Adıyaman University
Journal of Engineering Sciences
Adyü J Eng Sci 2025;12(27):321-343
Adıyaman Üniversitesi
Mühendislik Bilimleri Dergisi
Adyü Müh Bil Derg 2025;12(27):321-343
https://doi.org/10.54365/adyumbd.1714578

Research Article / Araştırma Makalesi

Afet Lojistiğinde MEREC-CODAS Yaklaşımıyla Güzergâh Seçimi: Adıyaman İli Uygulaması

Route Selection in Disaster Logistics Using the MEREC-CODAS Approach: A Case Study of Adıyaman Province

Miraçnur Doğan [1], Tamer Eren [2*]

[1]Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa / Türkiye
[2]Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kırıkkale / Türkiye

Öz

Türkiye, coğrafi konumu nedeniyle deprem, sel ve heyelan gibi afet risklerine sıkça maruz kalan bir ülkedir. Afet sonrası müdahalede, yardım ve malzeme akışını sağlayan lojistik güzergâhların etkin planlanması kritik öneme sahiptir. Bu çalışmada, yüksek afet riski taşıyan Adıyaman iline, komşu iller (Şanlıurfa, Kahramanmaraş, Malatya, Gaziantep ve Diyarbakır) üzerinden sağlanan alternatif ulaşım güzergâhları çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleriyle analiz edilmiştir. Kriter ağırlıkları objektif bir yöntem olan MEREC yaklaşımıyla belirlenmiş, güzergâhların performans sıralaması ise CODAS yöntemiyle yapılmıştır. Analiz sonuçları, kriterlerin illere göre önem düzeylerinin değiştiğini göstermiştir. Ulaşım süresi, Şanlıurfa, Kahramanmaraş ve Malatya için en kritik kriter olurken; Gaziantep'te alternatif bağlantı sayısı, Diyarbakır'da ise yol durumu öne çıkmıştır. CODAS analizine göre her ilde belirlenen birinci güzergâh en yüksek performansı göstermiştir. Bulgular, afet senaryolarında karar vericilere yöntemsel bir çerçeve sunarken, MEREC'in afet lojistiğinde ilk kez kullanılmasıyla literatüre katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Afet, Afet Lojistiği, MEREC, CODAS*

Abstract

Due to its geographical location, Turkey is a country frequently exposed to disaster risks such as earthquakes, floods, and landslides. Effective planning of logistics routes ensuring the flow of aid and supplies is critical in post-disaster response. In this study, alternative transportation routes provided to Adıyaman province, which carries a high disaster risk, via neighboring provinces (Şanlıurfa, Kahramanmaraş, Malatya, Gaziantep and Diyarbakır) were analyzed using multi-criteria decision-making (MCDM) methods. Criteria weights were determined using the objective MEREC approach, and the performance ranking of the routes was performed using the CODAS method. The analysis results showed that the importance levels of the criteria varied across provinces. Travel time was the most critical criterion for Şanlıurfa, Kahramanmaraş, and Malatya, while the number of alternative connections was the most important criterion in Gaziantep, and road conditions were the most prominent in Diyarbakır. According to the CODAS analysis, the first route determined in each province demonstrated the highest performance. The findings provide a methodological framework for decision-makers in disaster scenarios and contribute to the literature by using MEREC for the first time in disaster logistics.

Keywords: *Disaster, Disaster Logistics, MEREC, CODAS*

* Sorumlu yazar e-posta (Corresponding e-mail): teren@kku.edu.tr
Geliş Tarihi (Received):04.06.2025, **Kabul Tarihi (Accepted):** 03.09.2025

1. Giriş

Afetler, bir bölgede ciddi fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplara yol açabilen yıkıcı olaylardır. Bu etkiler tamamen önlenemese de alınacak stratejik önlemlerle azaltılabilmektedir [1]. Bu doğrultuda, etkin bir afet yönetimi büyük önem taşımaktadır [2]. Etkin bir afet yönetimi; mevcut afetlere karşı kaynakların organize edilmesi, yönlendirilmesi ve etkili biçimde kullanılmasıyla birlikte, yenilikçi yaklaşımların benimsenmesini ve bilgi altyapılarına yapılan yatırımları da içeren bütüncül bir süreçtir [3].Afet yönetimi sürecinin başarısında afet lojistiği kritik bir role sahiptir. Afet lojistiği, ihtiyaç duyulan kaynakların doğru zamanda, doğru yere ve uygun miktarda ulaştırılmasını sağlayarak müdahale süreçlerinin etkinliğini artırmaktadır [4]. Afet lojistiğinde, yardımın zamanında ulaşabilmesi için en uygun ulaşım güzergâhının seçilmesi, müdahale süresini doğrudan etkileyen stratejik bir karar problemidir. Doğru rota seçimleri, yardımların ihtiyaç bölgelerine hızlı ve güvenli bir biçimde ulaşmasını sağlayarak hem can kayıplarını azaltır hem de operasyonel maliyetlerin düşürülmesine katkıda bulunur [5].

Bu çalışmada ele alınan konu, Adıyaman'da meydana gelebilecek bir afet durumunda, Adıyaman'a komşu illerden en uygun ulaşım güzergâhlarının belirlenmesidir. Afet sonrası ilk saatlerin kritik olduğu düşünüldüğünde, yardım ekiplerinin hangi yollar üzerinden Adıyaman'a ulaşacağı, can kayıplarını azaltma açısından hayati önem taşımaktadır. Özellikle yolların durumu, ulaşım süresi, mesafe ve alternatif geçiş imkânları gibi değişkenler, hangi güzergâhın tercih edileceğini doğrudan etkilemektedir. Bu bağlamda çalışma, yalnızca teorik bir güzergâh analizi sunmamakta; aynı zamanda gerçek afet senaryolarında hangi yolun zaman kazandıracağına dair somut karar desteği üretmektedir. Kriterlerin ağırlıklandırılmasında kullanılan MEREC yöntemi, her kriterin bilgi katkısını analiz ederek, kriter kaldırıldığında oluşan bilgi kaybına dayalı ağırlık hesaplayan ve tamamen objektif sonuçlar üreten yeni nesil bir yaklaşımdır. Bu teknik özellikleri sayesinde subjektif yargılardan bağımsız, güvenilir ve veri odaklı kriter ağırlıkları elde edilmektedir. Alternatiflerin sıralanmasında kullanılan CODAS yöntemi ise, mesafe temelli karşılaştırma mantığıyla, afet lojistiği gibi zaman ve güvenlik odaklı problemlerde tutarlı ve güvenilir sonuçlar üretme potansiyeline sahiptir. Ayrıca, MEREC yönteminin afet lojistiği kapsamında ilk kez kullanılması, çalışmayı yöntemsel açıdan özgün kılmaktadır. Bu yönüyle çalışma, literatürde afet lojistiğinde güzergâh seçimi problemlerine odaklanan çalışmaların sayıca sınırlı olduğu gerçeğinden hareketle hem teorik literatüre katkı sağlamakta hem de karar vericilere afet sonrası ulaşım planlamasında uygulanabilir bir yöntemsel çerçeve sunmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde afet lojistiği ve kavramsal çerçeveye, üçüncü bölümde ise literatür taramasına yer verilmiştir. Dördüncü bölümde MEREC ve CODAS yöntemlerinin teorik temelleri sunulmuş, beşinci bölümde uygulama analizleri gerçekleştirilmiştir. Son bölümde elde edilen bulgular değerlendirilerek sonuç ve öneriler sunulmuştur.

2. Afet Lojistiği ve Kavramsal Çerçeve

Afet lojistiği, afet yönetimi sürecinin operasyonel başarısını belirleyen kritik unsurlardan biridir. Literatürde insani yardım lojistiği olarak da anılan bu alan, deprem, sel, terör saldırısı, sağlık krizi veya askeri çatışma gibi olağanüstü durumlarda ihtiyaç duyulan malzeme, personel ve finansal kaynakların hızlı, doğru ve etkili şekilde temin edilmesini sağlamaktadır [6]. Genel olarak afet yardım faaliyetleri; ilk yardım malzemeleri, gıda, ekipman ve arama-kurtarma personelinin tedarik noktalarından afetin etkilediği geniş ve dağınık coğrafi alanlara ulaştırılmasıyla ilgilidir.

Bunun yanı sıra, afetten etkilenen bireylerin olay bölgesinden güvenli bir şekilde tahliye edilmesi ve hızlı biçimde sağlık kuruluşlarına sevk edilmesi de bu faaliyetler kapsamında değerlendirilir [7]. Afet lojistiğinde hızlı ve doğru yardım ulaştırma kapasitesi, korunmasız bireylerin ihtiyaçlarını zamanında karşılamak açısından kritik öneme sahiptir. Bu doğrultuda gerekli malzeme, ürün ve bilginin depolanması, ihtiyaç noktalarına etkin biçimde ulaştırılması ve bu sürecin planlanarak yönetilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda yürütülen tüm faaliyetler, afet lojistiği kavramını oluşturmaktadır [8].Afet lojistiği yalnızca yardım malzemelerinin taşınmasıyla sınırlı olmayıp, aynı zamanda arama-kurtarma ekiplerinin sevk edilmesi, geçici barınma alanlarının kurulması, sağlık hizmetlerinin ulaştırılması ve tahliye operasyonları gibi çok çeşitli faaliyetleri kapsar. Bu faaliyetlerin tümü, zaman, maliyet ve güvenlik unsurlarının dengelenmesi gereken hassas bir planlama sürecine dayanır. Özellikle afetin ilk saatlerinde doğru kararların verilmesi, müdahale sürecinin başarısını doğrudan etkiler [5]. Bu nedenle afet lojistiği hem stratejik hem de operasyonel düzeyde alınan kararların bütüncül bir çerçevede ele alınmasını gerektirir.

2.1. Afet Lojistiğinin Aşamaları

Afet lojistiği genellikle çok aşamalı bir süreç olarak ele alınmakta olup, farklı bakış açılarına göre birçok kavramı bünyesinde barındırmaktadır. Bu kapsamda risk yönetimi; afet yönetimiyle ilişkili olarak planlama, afet öncesi alınacak önlemler, hasar değerlendirmesi, olay anındaki müdahale ve afet sonrası iyileştirme süreçlerine odaklanmaktadır [9]. Afet lojistiği ise olay öncesi, olay anı ve olay sonrasını içeren çeşitli aşamalardan oluşur; bu aşamalar aşağıda kısaca açıklanmıştır [10].

