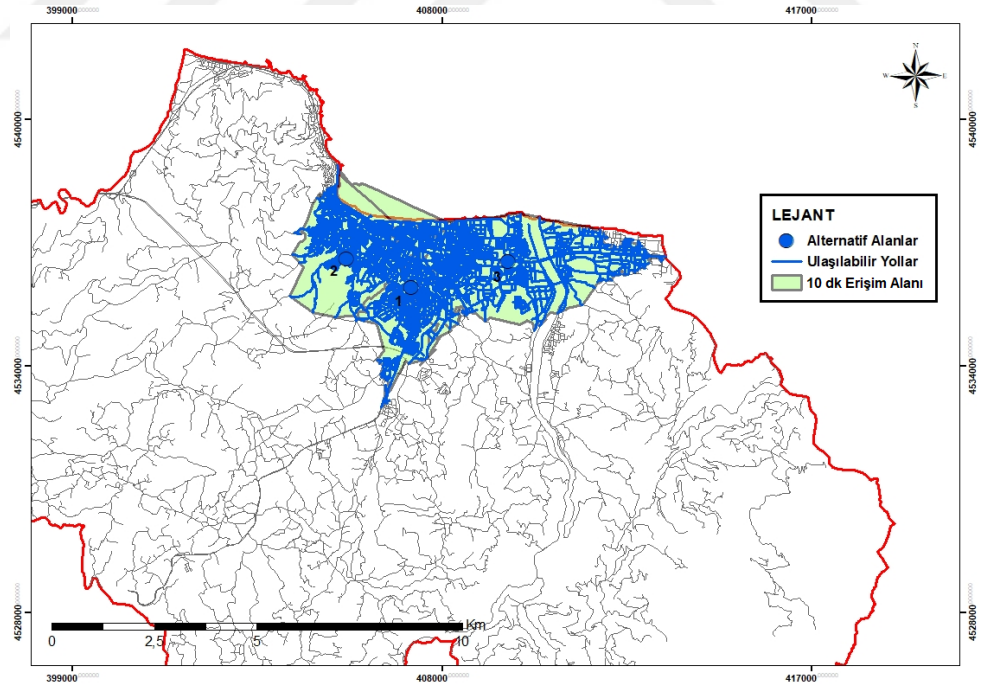
Şekil 3.20. Alternatiflerin hizmet verebildiği nüfus

Yapılan analiz sonucunda alternatifler için belirlenen 10 dk' lık servis alanının nüfusun %66'sını kapsadığı görülmektedir. Servis alanı analizi yapılırken gidiş yönü ihmal edilip araçların risk alarak ters yönde de gidebileceği düşünüldüğünde hesaplanan servis alanının nüfusun %68'ini kapsadığı görülmüştür.



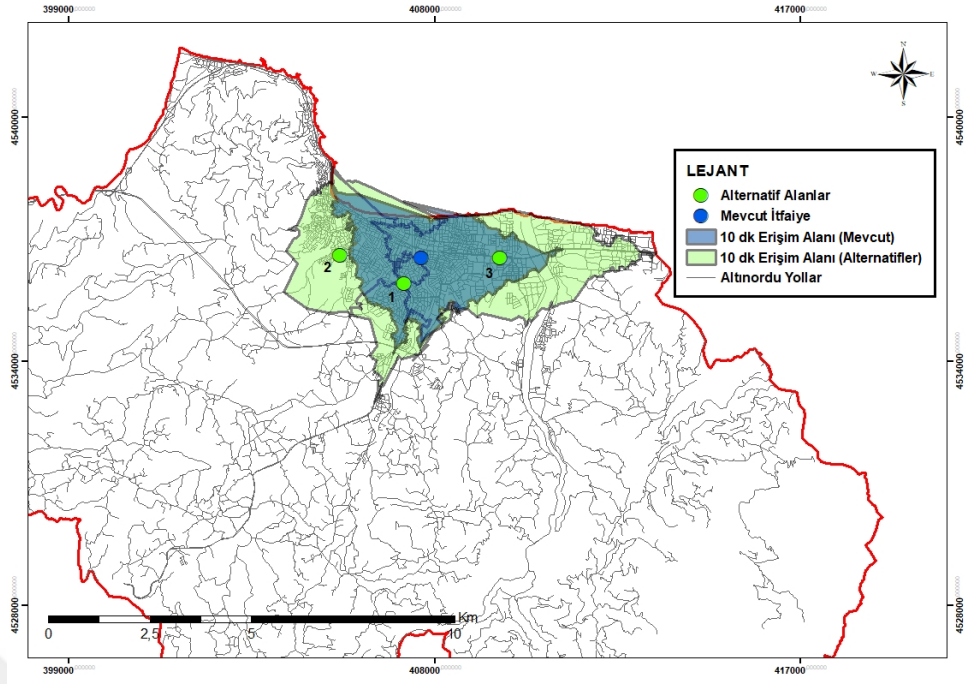
Şekil 3.21. Yeni alternatifler için 10 dk'lık kapsama alanları

Yeni alternatifler için 10 dk içerisinde ulaşılabilir olan yollar Şekil 3.22'de gösterilmiştir.