- **Hazırlık Aşaması:** Afet öncesini ifade eden bu aşama; risk analizi, ön stoklama, depo planlaması, ulaşım yollarının belirlenmesi ve insan kaynağının eğitilmesi gibi uygulamaları kapsamaktadır. Amaç, afet gerçekleşmesi durumunda gereksinimlerin gecikmeden karşılanmasını sağlamaktır.
- **Müdahale Aşaması:** Afetin hemen sonrasında başlayan bu süreç, arama kurtarma uygulamalarını, yardım malzemelerinin ulaştırılması, sağlık hizmetlerinin devreye alınması ve afetzedelerin tahliyesi gibi acil müdahaleleri içermektedir. Bu aşamada zamanlama ve koordinasyon hayati öneme sahip olmaktadır.
- **İyileştirme Aşaması:** Afet sonrası toplumun normale dönmesini sağlayan bu süreç yürütülen yeniden yapılandırma faaliyetlerini içerir. Altyapı onarımlarını, kalıcı barınma çözümlerini ve lojistik sistemin yeniden düzenlenmesi bu kapsamda ele alınmaktadır. Aynı zamanda afet sonrası öğrenilen bilgilerin, gelecekteki müdahale planlarına entegre edilmesi de bu sürecin önemli bir parçası olmaktadır.

Dolayısıyla afet anlarında hızlı, etkili ve koordineli bir yardım akışının sağlanabilmesi, afet lojistiğinin stratejik önemini açıkça ortaya koymaktadır. Bu sebeple, afet lojistiğinin çalışma mantığını ve hangi temel süreçlerden oluştuğunu anlamak, çalışmanın sonraki bölümleri açısından yol gösterici olmaktadır. Ayrıca afet lojistiğinin başarısı, yalnızca hazırlık, müdahale ve iyileştirme aşamalarının etkin yürütülmesiyle değil, aynı zamanda depo yönetimi, rota optimizasyonu, envanter planlaması ve kaynak tahsisi gibi kritik lojistik kararların doğru alınmasıyla mümkündür. Bu bağlamda güzergâh seçimi, afet lojistiğinde müdahale süresini doğrudan etkileyen stratejik bir faktör olarak öne çıkmaktadır.

3. Literatür

Afet lojistiği literatüründe rota seçimi, depo yeri belirleme, yardım malzemesi dağıtımı ve tedarik zinciri yönetimi gibi konuların çoğunlukla ÇKKV yöntemleriyle ele alındığı görülmektedir. Türkiye odaklı çalışmalardan Hamurcu ve Eren [11], Ankara ili özelinde planlanan monoray sistemi için alternatif güzergâhları değerlendirmişlerdir. Peker ve ark. [12], ani gelişen afet senaryolarında yardım depolarının en uygun konumlandırılması ve afet bölgelerine en hızlı erişimi sağlayan rotaların belirlenmesi amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı bir model geliştirmiştir. Altın ve ark. [13], Kırıkkale ilinde acil durum ve afet anlarında yoğunluk yaşanması muhtemel bölgeleri belirleyerek, bu lokasyonlara alternatif ulaşım seçenekleri değerlendirmiş ve bu alternatif lokasyonları önceliklendirmiştir. Anuar ve ark. [14], insani yardım lojistiğinde araç rotalama stratejilerini analiz ederek afet koşullarında esnek rota planlaması için çözüm önerileri geliştirmiştir. Geng [15], afet lojistiğinde rota optimizasyon problemlerini sistematik bir literatür analiziyle incelemiş, Saei ve Tajik [16] ise çoklu afet senaryolarında yol hasarı ve talep önceliğini dikkate alarak dayanıklı rota planlama stratejileri önermiştir. Kumar ve Singh [17], insani yardım tedarik zincirinde sürdürülebilir rota seçimi amacıyla bulanık AHP ve VIKOR yöntemlerini kullanmıştır. Zhang ve ark. [18], afet sonrası yardım ulaştırmada rota ve kaynak tahsisini eş zamanlı optimize eden hibrit bir model önermiştir. Condor ve ark. [19], afet sonrası yardım kaynaklarının dağıtımını karma tamsayılı programlama modeli ile optimize etmiştir. Tezcan ve ark. [20], Kırıkkale ilinde geçici depo yeri seçimi ve araç rotalama problemini AHP, BAHP, TOPSIS, PROMETHEE ve VIKOR yöntemlerini entegre ederek analiz etmiş, güvenlik ve altyapı kriterlerinin öne çıktığını raporlamıştır. Bayram ve Eren [21], ise geçici depo yeri seçimi için AHP, TOPSIS, ELECTRE ve PROMETHEE yöntemlerini kullanarak, ulaşım, altyapı ve güvenlik kriterlerinin afet sonrası lojistik planlamadaki önemini vurgulamıştır. Gök ve ark. [22], Bursa ili özelinde afet sonrası geçici depo yeri seçimini AHP, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerini kullanarak analiz etmiş ve ulaşım ağı ile güvenlik kriterlerinin öncelikli olduğunu ortaya koymuştur.2024–2025 yıllarında yayınlanan çalışmalar yöntemsel çeşitlilik ve uygulama alanı açısından dikkat çekmektedir. Ghahremani-Nahr ve ark. [23], insanî yardım lojistiğinde yoksunluk maliyetlerini dikkate alarak robust–bulanık–olasılıksal karar verme modeli geliştirmiştir. Li ve ark. [24], Çin'de acil durum depo yerleşimini optimize etmek için gri sistem teorisine dayalı ÇKKV modeli önermiştir. Lee ve Cho [25], acil yardım ulaştırmada belirsizlik ve iletişim kesintisini dikkate alan merkeziyetsiz bir "dağıtık acil lojistik sistemi" önerilmişlerdir.

3.1. MEREC Yöntemini Kullanan Çalışmalar

MEREC yöntemi, kriterlerin objektif ağırlıklarını belirlemek için her bir kriterin modelden çıkarılması durumunda toplam performans üzerindeki etkisini analiz eden yenilikçi bir objektif ağırlıklandırma tekniğidir [26]. Bu yöntem, herhangi bir uzman yargısına ihtiyaç duymadan, tamamen veri tabanlı ve performans etkisine dayalı ağırlıklandırma yapmasıyla öne çıkar [27]. Literatürde tedarik zinciri yönetimi, sürdürülebilir enerji, hizmet kalitesi ve ekonomi gibi alanlarda yaygın olarak uygulanmaktadır; ancak afet lojistiği özelinde MEREC'in doğrudan kullanıldığı çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu bağlamda, çalışmamızda MEREC yönteminin afet lojistiği kriter ağırlıklandırmasına uyarlanması hem yöntemin esnekliğini ortaya koymakta hem de literatüre yöntemsel bir katkı sağlamaktadır.

Çizelge 1. MEREC yöntemini kullanan çalışmalar

Yazarlar	Uygulama Alanı	Yöntemler	Katkı
Ecer ve Zolfani [26]	OPEC ekonomik özgürlük	MEREC-DNMA	Ekonomik özgürlük analizinde MEREC
Keleş [27]	Forklift seçimi problemi	DNMEREC - Çoklu Sıralama	MEREC'in 21 yöntemle entegre uygulaması
Saidin ve ark. [28]	Akademik personel performansı	Bulanık MEREC	Geliştirilmiş MEREC ile belirsizlik çözümü
Çiftçi ve Aydın [29]	OECD ülkelerinin lojistik ve küresel yetenek rekabet gücü	MEREC–AHP–TOPSIS	OECD ülkelerinin lojistik ve rekabet gücünün objektif şekilde sıralanması
Esangbedov ve Tang [30]	Karbonsuzlaşma stratejileri	MEREC–MAIRCA	Kurumsal karbonsuzlaşma stratejilerinin değerlendirilmesi ve MEREC'in gri sistemlerle entegrasyonu
Mondal ve ark. [31]	Sürdürülebilir orman yönetimi	Bulanık MEREC–MARCOS	Orman yönetiminde belirsizlik ortamında kriter ağırlıklandırma ve alternatif sıralama
Wang ve ark. [32]	Yeraltı maden sensör seçimi	MEREC–CoCoSo	Yeraltı madenciliğinde en uygun sensör seçimi için hibrit model
Seikh ve Chatterjee [33]	Elektrikli araç stratejileri	MEREC–VIKOR	Elektrikli araçların yaygınlaştırılmasına yönelik sürdürülebilir stratejilerin önceliklendirilmesi

Çizelge incelendiğinde, MEREC yönteminin 2021'den bu yana farklı sektörlerde yaygın olarak kullanıldığı ve genellikle hibrit modellerle entegre edildiği görülmektedir. Ekonomi, endüstri, eğitim, enerji ve madencilik gibi alanlardaki uygulamalar, yöntemin hem objektif ağırlıklandırma hem de belirsiz ortamlarla başa çıkma kapasitesini göstermektedir. Ancak afet lojistiği bağlamında doğrudan bir MEREC uygulamasına rastlanmamış olması, bu çalışmanın yöntemsel özgünlüğünü ön plana çıkarmaktadır.

3.2. CODAS Yöntemini Kullanan Çalışmalar

CODAS yöntemi, alternatiflerin pozitif ve negatif ideal çözümlerden uzaklıklarını değerlendirerek sıralama yapan bir ÇKKV yaklaşımıdır [34, 36]. Son yıllarda, enerji yönetimi, atık geri kazanımı, tarım, finans, endüstri ve siber güvenlik gibi farklı sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Çoğu uygulamada, CRITIC, SWARA, AHP ve BWM gibi kriter ağırlıklandırma yöntemleriyle entegre edilerek karar verme süreçlerinin etkinliği artırılmıştır. Ancak afet lojistiği özelinde CODAS yöntemiyle yapılmış bir çalışma tespit edilmemiştir. Bu bağlamda CODAS'ın esnek yapısı ve performans odaklı yaklaşımı, afet lojistiğinde rota veya depo seçimi gibi kritik karar problemleri için güçlü bir alternatif oluşturabilir.