Şekil 3.22. Yeni alternatifler için 10 dk içerisinde ulaşılabilir olan yollar

Yeni alternatifler ve mevcut istasyonlarının 10 dk'lık kapsama alanları karşılaştırılmıştır. Elde edilen harita Şekil 3.23'teki gibidir.



Şekil 3.23. Yeni alternatifler ve mevcut istasyonun kapsama alanları

Alternatifler için yapılan servis alanı analizi bu noktalar için yapıldığında servis alanının nüfusun %71'ini kapsadığı görülmüştür.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada Ordu ili Altınordu ilçesinde itfaiye istasyonları için en uygun yerler belirlenmiştir. Çalışmada itfaiye istasyonlarının yer seçimine yönelik literatür araştırmaları doğrultusunda belirlenen 10 kriter kullanılmıştır. Bu kriterler eğitim, nüfus yoğunluğu, geçmiş yıllardaki yangın sayısı, sanayi merkezlerine yakınlık, alışveriş merkezlerine yakınlık, akaryakıt istasyonlarına yakınlık, sağlık kurumlarına yakınlık, eğitim ve idari kurumlara yakınlık, anayollara yakınlık ve arsa maliyetidir. Belirlenen kriterlere ilişkin ağırlık değerleri 3 deneyimli karar vericinin görüşleri doğrultusunda Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden olan SWARA yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Belirlenen ağırlık değerlerine göre en fazla öneme sahip kriterin ağırlık değeri “0,194” olan anayollara yakınlık olduğu görülmüştür. Anayollara yakınlık kriterini sırasıyla “0,191” ağırlık değeri ile sanayi merkezlerine yakınlık, “0,128” ile nüfus yoğunluğu, “0,098” ile akaryakıt istasyonlarına yakınlık, “0,091” ile sağlık merkezlerine yakınlık, “0,083” ile eğitim ve idari kurumlara yakınlık, “0,075” ile alışveriş merkezlerine yakınlık, “0,054” ile eğitim ve “0,048” ile geçmiş yıllardaki yangın sayısı kriteri takip etmiştir. Çalışmada en düşük önemli kriterin ise “0,038” ağırlık değeri ile arsa maliyeti kriteri olduğu görülmüştür. Çalışmada kullanılan kriterlere ait farklı formatlardaki veriler ilgili kurumlardan ve sitelerden temin edilmiştir. Analizde kullanılacak her bir kriter CBS ortamında katmanlar ile temsil edilmiştir. Her bir kriter için gerekli analizler yapılarak haritalar oluşturulmuş ve her bir kritere ilişkin haritalar raster veri formatına dönüştürülmüştür. Daha sonra her bir kriter için normalizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Her bir kriterin oluşturulan normalizasyon haritaları Spatial Analyst Tools içerisinde yer alan Weighted Sum fonksiyonu ile SWARA yöntemi kullanılarak hesaplanan ağırlık değerlerine göre üst üste bindirilmiş ve sonuç haritası elde edilmiştir. Elde edilen sonuç haritası 9 sınıfa ayrılmıştır. Bu haritaya göre koyu kırmızı alanların itfaiye istasyonları için en uygun alanlar olduğu belirlenmiştir. İtfaiye istasyonları için alternatif noktalar belirlenirken bu alan dikkate alınmış ve 5 sınıfa ayrılmıştır. Piksel değeri daha düşük olan alanlar kurulum açısından bizim için daha uygun olacağı göz önünde bulundurularak itfaiye istasyonları için 3 alternatif alan belirlenmiştir. Bu alan içerisinde belirlenen 3 alternatif için ağ analizi yapılarak 10 dk içerisinde ulaşabilecekleri hizmet alanları belirlenmiştir. Mevcut itfaiye istasyonu için yapılan ağ analizine bakıldığında nüfusun % 44’üne hizmet verebildiği görülmüştür. Alternatif istasyonlar ile hizmet verilen

nüfus % 66'ya ulaşmıştır. Alternatiflerin 10 dk içerisinde kapsadığı mahallelerin büyük bir kısmının ilçe merkezinde bulunan nüfus yoğunluğu en fazla olan mahaller olduğu anlaşılmıştır. Yapılan ağ analizleri sonucunda 10 dk erişim süresi için kapsama alanı 9,63 km²'den 15,57 km²'ye çıkmıştır. 3 numaralı alternatifin yeri değiştirildiğinde nüfusun % 71'ine hizmet verilebildiği görülmüştür. Kapsama alanı 20,47 km²'ye çıkmıştır.