Çizelge 2 incelendiğinde, CODAS yönteminin farklı sektörlerde karar verme süreçlerinde etkin bir biçimde kullanıldığı görülmektedir. Özellikle enerji, atık yönetimi ve tarım alanlarında sürdürülebilirlik odaklı problemler için güçlü bir sıralama tekniği olarak tercih edilmiştir. Ayrıca finans ve siber güvenlik gibi alanlarda da başarılı uygulama örnekleri mevcuttur. Bu çalışmalar CODAS'ın farklı sektörlerde esnek bir sıralama tekniği olarak etkin şekilde kullanılabildiğini, özellikle hibrit modellerle entegre edilerek karar süreçlerinin doğruluğunu artırdığını göstermektedir. Ancak literatürde afet lojistiği özelinde CODAS uygulamasına rastlanmamıştır. Bu çalışma, CODAS yöntemini afet lojistiği güzergâh seçimine uyarlayarak literatüre yeni bir katkı sunmaktadır. Literatür taramasında görüldüğü üzere, MEREC yöntemi farklı alanlarda

objektif kriter ağırlıklandırma için güçlü bir araç olarak öne çıkarken, CODAS yöntemi de alternatiflerin ayrıştırılmasında yüksek ayrım gücüne sahip esnek bir sıralama tekniği olarak kullanılmaktadır. MEREC, Entropi veya CRITIC gibi diğer objektif yöntemlere kıyasla, kriterin karar modeli üzerindeki gerçek etkisini "çıkarılma etkisi" mantığıyla hesaplayarak daha dinamik ve güçlü bir ağırlıklandırma sağlar [32]. CODAS ise, TOPSIS veya EDAS gibi yöntemlerin aksine, hem Öklidyen (E_i) hem de Taxicab (T_i) mesafelerini kullanarak yakın performanslı alternatifleri dahi daha hassas şekilde sıralayabilmektedir [35]. Çalışmamızda CODAS'ın tercih edilme nedeni, güzergâh seçiminde yakın performanslı alternatifleri hassas bir şekilde ayırt edebilmesi ve afet senaryolarında karar vericilere güvenilir bir sıralama mekanizması sunabilmesidir. Bu hibrit yapı sayesinde, afet senaryolarında kritik olan güzergâh seçim problemleri hem objektif kriter ağırlıkları hem de güçlü bir sıralama mekanizması ile değerlendirilebilmekte, karar vericilere sistematik ve güvenilir bir çerçeve sunulmaktadır.

Çizelge 2. CODAS yöntemini kullanan çalışmalar

Yazarlar	Uygulama Alanı	Yöntemler	Katkı
Kumari ve Acherjee [34]	Non-konvansiyonel işleme yöntemi seçimi	CRITIC–CODAS	İşleme süreçlerinin seçimi için entegre karar modeli
Çınaroğlu [35]	Emeklilik şirketi performans analizi	Entropi–EDAS–CODAS	Finans sektöründe CODAS tabanlı performans analizi
Jafarzadeh Ghoushchi ve ark. [36]	Temiz enerji engellerinin değerlendirilmesi	SWARA–CODAS	Enerji politikalarında engel önceliklendirmesi
Alkan [37]	Yenilenebilir enerji sistemleri seçimi	CRITIC–SWARA–CODAS	Sürdürülebilir enerji yatırımlarında CODAS uygulaması
Ayub ve ark. [38]	Atık geri kazanım süreç seçimi	AHP–IVFFS–CODAS	Atık yönetiminde sürdürülebilirlik analizi
Kamber ve ark. [39]	Tarımsal damla sulama pompası seçimi	BWM–PF–CODAS	Tarımda sürdürülebilir pompa seçimi
Sahin ve ark. [40]	Siber güvenlik yazılım seçimi	CRITIC–CODAS	Siber güvenlikte yapay zekâ tabanlı yazılım seçimi

4. Materyal ve Metod

Çalışmada, Adıyaman'ın komşu illeri olan Gaziantep, Şanlıurfa, Kahramanmaraş, Malatya ve Diyarbakır'dan afet lojistiği kapsamında ulaşımı sağlayan beş adet alternatif güzergâh belirlenmiş ve bu güzergâhlar, beş kriter doğrultusunda ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Öncelikle kriterler MEREC yöntemiyle ağırlıklandırılmış, sonraki aşamada CODAS yöntemiyle her il için beş adet rota arasından en uygun olanı belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada güzergâhların geçtiği bölgelerdeki afet riskleri (deprem, heyelan, su baskını vb.) de dikkate alınmıştır.

4.1. MEREC Yöntemi

MEREC yöntemi, Ghorabaee ve ark. [41] tarafından literatüre kazandırılmış yeni nesil bir ÇKKV tekniğidir. Yöntem objektif ÇKKV yöntemleri arasında yer almaktadır. Kriterlerin objektif olarak ağırlıklandırılması ÇKKV analizlerinde önemli bir yer tutmaktadır. Sübjektif ağırlıklandırma yöntemlerinde karar vericinin bilgi düzeyi sonuçları doğrudan etkilerken, objektif yöntemler verinin yapısına dayanarak dış müdahale olmaksızın kriter ağırlıklarını belirlenmektedir. Dolayısıyla daha güvenilir ve tutarlı sonuçlar elde edilmektedir [42]. Mevcut literatürde, MEREC yönteminin doğrudan afet lojistiği uygulamalarında kullanıldığına dair spesifik bir çalışmaya rastlanmamaktadır. Ancak farklı sektörlerde başarıyla uygulanmış olması, bu yöntemin afet

lojistiği gibi çok kriterli ve belirsizlik içeren karar süreçlerinde de etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. Bu nedenle, çalışmanın konusu ve kullanılan yöntemle literatüre yenilikçi bir katkı sunulması amaçlanmaktadır.

MEREC yönteminin işlem adımları aşağıda verilmiştir [41].

1.Adım: Karar matrisinin oluşturulması
İlk aşamada, her bir kritere ait değerlere veya alternatiflere karşılık gelen puanlara yer verilen bir karar matrisi oluşturulur. Bu matrisin her bir elemanı X_{ij} sembolü ile gösterilir.

$$\mathrm{X} = \left[x_{ij}\right]_{m*n} \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

2.Adım: Normalize karar matrisinin oluşturulması
Karar matrisi oluşturulduktan sonra kriterlerin fayda ve maliyet özelliklerine göre normalizasyon işlemi yapılır. Normalize edilen matris elemanları x_{ij}^{*} değeri ile gösterilmektedir. Kriterler fayda yönlü ise Denklem 2, maliyet yönlü ise Denklem 3, kullanılmaktadır.

$$x_{ij}^{*} = \frac{x_{ij}}{max_i(x_{ij})};\ \mathrm{i} = 1,2,\cdots,\mathrm{m};\ \mathrm{j} = 1,2,\cdots,\mathrm{n} \quad (2)$$

$$x_{ij}^{*} = \frac{min_i x_{ij}}{x_{ij}};\ \mathrm{i} = 1,2,\cdots,\mathrm{m};\ \mathrm{j} = 1,2,\cdots,\mathrm{n} \quad (3)$$

3.Adım: Alternatiflerin genel performanslarının hesaplanması

$$S_i = \ln\left(1 + \left(\frac{1}{n}\sum_j \left|\left(\ln x_{ij}^{*}\right)\right|\right)\right) \quad (4)$$

4.Adım: Her bir kriterin kaldırılarak alternatiflerin performansının hesaplanması

$$S'_{ij} = \ln\left(1 + \left(\frac{1}{n}\sum_{k=1,k\neq j} \left|\left(\ln x_{ij}^{*}\right)\right|\right)\right) \quad (5)$$

5. Adım: Mutlak sapmaların toplam değerinin hesaplanması

$$E_j = \sum_{i=1}^{m} \left|S'_{ij} - S_i\right| \quad (6)$$

6.adım: Nihai kriter ağırlıklarının hesaplanması

$$w_j = \frac{E_j}{\sum_k E_k} \quad (7)$$

4.2. CODAS Yöntemi

CODAS yöntemi Ghorabaee ve ark. [43] tarafından literatüre kazandırılan yeni yöntemlerdendir. Alternatiflerin sıralanmasında ve seçiminde kullanılmaktadır. Yöntemde alternatiflerin negatif ideal çözüm noktasına olan uzaklıklarını baz alarak değerlendirilir [44]. Negatif ideal çözüme olan uzaklıkların belirlenmesinde, E_i ve T_i mesafe ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır. Yöntemin işlem adımlar aşağıda verilmiştir [41].Bu yöntemde girdi olarak, kriterlerin ağırlıklarına (w_1, w_2 , ..., w_n) ihtiyaç duyulmaktadır.

1.Adım: Karar matrisinin oluşturulması

Her bir kritere ait değerlere veya alternatiflere karşılık gelen puanlara yer verilen her bir elemanı X_{ij} sembolü ile gösterilen karar matrisi oluşturulur.

$$\mathbf{X} = \left[\boldsymbol{x_{ij}}\right]_{\boldsymbol{m*n}} \begin{bmatrix} \boldsymbol{x_{11}} & \cdots & \boldsymbol{x_{1n}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \boldsymbol{x_{m1}} & \cdots & \boldsymbol{x_{mn}} \end{bmatrix} \tag{8}$$

2.Adım: Normalize karar matrisinin oluşturulması

Karar matrisi oluşturulduktan sonra kriterler fayda ve maliyet özelliklerine göre 2 ayrı denklem ile normalize edilir. Kriter fayda yönlü ise Denklem 9, maliyet yönlü ise Denklem 10 kullanılmaktadır.

$$\boldsymbol{x_{ij}^{*}} = \frac{\boldsymbol{x_{ij}}}{\boldsymbol{max_i(x_{ij})}} \tag{9}$$

$$\boldsymbol{x_{ij}^{*}} = \frac{\boldsymbol{min_i(x_{ij})}}{\boldsymbol{x_{ij}}} \tag{10}$$

3.Adım: Normalize karar matrisinin ağırlıklandırılması

$$r_{ij} = w_j \, x_{ij}^{*} \tag{11}$$

4.Adım: Negatif ideal çözüm noktasının elde edilmesi

$$\mathrm{n}s_j = min_i \mathrm{r}_{ij} \tag{12}$$

5.Adım: E_i ve T_i uzaklıklarının elde edilmesi
Alternatiflerin negatif ideal çözüme olan mesafeleri, E_i uzaklık için Denklem 13, T_i uzaklık için ise Denklem 14 ile hesaplanmaktadır.

$$\boldsymbol{E_i} = \sqrt{\sum_{\boldsymbol{j=1}}^{\boldsymbol{m}} \left(\boldsymbol{r_{ij}} - \boldsymbol{n_{sj}}\right)^{\boldsymbol{2}}} \tag{13}$$

$$\boldsymbol{T_i} = \sum_{\boldsymbol{j=1}}^{\boldsymbol{m}} \left|\boldsymbol{r_{ij}} - \boldsymbol{n_{sj}}\right| \tag{14}$$

6.Adım: Göreceli değerlendirme matrisinin oluşturulması

$$h_{ik} = (E_i - E_k) + \varphi(E_i - E_k)(T_i - T_k) \tag{15}$$

ψ, iki alternatif arasındaki E_i uzaklık temel alınarak tanımlanan bir eşik fonksiyonudur ve hesaplaması Denklem 16 ile yapılır.

$$\psi(x) = \begin{cases} 1\ , if|x| \geq \tau \\ 0\ , if|x| < \tau \end{cases} \quad (16)$$

7.Adım: Her Alternatif için değerlendirme puanın hesaplanması

$$H_i = \sum_{k=1}^{n} h_{ik} \quad (17)$$

Sonuç olarak, değerlendirme puanlarına göre yapılan sıralamada en yüksek puanı alan alternatif, en uygun seçenek olarak kabul edilir.

5. Bulgular ve Tartışma

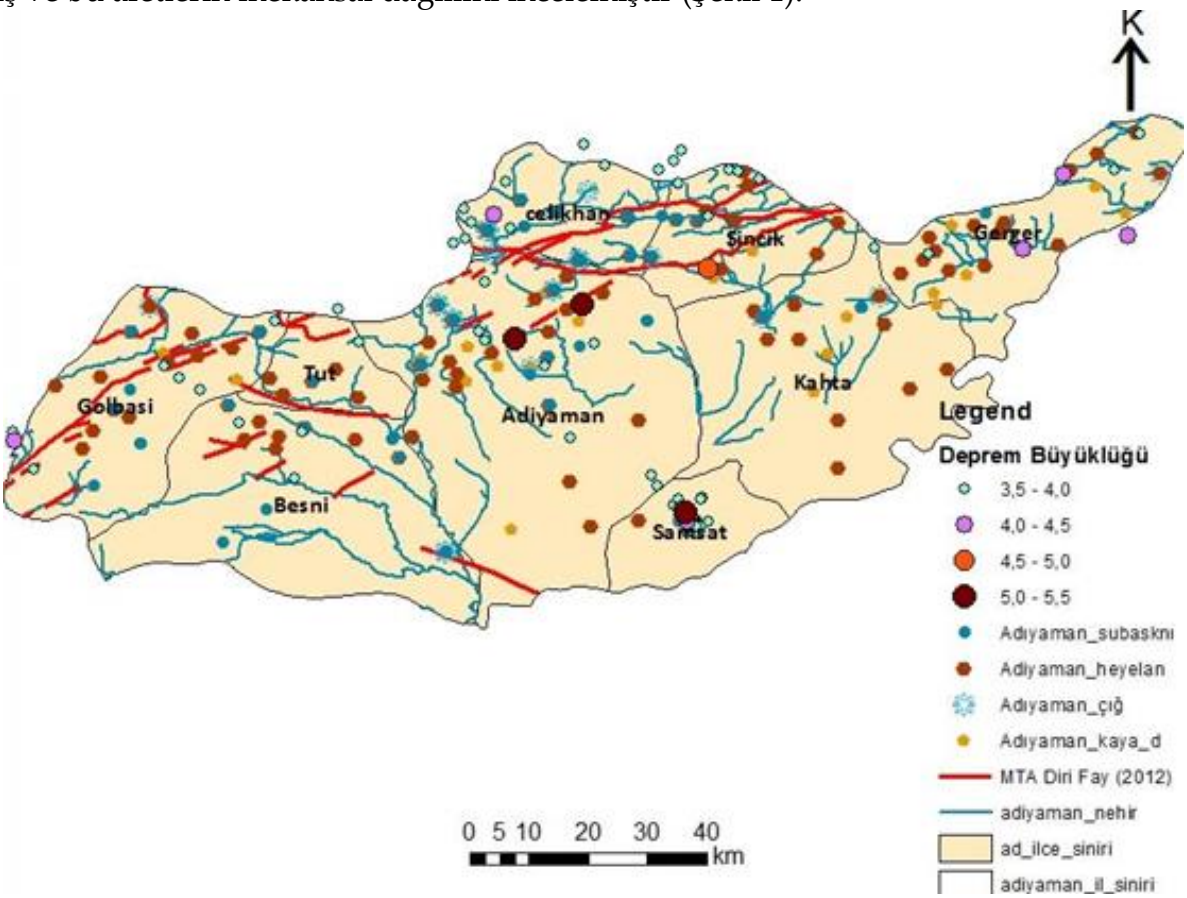
5.1. Adıyaman ilinin afet yönetimi ve afet lojistiği açısından değerlendirilmesi

Adıyaman, Türkiye'nin güneydoğusunda yer almakta olup, jeolojik yapısı ve iklim özellikleri nedeniyle doğal afetler açısından riskli iller arasında bulunmaktadır [45]. Güneydoğu Anadolu Bindirme Zonu ve Doğu Anadolu Fay Zonu'nun etkili olduğu bu tektonik aktif bölge, Arabistan ve Anadolu levhalarının çarpışmasıyla şekillenmiş ve günümüzde de hareketliliğini sürdürmektedir [46]. Doğu Anadolu Fay Hattı boyunca konumlanan Kahramanmaraş ve Adıyaman; jeolojik yapı, iklim ve topografya faktörleri nedeniyle geçmişte deprem, heyelan, sel, kaya düşmesi ve çığ gibi afetlerle karşılaşmıştır [47]. Adıyaman, kuzeyde Malatya (Pütürge, Yeşilyurt, Doğanşehir), batıda Kahramanmaraş (Merkez, Pazarcık), güneybatıda Gaziantep (Araban), güneydoğuda Şanlıurfa (Siverek, Hilvan, Bozova, Halfeti) ve doğuda Diyarbakır (Çermik, Çüngüş) illeriyle komşudur [48].

Adıyaman'ın güneyinden geçen Bozova Fayı, bölgedeki sismik hareketlilik açısından önemli bir tektonik yapıdır. Tarihsel süreçte (MÖ 1800–MS 1900) Adıyaman'da kayda değer deprem görülmemiş, ancak çevre iller Kahramanmaraş, Gaziantep, Malatya ve Elâzığ'da orta ve yüksek şiddette depremler yaşanmıştır. Aletsel dönem verilerine göre (MS 1900–2017) Adıyaman'daki depremler genellikle M=4.0–5.9 arasında gerçekleşmiş, kentin kuzeyindeki Doğu Anadolu Fay Zonu üzerinde ise M=6.0 büyüklüğünde bir deprem kaydedilmiştir [49]. Dolayısıyla Adıyaman, Türkiye'nin aktif tektonik kuşaklarından biri olan Doğu Anadolu Fay Zonu'na yakın konumlanmış olması nedeniyle, deprem tehlikesi açısından kritik bir bölgededir. Anadolu ve Arap levhalarının sınırında yer alması, bu ili jeodinamik açıdan hassas bir konuma taşımaktadır. Bununla birlikte Bozova Fayı gibi tali fay hatları da il sınırları içerisinde sismik riski artıran unsurlar arasında yer almaktadır [48]. Adıyaman, yalnızca depremler açısından değil, aynı zamanda birçok farklı doğal afet açısından da riskli bölgeler arasında yer almaktadır [47]. Coğrafi konumu, topografik yapısı ve iklimsel koşulları nedeniyle bölgede özellikle sel, taşkın, heyelan, kaya düşmesi, çığ, kuraklık ve orman yangını gibi afetler de gözlemlenmektedir [50]. Fırat Nehri ve yan kolları çevresinde meydana gelen yoğun yağışlar, ilde taşkın riskini artırmakta, özellikle eğimli ve dağlık kesimlerdeki su doygunluğu ise heyelan ve kaya düşmelerine neden olabilmektedir [51]. Kış aylarında yüksek kesimlerde çığ riski söz konusu olurken, yaz aylarında ise yüksek sıcaklık ve düşük nem oranları kuraklık ve yangın tehdidini ortaya çıkarmaktadır [49]. Bu durumlar, can ve mal kaybının yanı sıra tarımsal üretim ve ekosistem üzerinde de olumsuz etkiler yaratmaktadır. 2023 Kahramanmaraş merkezli depremler sonrası oluşan asbest salınımı, Adıyaman'da uzun vadeli bir halk sağlığı sorunu ortaya çıkarmıştır. Bu riskler, ilin yalnızca sismik tehlikelere değil, çoklu afet senaryolarına yönelik bütüncül bir yaklaşıma ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Topografik çeşitlilik ve iklim koşulları, Adıyaman'ı sel, heyelan ve

çığ gibi afetlere karşı da savunmasız hale getirmektedir. Bu nedenle Adıyaman, hem geçmiş afet deneyimleri hem de gelecekteki risklerin azaltılması açısından stratejik öneme sahiptir [49, 52].

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Deprem Dairesi Başkanlığı'nın kullanımına sunulmak üzere, Fahjan ve ark. [53] tarafından geliştirilen ve uluslararası standartlara uygun olarak tasarlanan AFAD Deprem Ön Hasar ve Kayıp Tahmin Sistemi (AFAD-RED) yazılımını kullanarak, Karaağaç [47], Adıyaman ili için yapmış olduğu değerlendirmede, bölgenin karşı karşıya kaldığı heyelan, su baskını, kaya düşmesi ve çığ gibi afet türlerine ilişkin veriler analiz edilmiş ve bu afetlerin mekânsal dağılımı incelemiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Adıyaman ilinde görülen afetler

Afet risk haritası incelendiğinde, Gölbaşı, Besni, Adıyaman Merkez, Çelikhan ve Sincik yerleşim alanları aktif fay hatlarına yakın konumda olduğu görülmektedir. Aynı zamanda Çelikhan-Sincik çevresinde heyelan, Kahta ilçesi ve çevresinde ise nehir yataklarına yakın olduğu için su taşkını riski söz konusu olmaktadır.