5. ÖNERİLER

Çalışmada Altınordu ilçesi 3.derece deprem kuşağından yer aldığı için deprem riski kriter olarak ele alınmamıştır. Yapılacak diğer çalışmalarda çalışma alanı dikkate alınarak deprem riski yüksek olan alanlara yakınlık bir kriter olarak dahil edilebilir. Aynı şekilde yolcu terminallerine yakınlık, ahşap binalara yakınlık, trafik yoğunluğu, nehirlerle yakınlık gibi farklı kriterlerde çalışmaya eklenebilir. Kriter ağırlıkları belirlenirken görüşü alınan karar verici sayısı arttırılabilir. Kriter ağırlıklandırma aşamasında subjektif yöntem yerine Entropi gibi objektif ÇKKV yöntemleri kullanılarak çalışma tekrarlanabilir. Hem subjektif hem objektif yöntemlerin birlikte kullanıldığı karşılaştırmalı bir çalışma gerçekleştirilebilir. Aynı uygulama Ordu ilinin tamamı için yapılabileceği gibi farklı ilçe ya da iller içinde yapılabilir.

İtfaiye istasyonlarının yer seçimine yönelik yapılan bu çalışma gerçekleştirildiği alan, kullanılan yöntem ve kriterler göz önünde bulundurulduğunda önemli bir örnek teşkil ettiği düşünülmektedir.. Bu çalışmanın ileride CBS ve ÇKKV'nin birlikte kullanılacağı çalışmalarda literatüre katkı sağlayacağı öngörülmektedir. Çalışma karar vericilere itfaiye istasyonları için en uygun yerlerin belirlenmesinde verecekleri kararlarda yol gösterici olacaktır.

KAYNAKLAR

- Adalı Aytaç, E. ve Işık Tuş, A. (2017). Bir tedarikçi seçim problemi için SWARA-WASPAS yöntemlerine dayanan karar verme yaklaşımı. *International Review of Economics and Management*. 5(4). 56-77.
- Akdemir, A. (2019). “Alışveriş merkezleri için CBS tabanlı en uygun yer seçimi analizi: Üsküdar ilçesi örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Afyon.
- Aktaş, E., Özyayın, Ö., Ülengin, F., Önsel, Ş. ve Ağaran, B. (2009). İstanbul’da itfaiye istasyonu yerlerinin seçimi için yeni bir model. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*. 22(4). 2-12.
- Akyürek, Ö., O. Arslan ve A. Kaydemir (2013, Kasım). SO₂ ve PM₁₀ hava kirliliği parametrelerinin CBS ile konumsal analizi: Kocaeli örneği”. *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, Ankara.
- Amlashi, A. B. (2019). The role of optimal site selection of fire stations in urban safety. *International Journal of Human Capital in Urban Management*. 4(3). 223-238.
- Alkan, N. M. (2019). “Entegre çok kriterli karar verme yöntemi ve hedef programlama ile en uygun itfaiye yer seçimi”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Sakarya.
- Altınordu Kaymakamlığı, <http://altinordu.gov.tr/cografya> (Erişim tarihi. 25.11.2022)
- Aydinoğlu, Ç. A., Şişman, S. ve Ergül, İ. (2022). Sezgisel ağ tabanlı konum tahsis analiz algoritmaları ile tesis yeri optimizasyonu: İtfaiye tesisleri yer seçimi örneği. *Journal of Operations Management*. 6(1). 955-976.
- Anonim, (2006). Belediye İtfaiye Yönetmeliği, Yayınlandığı R.Gazete: Tarih: 21/10/2006 Sayı: 26326.
- Balkuvar, I. (2015). “Çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve VIKOR ile tablet seçimi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sayısal Yöntemler Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Boyacı Çalış, A. ve Tüzemen, Ç. M. (2020). Bütünleşik SWARA-MULTIMOORA yaklaşımı ile uçak gövdesi için malzeme seçimi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 8(4). 768-782.
- Budak, N. S. (2014). “PROMETHEE ve ANP çok kriterli karar verme yöntemleri: Ankara Sağlık Bakanlığı hastanelerinde uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Chaudhary, P., Chhetri, K. S., Joshi, M. K. ve Shrestha, M. B. (2016). Application of an Analytic Hierarchy Process (AHP) in the GIS interface for suitable fire site selection: A case study from Kathmandu Metropolitan City, Nepal. *Socio-Economic Planning Sciences*. 53. 60-71.
- Cengiz, D. (2012). “Çok kriterli karar verme yöntemleri üzerine karşılaştırmalı analiz”, Yüksek Lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Çabuk, A., Uyguçgil, H., Şorman, A., Avdan, U., Küpçü, S., Bektöre, E. ve Işık, Ö. (2010). *Coğrafi bilgi sistemlerinde analiz ve yorumlama*.
- Çakır, E. (2017). Kriter ağırlıklarının SWARA-Copeland yöntemi ile belirlenmesi: Bir üretim işletmesinde uygulama. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 4(1). 42-56.
- Çatay, B. (2011). İstanbul’ da itfaiye istasyonu yer seçiminde risk faktörüne dayalı bir çoklu kapsama yaklaşımı. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*. 22(2). 33-44.