5.2. Uygulama

Bu çalışmada, Adıyaman ili merkez alınarak olası bir afet durumunda çevre illerden Adıyaman'a ulaşım analiz edilmiştir. Malatya, Kahramanmaraş, Gaziantep, Şanlıurfa ve Diyarbakır üzerinden afet anında yardım, müdahale veya tahliye amacıyla kullanılabilecek alternatif rotalar değerlendirilmiştir. Güzergâh analizleri için AFAD tarafından yayımlanan İl Afet Risk Azaltma Planları (İRAP) incelenmiş; Adıyaman Karayolları Genel Müdürlüğü ve İl Özel İdaresi verileri kullanılmıştır. Haritalar üzerinde her komşu ilin ana ve alternatif yol aksları belirlenmiş, bu yolların afet türlerine karşı kırılganlığı değerlendirilmiştir. ÇKKV yöntemleriyle alternatif

güzergâhların kriterlere göre karşılaştırmalı analizi yapılmış, afet sonrası müdahale kapasitesini artırmaya yönelik ulaşım senaryoları oluşturulmuştur. Amaç, çevre illerden yönlendirilecek destek ekiplerinin en hızlı ve güvenli şekilde ulaşabileceği rotaları belirleyip karar vericilere analitik ve görsel olarak sunmaktır.

5.2.1. Alternatif Rotaların ve Kriterlerin Belirlenmesi

Afet durumunda Adıyaman'a erişimi sağlamak için Malatya, Kahramanmaraş, Gaziantep, Şanlıurfa ve Diyarbakır'dan ulaşım sağlayabilecek güzergâhlar analiz edilmiştir. Her bir komşu il için mevcut yol ağı ve coğrafi koşullar dikkate alınarak beşer adet alternatif rota belirlenmiştir. Rota verileri, Karayolları Genel Müdürlüğü, İl Özel İdaresi yol ağı bilgileri, açık kaynak harita sistemleri (Google Maps, OpenStreetMap) ve AFAD IRAP raporları kullanılarak coğrafi olarak tanımlanmıştır. Bu rotalar, ÇKKV yöntemleriyle değerlendirilerek afet koşullarında en uygun güzergâhların belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu yaklaşım, afet yönetiminde ulaşım sürekliliğini sağlamak ve müdahale kapasitesini artırmak adına kritik bir karar destek yapısı sunmaktadır. Alternatif ulaşım güzergâhlarının değerlendirilmesinde kullanılacak kriterlerin belirlenmesi aşamasında hem ilgili literatür taraması hem de afet ve ulaşım alanında uzman görüşlerinden faydalanılmıştır. Kriterlerin belirlenmesi ve güzergâhların değerlendirilmesi sürecinde, 4 kişilik uzman bir karar verici grubu oluşturulmuştur. Bu grup; Adıyaman İl Özel İdaresi Yol Şube Müdürü, Karayolları Bölge Müdürlüğünde görevli bir inşaat mühendisi, AFAD'dan bir afet yönetimi uzmanı ve afet lojistiği/ulaşım planlaması alanında uzman bir akademisyenden oluşmaktadır. Söz konusu uzmanlar hem saha deneyimlerine hem de teknik bilgi birikimlerine dayanarak kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesinde aktif rol oynamış, literatür bulgularıyla pratik tecrübeleri birleştiren bütüncül bir yaklaşım benimsenmiştir.

Çizelge 3. Uzman Karar Verici Grubunun Profili ve Deneyimleri

Pozisyon	Uzmanlık Alanı	Deneyim(Yıl)
Yol Şube Müdürü	Yol planlama ve bakım	15
İnşaat Mühendisi	Karayolu projeleri ve yapım teknikleri	8
Afet Yönetim Uzmanı	Afet lojistiği ve kriz yönetimi	12
Akademisyen	Afet lojistiği ve ulaşım planlaması	28

Literatürde afet lojistiği ve ulaşım sürekliliği konularında öne çıkan çalışmalar afet anında ulaşımın yalnızca mesafe temelli değil, aynı zamanda risk duyarlılığı ve güvenlik gibi faktörlerle birlikte ele alınması gerektiğini ortaya koymuştur [54, 55]. Bu doğrultuda uzmanlar, sahadaki deneyim ve teknik bilgilerini literatür bulgularıyla birleştirerek, yol uzunluğu, ulaşım süresi, yol durumu, alternatif bağlantı sayısı ve yerleşim sayısı kriterlerinin kullanılmasına karar vermiştir. Kriterlerin seçiminde hem karar vericilerin pratik uygulamaları hem de daha önceki çalışmalarda kullanılan ÇKKV modelleri dikkate alınmıştır. Bu yapı sayesinde güzergâhlar çok boyutlu bir değerlendirme sürecine tabi tutulmuş ve karar alma sürecine nesnel bir zemin kazandırılmıştır.

- **Yol uzunluğu(km):** Yol uzunluğu, afet lojistiği kapsamında değerlendirilen güzergâhların fiziksel mesafesini ifade etmektedir [56, 57]. Mesafe uzadıkça ulaşım süresi ve müdahale maliyeti artacağından, bu kriter bir maliyet kriteri olarak ele alınmaktadır.

- **Ulaşım süresi(dk):** Afet müdahalesinde güzergâhın başlangıç noktasından varış noktasına kadar geçen tahmini seyahat süresini ifade eder ve müdahale hızını doğrudan etkilediği için bir maliyet kriteri olarak değerlendirilir [58].
- **Yol durumu:** Yol durumu, güzergâhların asfalt, stabilize veya toprak gibi yüzey özelliklerine göre sınıflandırılmasını ifade etmektedir [48, 59]. Yol kalitesi arttıkça müdahale etkinliği de artacağından bu kriter fayda kriteri olarak değerlendirilmiştir.
- **Alternatif bağlantı sayısı (adet):** Yol rotası boyunca mevcut tali yolların, köy yolları ve alternatif çıkış sayısını ifade etmektedir [60, 61]. Alternatif sayısı arttıkça güzergâh esnekliği ve müdahale başarısı da artar, bu nedenle bu kriter bir fayda kriteridir.
- **Yerleşim sayısı (adet):** Güzergâh boyunca geçilen köy, kasaba ve ilçe merkezlerinin toplam sayısını ifade eder. Yerleşim birimlerinin sayısı arttıkça, ulaşımda duraksama, yoğunluk ve müdahale süresinin artma olasılığı da artacağından bu kriter bir maliyet kriteri olarak değerlendirilmiştir [16, 62, 63].

Çalışmada, yol durumu kriterine ilişkin puanlamalar hem uzman görüşü hem de ilgili kurumsal ve dijital kaynaklara dayalı olarak belirlenen bir ölçek baz alınarak puanlanmıştır. Bu ölçek için uzmanların değerlendirmelerine başvurulmuş; bu görüşler, sahadan elde edilen bilgilerle birlikte ilgili teknik dokümanlarla desteklenmiş, Adıyaman AFAD [48] ve Türkiye IRAP raporlarından [64] faydalanılmıştır. Yol durumu kriteri için Karayolları Genel Müdürlüğü'nün 2021 yılına ait yol envanteri ve bakım raporları [62] temel alınmıştır. Alternatif kaçış yolu imkânı ise güzergâh üzerinde yer alan tali yol sayısı, bağlantı kapasitesi ve yön değiştirme kolaylığına göre değerlendirilmiş; bu analizde Google Maps üzerinden elde edilen mekânsal verilerden yararlanılmıştır. Böylece hem uzman görüşüne hem de veri tabanlı kaynaklara dayalı, çok kriterli bir değerlendirme sistemi oluşturulmuştur.

Çizelge 4. Yol durumu kriterine ilişkin kullanılan ölçek

Puan	Yolun Fiziksel Durumu
0	Ulaşılamaz, harabe veya tamamen kapalı yol
1	Toprak yol, ciddi bozulma ve ulaşım zorluğu
2	Stabilize yol, bakımsız ve yer yer bozulmuş
3	Asfalt fakat dar, eski veya karışık kalitede
4	İyi durumda asfalt yol, bakım yapılmış ve işler durumda
5	Yeni yapılmış duble yol, kusursuz altyapı ve geçiş rahatlığı

Çalışmanın bu bölümünde, Adıyaman iline komşu olan ve destek sağlayabilecek nitelikte belirlenen beş ilden, bu illerde yer alan AFAD merkezlerinden Adıyaman merkez yerleşimine yönelik alternatif ulaşım güzergâhları oluşturulmuştur. Her bir il için, afet koşulları altında ulaşım sürekliliğini sağlayabilecek nitelikte toplamda beş alternatif güzergâh belirlenmiş ve bu güzergâhlar yol uzunluğu, yol durumu, risk seviyesi, alternatif kaçış bağlantı imkânı ve güzergâh üzerindeki nüfus yoğunluğu gibi çok sayıda kriter açısından değerlendirilmiştir. Elde edilen alternatifler, ÇKKV yöntemleri ile analiz edilerek afet anında en uygun güzergâhların belirlenmesi hedeflenmiştir. Alternatif güzergahlar Çizelge 5' de verilmiştir.