- Demircioğlu, O. (2010). “Kuruluş yeri seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinin karşılaştırılması”, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Duman, H. M (2018). “Batı Akdeniz bölgesinde güneş enerjisi santrali için kuruluş yeri seçimi”, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Antalya.
- Durmaz, D. E., Akagündüz, E. ve Şahin, R. (2017). Tedarikçi seçim probleminde Hedef Programlama ve MOORA yöntemi: Uygulama çalışması. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 19(3). 1021-1044.
- Erden, T. ve M. Z. Coşkun (2011, Nisan). “Coğrafi bilgi sistemleri ve analitik hiyerarşi yöntemi yardımıyla itfaiye istasyon yer seçimi”. *XIII. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Ankara.
- Erdoğan, B. B. (2019). “Coğrafi bilgi sistemleri ile katı atık düzenli depolama tesisi yer seçimi”, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Samsun.
- Erol, N. Ü. (2022). “GIS-based multi-criteria decision making for EV charging station site selection”, Yüksek Lisans Tezi, Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Adana.
- Ertunç, E. ve Çay, T. (2020). Havaalanı yer seçiminde coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve analitik hiyerarşi süreci (AHP) kullanımı. *Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 8(2). 200-210.
- Güdücü, D. (2011). “Mobil iletişim bayi konumlarının belirlenmesinde çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin kullanılması”, Yüksek Lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Güler, D. (2016). “Analitik hiyerarşi yöntemi ve coğrafi bilgi sistemleri ile alternatif katı atık düzenli depolama alanı yer seçimi: İstanbul ili örneği”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Hepdeniz, K. (2014). “Bucak (Burdur) mermer ocaklarının coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak analiz edilmesi”, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Isparta.
- Hosseininasab, M. ve Daya, A. A. (2018). Janja bölgesinde (GD İran) dere sedimanı verilerine dayalı ters mesafe ağırlıklı (IDW) enterpolasyon yöntemi ve konsantrasyon-alan (C-A) fraktal modelleme kullanılarak jeokimyasal anomalilerin ayrılması. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*. 156. 169-180.
- Iqbal, S. A. (2020). “Otopark alanlarında CBS-tabanlı talep analizi ve yer seçimi: Pendik-İstanbul örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gebze.
- Işıldar, A. (2018). “Çok kriterli karar verme yöntemleriyle katı atık bertaraf yönetimi seçimi”, Yüksek Lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Denizli.
- İlker, A., Terzi, Ö. ve Şener, E. (2019). Yağışın alansal dağılımının haritalandırılmasında enterpolasyon yöntemlerinin karşılaştırılması: Akdeniz bölgesi örneği. *Teknik Dergi*. 30(3). 9213-9219.
- İnceyavuz, H. (2022). “Coğrafi bilgi sistemi (CBS) tabanlı Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yardımıyla alışveriş merkezleri için uygun yer seçimi: Adana şehir merkezi örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Konya.