Çizelge 5. Komşu illerden Adıyaman'a alternatif güzergahlar

Alternatif	Şehir	Alternatif Güzergâh
Ş1	**Şanlıurfa**	AFAD-Bozova-Yaslıca-Kuyulu-Akpınarbucağı-Doyran-Altınşehir-Adıyaman Merkez
Ş2	**Şanlıurfa**	AFAD-Bozova-Yaslıca-Kuyulu-Sayören-Besni-Şambayat-Davuthan-Adıyaman Merkez
Ş3	**Şanlıurfa**	AFAD-Hilvan-Siverek-Narincebucağı-Kahta-Hasancık-Adıyaman Merkez
Ş4	**Şanlıurfa**	AFAD-Hilvan-Kuşlugöl-Narincebucağı-Kahta-Kızılca Pınar-Adıyaman Merkez
Ş5	**Şanlıurfa**	AFAD-Bozova-Yaslıca-Kuyulu—Besni-Çilboğaz-Tut-Davuthan-Adıyaman Merkez
K1	**Kahramanmaraş**	AFAD-Pazarcık-Çatalağaç-Akpınar—Şambayat-Karagöl-Altınşehir-Adıyaman Merkez
K2	**Kahramanmaraş**	AFAD-Elmalar-Çağlayancerit-Bozlar-Karaburun-Gölbaşı-Aşağıçöplü-Şambayat-Karagöl-Altınşehir-Adıyaman Merkez
K3	**Kahramanmaraş**	AFAD-Elmalar-Küçüknacar-Zeynepbucağı-Bozlar-Karaburun-Gölbaşı-Ergenek-Örenli-Adıyaman
K4	**Kahramanmaraş**	AFAD-Pazarcık-Balkar-Gölbaşı-Güneykaş-Tut-Yeşilyurt-Ataköy-Adıyaman Merkez
K5	**Kahramanmaraş**	AFAD-Pazarcık-Karaburun-Gölbaşı-Tut-Yeniköy-Çınarcık-Adıyaman Merkez
M1	**Malatya**	AFAD-Yeşilyurt-Çampınar-Çelikhan-Koçalibucağı-Ormaniçi-Örenli-Altınşehir-Adıyaman Merkez
M2	**Malatya**	AFAD-Doğanşehir-Sürgü-Koçalibucağı-Örenli-Adıyaman Merkez
M3	**Malatya**	AFAD-Doğanşehir-Sürgü-Gölbaşı-Atmalı-Şambayat-Karagöl-Altınşehir-Adıyaman Merkez
M4	**Malatya**	AFAD-Fırıncı-Aksu-Sincik-Kahta-Ortancı-Gözebaşı-Adıyaman Merkez
M5	**Malatya**	AFAD-Fırıncı-Aksu-Sincik-Kozağaç-Kömür-Girik-Yenice-Adıyaman Merkez
G1	**Gaziantep**	AFAD-Yavuzeli-Araban-Köseceli-Besni-Atmalı-Şambayat-Karagöl-Altınşehir-Adıyaman Merkez
G2	**Gaziantep**	AFAD-Büyükkarakuyu-Yarımca-Elif-Akbudak-Kuyulu-AkpıyarBucağı-Kızılcahöyük-Adıyaman Merkez
G3	**Gaziantep**	AFAD-Yavuzeli-Araban-Karalar-Gölbaşı-Akpınar-Şambayat-Karagöl-Altınşehir-Adıyaman Merkez
G4	**Gaziantep**	AFAD-Büyükkarakuyu-Yarımca-Yazıbeydili-Beşyolbucağı-Doyran-Adıyaman Merkez
G5	**Gaziantep**	AFAD-Nizip-Bağlarbaşı-Hilallı-Macunlu-İncirli-Dutluk-Akpıyarbucağı-Doyran-Karagöl-Adıyaman Merkez
D1	**Diyarbakır**	AFAD-Siverek-Kahta-Adıyaman Merkez
D2	**Diyarbakır**	AFAD-Siverek-Kalınağaç-Narincebucağı-Kömür-Girik-Adıyaman Merkez
D3	**Diyarbakır**	AFAD-Hilvan-Kırbaşı-Bozova-Yaslıca-Kuyulu-Adıyaman Merkez
D4	**Diyarbakır**	AFAD-Ergani-Çermik-Gerger-Kahta-Adıyaman Merkez
D5	**Diyarbakır**	AFAD-Şeyhandede-Narincebucağı-Kahta-Kahta-Adıyaman Merkez

Çalışmada güzergâhlar, birbirini tamamlayacak şekilde kademeli olarak belirlenmiştir. Örneğin, Şanlıurfa için üçüncü rota, D875 karayolu ile Atatürk Barajı çevresindeki kritik geçişlerin kapanma olasılığı dikkate alınarak seçilmiştir. Dördüncü rota, Siverek ilçesi güzergâhını dışarda bırakarak bu bölgede yaşanabilecek yol tıkanıklıkları ve altyapı hasarlarına karşı alternatif sunmaktadır. Beşinci rota ise afet anında ulaşıma kapanma riski yüksek olan merkez geçişli yolları (Şambayat ve Altınşehir) kullanmayarak baraj çevresi ve merkez yoğunluğundan uzak bir alternatif sağlamaktadır. Diğer iller için de benzer riskler gözetilerek rotalar Karayolları ve İl Özel İdare' de çalışan uzmanlar tarafından oluşturulmuştur.

5.2.2. MEREC Yöntemi ile kriterlerin ağırlıklandırılması

Her ilin alternatif rotaları farklı coğrafi ve altyapısal koşullara sahip olduğundan, kriter değerleri de değişiklik göstermektedir. Bu nedenle, ÇKKV sürecinde her il için ayrı karar matrisleri oluşturularak aynı yöntem adımları uygulanmıştır. Analiz adımları örnek olarak Şanlıurfa ili üzerinden detaylandırılmış, diğer iller için yalnızca sonuç tabloları sunulmuştur. Çalışmada kullanılan kriterler, fayda ve maliyet kriterleri olarak sınıflandırılmıştır. Yol durumu ve alternatif bağlantı sayısı fayda; yol uzunluğu, ulaşım süresi ve yerleşim sayısı ise maliyet kriteri olarak ele alınmıştır.

Şanlıurfa ili için belirlenen beş alternatif güzergâha ait yol durumu, alternatif bağlantı sayısı, yol uzunluğu, ulaşım süresi ve yerleşim sayısı değerleri kullanılarak başlangıç karar matrisi oluşturulmuştur. Bu matris, ÇKKV sürecinin ilk adımı olup, Şanlıurfa ili için Çizelge 6' da verilmiştir.

Çizelge 6. Şanlıurfa başlangıç karar matrisi

Alternatifler	Yol Durumu	Alternatif Bağlantı Sayısı	Yol Uzunluğu	Ulaşım Süresi	Yerleşim Sayısı
Ş1	3	3	110	84	14
Ş2	2	3	149	145	12
Ş3	3	4	201	157	10
Ş4	2	4	204	189	11
Ş5	2	3	192	216	14

İkinci adımda, karar matrisinde yer alan değerler kriterlerin niteliğine göre edilmiştir. Bu aşama, farklı ölçekteki kriterlerin karşılaştırılabilir hale getirilmesi için gerekli olup, normalizasyon işlemi Denklem 2 ve Denklem 3 kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 7. Şanlıurfa normalize karar matrisi

Alternatifler	Yol Durumu	Alternatif Bağlantı Sayısı	Yol Uzunluğu	Ulaşım Süresi	Yerleşim Sayısı
Ş1	0.6667	1	0.5392	0.3889	1
Ş2	1	1	0.7304	0.6713	0.8571
Ş3	0.6667	0.75	0.9853	0.7269	0.7143
Ş4	1	0.75	1	0.875	0.7857
Ş5	1	1	0.9412	1	1

Üçüncü adımda ise Denklem 4 kullanılarak alternatif rotaların genel performans değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplama, kriterlerin normalize edilmiş değerleri ve ağırlıkları dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 8. Şanlıurfa alternatif rotaların genel performansı

Alternatifler	S_i
Ş1	0.3318
Ş2	0.1599
Ş3	0.2411
Ş4	0.1244
Ş5	0.0121

Dördüncü adımda her bir kriter tek tek modelden çıkarılarak alternatif rotaların performans seviyeleri yeniden hesaplanmıştır. Bu yaklaşım, her bir kriterin karar sürecine olan katkısını belirlemek ve kriterin kaldırılmasının toplam performans üzerindeki etkisini ölçmek amacıyla uygulanmaktadır. Bu hesaplamalar Denklem 5 kullanılarak yapılmış olup, elde edilen yeni performans değerleri Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 9. Şanlıurfa kriterlerin çıkarılmasıyla hesaplanan alternatif rota performansları

Alternatifler	Yol Durumu	Alternatif Bağlantı Sayısı	Yol Uzunluğu	Ulaşım Süresi	Yerleşim Sayısı
Ş1	0.2719	0.3318	0.2390	0.1364	0.2477
Ş2	0.1599	0.1599	0.1048	0.0895	0.1333
Ş3	0.1753	0.1949	0.2388	0.1897	0.1868
Ş4	0.1244	0.0723	0.1244	0.1005	0.0809
Ş5	0.0121	0.0121	0.0000	0.0121	0.0121

Beşinci adımda, her bir kriterin kaldırılmasıyla oluşan performans değerleri ile orijinal performans değerleri arasındaki farklar hesaplanmış ve bu farkların mutlak değerleri toplanarak kriterlerin toplam sapma değerleri elde edilmiştir.Bu işlem Denklem 6 kullanılarak hesaplanmıştır.

Çizelge 10. Şanlıurfa mutlak sapmaların toplam değerleri

Yol Durumu	Alternatif Bağlantı Sayısı	Yol Uzunluğu	Ulaşım Süresi	Yerleşim Sayısı
0.1258	0.0984	0.1622	0.3411	0.2086

Son adımda, kriterlerin nihai ağırlıkları Denklem 7 kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplanan ağırlık değerleri Çizelge 11'de verilmiştir.