- Jiang, Y., Lv, A., Yan, Z. ve Yang, Z. (2021). A GIS- based multi criterion decision-making method to select city fire brigade: A case study of Wuhan. *International Journal of Geo-Information*. 10(11). 1-26.
- Kabak, M., Erbaş, M., Çetinkaya, C. ve Özceylan, E. (2018). A GIS- based MCDM approach for the evaluation of bike-share stations. *Journal of Cleaner Production*. 201. 49-60.
- Kaleji, K. L. (2019). Investigation of spatial distribution and optimal site selection of fire station in Iran- A case study of Tehran Township using GIS (AHP model). *Geography and human relationships*. 1. 72-87.
- Karaatlı, M. ve Davras, G. (2014). Tedarikçi seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Hedef Programlama yöntemlerinin kombinasyonu: Otel işletmelerinde bir uygulama. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*. 12(24). 182-196.
- Karaca, T. (2011). “Proje yönetiminde çok kriterli karar verme tekniklerini kullanarak kritik yolun belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Katrancı, Ali. ve Kundakcı, N. (2020). Swara temelli bulanık COPRAS yöntemi ile soğuk hava deposu seçimi. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*. 7(1). 63-80.
- Kaya, H. (2018). Türkiye’de yangınlar (1923-1960). *Uluslararası Tarih Araştırmaları Dergisi*. 2(1). 28-39.
- Konak, E. (2014). “Acil tıbbi yardım istasyonlarının yer seçimi ve planlaması”, Yüksek Lisans Tezi, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Kuku, Ş. ve Türk, E. (2021). İtfaiye istasyonu ihtiyacının yedek çift kapsama yaklaşımıyla belirlenmesi ve yer seçimi: Trabzon kenti örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*. 7(2). 289-297.
- Lai, W., Han-Lun, L., Qi, L., Jing-yi, C. ve Yi-jiao, C. (2011). Study and implementation of fire sites planning based on GIS and AHP. *Procedia Engineering*. 11. 486-495.
- Murray, T. A. (2013). Optimising the spatial location of urban fire stations. *Fire Safety Journal*. 62. 64-71.
- Ordu Valiliği, <http://www.ordu.gov.tr/altinordu> (Erişim tarihi: 25.11.2022)
- Öztop, E. (2021). “Çok kriterli karar verme yöntemleri ile otomotiv sektöründe yedek parça tedarikçi seçimi”, Yüksek Lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Selçuk, O., Karakaş, H. ve Çetin, İ. E. (2020). Antalya ilinde turizme açık doğal alanların tehlike düzeylerinin bütünleşik SWARA-MOORA yöntemi ile belirlenmesi. *Coğrafya Dergisi*. (41). 77-91.
- Şen. A., İ. Önden., T. Gökgöz ve C. Şen (2011, Ağustos). “A GIS approach to fire station location selection”. *GI4DM 2011 GeoInformation For Disaster Management*, Antalya.
- Şişman, A., Yıldırım, R.E. (2019) Determining New Fire Station Location, Response Time Coverage Approach, *Fresenius Environmental Bulletin*, 28 (11), 8548-8554.
- Toklu Cengiz, M., Çağıl, G., Pazar, E. ve Faydalı, R. (2018). SWARA-WASPAS metodolojisine dayalı tedarikçi seçimi: Türkiye’de demir-çelik endüstrisi örneği. *Academic Platform Journal of Engineering and Science*. 6(3). 113-120.
- TÜİK. (2021). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi. Türkiye İstatistik Kurumu Erişim: 24 Ekim 2022, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>

- Türkoğlu, P. S. (2017). Karar vermede Hedef Programlama yöntemi ve uygulamaları. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(2). 29-46.
- Yavuz, Ö. ve Bozatay Anbarlı. Ş. (2015). Türkiye’de itfaiye hizmetlerinin örgütlenmesi ve etkinliği sorunu. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 5(2). 785-804.
- Yıldırım, E. R (2016). “Acil durum birimlerinin CBS ile vaka-konum analizi: Samsun örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Samsun.
- Yomralıoğlu, T. (2005). *Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar*. Trabzon: III. B. Akademi Kitabevi
- Yurdoğlu, H. ve Kundakcı, N. (2017). SWARA ve WASPAS yöntemleri ile sunucu seçimi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 20(38). 253-269.
- Yüce, U. H. (2018). “Çok kriterli karar verme yöntemleri ile Türkiye’de yaşanabilecek iller sıralaması”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Wang, W. (2019). Site selection of fire stations in cities based on Geographic Information System and Fuzzy Analytic Hierarchy Process. 24(6). 619-626.

ÖZ GEÇMİŞ

Nilay Yıldız, Ünye Anadolu Lisesi'ni bitirdikten sonra Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği bölümünden 10.06.2019 tarihinde mezun oldu. 2020 yılında OMÜ LEE Harita Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans programına girdi.

İletişim Bilgileri

ORCID ID : 0000-0003-4086-7015

Yayınlar:

1. Yıldız, N. ve Şişman, A. (2022). Investigation of flood risk areas in Ünye district with Best-Worst method using geographic information systems. Advanced Land Management. 2(1). 21-28.