Çizelge 11. Şanlıurfa nihai kriter ağırlıkları

Yol Durumu	Alternatif Bağlantı Sayısı	Yol Uzunluğu	Ulaşım Süresi	Yerleşim Sayısı
0.1344	0.1051	0.1733	0.3643	0.2228

Şanlıurfa ili için MEREC yöntemi kullanılarak hesaplanan nihai kriter ağırlıkları göre, en yüksek ağırlığa ulaşım süresi sahip olurken, bunu yerleşim sayısı ve yol uzunluğu takip etmektedir. Yol durumu ve alternatif bağlantı sayısı ise diğer kriterlere kıyasla daha düşük öneme sahiptir. Diğer iller için de aynı adımlar izlenmiş ve her il için benzer şekilde MEREC analizleri gerçekleştirilerek elde edilen sonuç çizelgeleri aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 12. Kahramanmaraş başlangıç karar matrisi

Alternatifler	Yol Durumu	Alternatif Bağlantı Sayısı	Yol Uzunluğu	Ulaşım Süresi	Yerleşim Sayısı
K1	3	5	152	132	14
K2	2	4	163	156	13
K3	2	4	205	200	15
K4	3	4	168	179	13
K5	2	6	186	192	12

Çizelge 13. Malatya başlangıç karar matrisi

Alternatifler	Yol Durumu	Alternatif Bağlantı Sayısı	Yol Uzunluğu	Ulaşım Süresi	Yerleşim Sayısı
M1	3	4	106	105	9
M2	3	5	136	130	10
M3	3	5	161	140	10
M4	2	3	152	169	11
M5	2	3	143	180	12

Çizelge 14. Gaziantep başlangıç karar matrisi

Alternatifler	Yol Durumu	Alternatif Bağlantı Sayısı	Yol Uzunluğu	Ulaşım Süresi	Yerleşim Sayısı
G1	3	5	140	130	10
G2	3	4	147	150	10
G3	3	4	160	153	9
G4	2	4	144	156	11
G5	2	3	180	164	12

Çizelge 15. Diyarbakır başlangıç karar matrisi

Alternatifler	Yol Durumu	Alternatif Bağlantı Sayısı	Yol Uzunluğu	Ulaşım Süresi	Yerleşim Sayısı
D1	4	6	208	172	10
D2	2	3	215	190	10
D3	4	3	260	200	9
D4	2	3	265	225	10
D5	2	3	250	220	9

Bu çalışmada her il için güzergâh yapılarının, coğrafi risk profillerinin ve lojistik altyapının farklılık göstermesi nedeniyle, kriter ağırlıkları il bazında ayrı ayrı hesaplanmıştır. Literatürde genellikle tekil ağırlık seti kullanılsa da afet lojistiği gibi lokasyon duyarlı sistemlerde her alt bölgeye özel ağırlıklandırmanın daha sağlıklı sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Kriter ağırlıkları Çizelge 16' da verilmiştir.

Çizelge 16. Kriter ağırlıkları

İL	Yol Durumu	Alternatif Bağlantı Sayısı	Yol Uzunluğu	Ulaşım Süresi	Yerleşim Sayısı
Şanlıurfa	0.1344	0.1051	0.1733	0.3643	0.2228
Kahramanmaraş	0.1860	0.1471	0.1914	0.2540	0.2216
Malatya	0.1981	0.2160	0.1280	0.2596	0.1983
Gaziantep	0.2270	0.2599	0.1500	0.1517	0.2114
Diyarbakır	0.3218	0.1481	0.1257	0.2361	0.1682

Kriter ağırlıkları değerlendirildiğinde, Şanlıurfa, Kahramanmaraş ve Malatya için en önemli kriter ulaşımın süresi olurken, Gaziantep için alternatif bağlantı sayısı, Diyarbakır için ise yolun durumu olmaktadır. Bu durum, illerin coğrafi konumu, mevcut yol altyapısı ve afet anındaki müdahale önceliklerinin farklılık göstermesiyle açıklanabilir. Her ilin lojistik ihtiyaçları ve risk profili farklı olduğundan, kriter ağırlıkları da bölgesel özelliklere göre değişkenlik gösterir.

5.2.3. Alternatif Rotaların CODAS Yöntemi ile Çözümü

MEREC yönteminde her il için ayrı ayrı oluşturulan başlangıç karar matrisleri CODAS yöntemin de de kullanılmaktadır. CODAS yönteminin tüm işlem aşamaları takip edilerek son aşamada karşılaştırmalı değer matrisi elde edilerek alternatif rotalar sıralanmıştır. Bu bölümde, tıpkı MEREC analizinde olduğu gibi, yalnızca Şanlıurfa ili için işlem adımları detaylı şekilde sunulmuş; diğer iller için ise yalnızca sonuç tablolarına yer verilmiştir. CODAS yönteminde ilk adımda , MEREC analizinde kullanılan başlangıç karar matrisi temel alınmış ve aynı kriter ve alternatif seti üzerinden sıralama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Şanlıurfa ili için oluşturulan Çizelge 6' daki başlangıç karar matrisi bu aşamada da kullanılmış; diğer iller için de aynı şekilde MEREC'te kullanılan karar matrisleri CODAS adımlarında değerlendirilmiştir.

İkinci adımda başlangıç karar matrisi Denklem 9 ve Denklem 10 kullanılarak normalize edilmiştir.

Çizelge 17. Şanlıurfa-CODAS Yöntemi ile elde edilen normalize karar matrisi

	Yol Durumu	Alternatif Bağlantı Sayısı	Yol Uzunluğu	Ulaşım Süresi	Yerleşim Sayısı
Ş1	1.0000	0.7500	1.0000	1.0000	0.7143
Ş2	0.6667	0.7500	0.7383	0.5793	0.8333
Ş3	1.0000	1.0000	0.5473	0.5350	1.0000
Ş4	0.6667	1.0000	0.5392	0.4444	0.9091
Ş5	0.6667	0.7500	0.5729	0.3889	0.7143

Üçüncü adımda, MEREC yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak ağırlıklı normalize karar matrisi Denklem 11 yardımıyla oluşturulmuştur. Ardından, her kriter için negatif-ideal çözüm noktaları Denklem 12 yardımıyla belirlenmiştir. Son aşamada ise alternatif rotaların negatif-ideal çözüme uzaklıklarını ölçmek için E_i ve T_i mesafeleri Denklem 13 ve 14 kullanılarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamaların sonuçları Çizelge 18'de verilmiştir.

Çizelge 18. Şanlıurfa-CODAS yöntemi ağırlıklı normalize karar matrisi ve negatif-ideal çözüme uzaklıklar

	Yol Durumu	Alternatif Bağlantı Sayısı	Yol Uzunluğu	Ulaşım Süresi	Yerleşim Sayısı	E_i	T_i
Ş1	0.1344	0.0788	0.1733	0.3643	0.1592	0.2407	0.3473
Ş2	0.0896	0.0788	0.1280	0.2111	0.1857	0.0819	0.1304
Ş3	0.1344	0.1051	0.0949	0.1949	0.2228	0.0979	0.1894
Ş4	0.0896	0.1051	0.0935	0.1619	0.2026	0.0546	0.0899
Ş5	0.0896	0.0788	0.0993	0.1417	0.1592	0.0058	0.0058
ns_j	0.0896	0.0788	0.0935	0.1417	0.1592	0.2407	0.3473

Çizelge 18' de Şanlıurfa ili için CODAS yöntemiyle hesaplanan ağırlıklı normalize değerleri ve negatif-ideal çözüme uzaklıkları göstermektedir. ns_j satırı, her bir kriter için belirlenen negatif-ideal referans noktalarını ifade etmektedir. E_i ve T_i mesafelerinin yüksek olması, alternatifin negatif-ideal çözüme uzak ve dolayısıyla daha iyi performans gösterdiği anlamına gelmektedir. Bu çizelgeye göre, Ş1 rotası hem E_i hem de T_i açısından en yüksek mesafeye sahip olup, diğer rotalara kıyasla daha avantajlı bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Uygulamanın son aşamasında, alternatif rotaların değerlendirme skorları hesaplanmıştır. Her bir alternatif rota için

satır toplamlarını ifade eden H_i değerleri, Denklem 17 yardımıyla elde edilmiştir. En yüksek H_i değerine sahip rota, CODAS yöntemi kapsamında en uygun güzergâh olarak belirlenmektedir.

Çizelge 19. Şanlıurfa alternatif rota sıralamaları

	Ş1	Ş2	Ş3	Ş4	Ş5	H_i	Sıra
Ş1	0.0000	0.3758	0.3008	0.4435	0.5764	0.0000	**1**
Ş2	-0.3758	0.0000	-0.0750	0.0273	0.2006	-0.3758	**3**
Ş3	-0.3008	0.0750	0.0000	0.1427	0.2756	-0.3008	**2**
Ş4	-0.4435	-0.0273	-0.1427	0.0000	0.0488	-0.4435	**4**
Ş5	-0.5764	-0.2006	-0.2756	-0.1329	0.0000	-0.5764	**5**

Şanlıurfa ili için en uygun rota Ş1 olurken ikinci alternatif rota Ş3 olmuştur.

Çizelge 20. Kahramanmaraş alternatif rota sıralamaları

	K1	K2	K3	K4	K5	H_i	Sıra
K1	0.0000	0.1787	0.3555	0.1381	0.1727	0.0000	**1**
K2	-0.1787	0.0000	0.1768	-0.0115	-0.0023	-0.1787	**4**
K3	-0.3555	-0.1768	0.0000	-0.2174	-0.1828	-0.3555	**5**
K4	-0.1381	0.0115	0.2174	0.0000	0.0091	-0.1381	**2**
K5	-0.1727	0.0023	0.1828	-0.0091	0.0000	-0.1727	**3**

Kahramanmaraş alternatif rota sıralamaları incelendiğinde K1 en iyi alternatif olmuştur, sırasıyla K4-K5-K2-K3 rotaları tercih sebebidir.

Çizelge 21. Malatya alternatif rota sıralamaları

	M1	M2	M3	M4	M5	H_i	Sıra
M1	0.0000	0.0763	0.1138	0.4142	0.4388	1.0430	**1**
M2	-0.0763	0.0000	0.0375	0.3379	0.3625	0.6617	**2**
M3	-0.1138	-0.0071	0.0000	0.3004	0.3250	0.5045	**3**
M4	-0.4142	-0.3379	-0.3004	0.0000	0.0068	-1.0456	**4**
M5	-0.4388	-0.3625	-0.3250	-0.0068	0.0000	-1.1331	**5**

Malatya için CODAS yöntemi sonuçları incelendiğinde M1, 1.0430 değerlendirme skoru ile en uygun alternatif olmuştur. Bu durum, M1'in değerlendirme kriterleri açısından negatif ideal çözüme en uzak, dolayısıyla performansı en yüksek alternatif olduğunu gösterir. En az uygun alternatif rota ise -1.1331 ile M5 olmuştur.

Çizelge 22. Gaziantep alternatif rota sıralamaları

	G1	G2	G3	G4	G5	H_i	Sıra
G1	0.0000	0.1183	0.1053	0.2529	0.4163	0.0000	**1**
G2	-0.1183	0.0000	-0.0130	0.1346	0.2980	-0.1183	**3**
G3	-0.1053	0.0061	0.0000	0.1476	0.3110	-0.1053	**2**
G4	-0.2529	-0.1346	-0.1476	0.0000	0.1634	-0.2529	**4**
G5	-0.4163	-0.2980	-0.3110	-0.1634	0.0000	-0.4163	**5**

Gaziantep için karşılaştırmalı değerlendirme matrisi toplamlarına bakıldığında negatif çözüm noktasına en uzak alternatif G1, en yakın yani en az tercih edilen rota G5 olmuştur.

Çizelge 23. Diyarbakır alternatif rota sıralamaları

	D1	D2	D3	D4	D5	H_i	Sıra
D1	0.0000	0.4086	0.1397	0.5052	0.4601	1.5137	**1**
D2	-0.4086	0.0000	-0.2689	0.0966	0.0515	-0.5295	**3**
D3	-0.1397	0.2689	0.0000	0.3655	0.3204	0.8151	**2**
D4	-0.5052	-0.0966	-0.3655	0.0000	-0.0183	-0.9857	**5**
D5	-0.4601	-0.0515	-0.3204	0.0183	0.0000	-0.8136	**4**

Diğer illerde de olduğu gibi en uygun alternatif ana yol olan D1 rotası olmuştur. Negatif çözüm noktasına en yakın rota ise -0.9857 skoru ile D4 olmuştur.

Afet anlarında müdahale öncelikleri ve güzergâh tercihleri, illerin fiziksel ve lojistik ihtiyaçlarına göre değişmektedir. Bazı bölgelerde zamanla yarışan müdahale gereksinimleri öne çıkarken, bazı güzergâhlarda altyapı kalitesi, yapısal esneklik veya geçiş güvenliği belirleyici olmuştur. Örneğin, Şanlıurfa, Kahramanmaraş ve Malatya için ulaşım süresi en kritik kriter olurken; Gaziantep için alternatif bağlantı noktaları, Diyarbakır için yol durumu öne çıkmıştır. CODAS yöntemi sonuçları, genellikle Ş1, K1, M1, G1 ve D1 olarak tanımlanan birinci rotaların en yüksek performansı sergilediğini göstermektedir. Bu durum, ana yolların altyapı avantajı ve erişim verimliliği açısından stratejik olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuç olarak güzergâh seçiminde yalnızca mesafe değil; yapısal süreklilik, alternatif bağlantılar ve müdahale kapasitesi gibi unsurların da dikkate alınması gerektiği anlaşılmaktadır.

6. Sonuç ve Öneriler

Acil durumlar ve afetler, yalnızca can ve mal kayıplarına yol açmakla kalmayıp aynı zamanda altyapı sistemlerinde ciddi bozulmalara neden olmaktadır. Özellikle afet sonrası süreçte karayolu ağlarında meydana gelen hasarlar, ulaşımın sürekliliğini kesintiye uğratarak lojistik faaliyetleri önemli ölçüde zorlaştırmaktadır. Bu durum, afet bölgelerine yardım ve müdahale ekiplerinin hızlı ve etkin bir şekilde ulaşmasını karmaşık bir problem haline getirmektedir. Dolayısıyla afet senaryoları çerçevesinde alternatif güzergâhların belirlenmesi ve bu yolların çok kriterli bir yapıda değerlendirilmesi, afet lojistiği planlamasında stratejik bir öncelik taşımaktadır.

Bu çalışmada, Adıyaman iline komşu illerden ulaşımı sağlayan alternatif güzergâhlar, beş kriter (ulaşım süresi, yol uzunluğu, yol durumu, alternatif bağlantı sayısı ve yerleşim sayısı) dikkate alınarak analiz edilmiştir. Kriter ağırlıkları MEREC yöntemiyle, güzergâhların sıralaması ise CODAS yöntemiyle belirlenmiştir.

Analizler sonucunda, her il için alternatif güzergâhların kendi iç dinamiklerine göre farklı önceliklendirmeler içerdiği belirlenmiştir. Şanlıurfa, Kahramanmaraş ve Malatya için ulaşım süresi, Gaziantep için alternatif bağlantı sayısı, Diyarbakır için ise yol durumu kriteri en kritik faktör olarak öne çıkmıştır. Literatürde afet lojistiği alanındaki çalışmaların çoğu güzergâh seçimi yerine lojistik merkez veya depo yer seçimine odaklanmaktadır. Örneğin, Turan ve Bulak [65], CRITIC ve ROV yöntemlerini kullanarak en uygun afet lojistik lokasyonunu belirlemiş ve ulaşıma uzaklık kriterini en önemli faktör olarak saptamıştır. Feng ve ark. [66], tarafından önerilen CRITIC-VIKOR tabanlı yaklaşımda ise nüfus yoğunluğu en yüksek ağırlığa sahip kriter olarak bulunmuştur. Peker ve ark. [12] ise Erzincan ili için afet lojistiği kapsamında en uygun dağıtım merkezi yerini belirlemek amacıyla AHS-VIKOR bütünleşik yöntemini uygulamış ve konum kriterini en kritik faktör olarak saptamıştır. Bu çalışma ise literatürdeki yer seçimi odaklı

çalışmalardan farklı olarak, güzergâh seçimi problemini ele almış ve MEREC yöntemiyle kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, Adıyaman ve çevre illerinin kırsal yerleşim yapısının etkisiyle, ulaşım süresinin nüfus yoğunluğu gibi sosyo-demografik göstergelere kıyasla daha öncelikli bir kriter olduğunu göstermektedir. Bu yönüyle çalışma, afet lojistiği literatürüne bölgesel ve operasyonel bir katkı sunmaktadır. CODAS analizi sonuçlarına göre, her ilde belirlenen birinci güzergâhın en yüksek performansı sergilediği tespit edilmiştir. Bu durum, Ş1, K1, M1, G1 ve D1 alternatiflerinin mevcut ana karayolu güzergâhlarını temsil etmesinden ve bu yolların altyapı, süre ve erişilebilirlik açısından diğer alternatiflere kıyasla daha avantajlı olmasından kaynaklanmaktadır.

Bu çalışmanın literatüre katkısı yöntemsel ve uygulama olarak değerlendirilebilir. Yöntemsel olarak, literatürde sınırlı sayıda uygulaması bulunan MEREC yöntemi, afet lojistiği konusunda ilk kez bu kapsamda kullanılarak kriter ağırlıklarının tamamen objektif biçimde belirlenmesini sağlamıştır. MEREC ve CODAS yöntemlerinin afet lojistiği kapsamında hibrit biçimde kullanılması, literatürde afet lojistiği kapsamında yeni bir yöntemsel bütünleşmeyi ortaya koymaktadır. Uygulama açısından ise, Türkiye'nin afet riski taşıyan bölgelerinden biri olan Adıyaman ili odaklı bir çalışma gerçekleştirilmiş ve komşu illerden bu bölgeye ulaşımın çok kriterli yapıda değerlendirilmesi sağlanmıştır. Bu açıdan çalışma, afet lojistiği planlamasında karar vericilere bölgesel olarak stratejik bir katkı sunma potansiyeline sahiptir. Çalışmada belirli kriterler doğrultusunda Adıyaman için alternatif güzergâhlar değerlendirilmiştir.

Gelecek çalışmalarda, daha fazla kriter ve alternatif rota eklenerek çalışma genişletilebilir. Ayrıca, yöntemin geçerliliğini test etmek amacıyla çalışmanın farklı bölgelere, özellikle afet riski yüksek diğer illere uyarlanması, elde edilen yöntemsel yaklaşımın genellenebilirliğini artıracaktır. Bununla birlikte, çalışmaya CBS ile entegre edilerek güzergâhların mekânsal analizlerle desteklenmesi, afet lojistiğinde daha kapsamlı ve doğru kararlar alınmasına sağlayabilir.

Katkı Beyanı

Bu makalede yer alan tüm yazarlar, çalışmanın literatür taraması, yöntemsel çerçevenin oluşturulması, veri analizi ve raporlanması dâhil olmak üzere araştırma sürecinin her aşamasında aktif rol almıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Kaynaklar

[1] Moe TL, Gehbauer F, Senitz S, Mueller M. Balanced scorecard for natural disaster management projects. Disaster Prevention and Management: An International Journal 2007;16(5):785–806.
[2] Altay N, Green WG. OR/MS research in disaster operations management. European Journal of Operational Research 2006;175(1):475–493.
[3] Zhang K, Lee JE. Assessing the operational capability of disaster and emergency management resources: Using analytic hierarchy process. Sustainability 2024;16(10):3933.
[4] Balcik B, Beamon BM. Facility location in humanitarian relief. International Journal of Logistics: Research and Applications 2008;11(2):101–121.
[5] Pu Y, Zhao Y. Optimization of a two-stage emergency logistics system considering public psychological risk perception under earthquake disaster. Scientific Reports 2024; 14:31983.
[6] Carnero Quispe MF, Couto AS, de Brito Junior I, Cunha LRA, Siqueira RM, Yoshizaki HTY. Humanitarian logistics prioritization models: A systematic literature review. Logistics 2024;8(2):60.

[7] Barbarosoğlu G, Özdamar L, Çevik A. Humanitarian logistics in the disaster relief supply chain. In: 26th International Conference on Urban Transport and the Environment, Bilbao, Spain; 2020.
[8] Thomas AS, Kopczak LR. From logistics to supply chain management: the path forward in the humanitarian sector. Fritz Institute; 2005.
[9] Jiang Y, Yuan Y. Emergency logistics in a large-scale disaster context: achievements and challenges. International Journal of Environmental Research and Public Health 2019;16(5):779.
[10] Ersoy P, Börühan G. Lojistik süreçler açısından afet lojistiğinin önemi. Finans Politik & Ekonomik Yorumlar Dergisi 2013;50(578):75–86.
[11] Hamurcu M, Eren T. Kentsel ulaşımda güzergâh belirleme için kullanılan kriterler: literatür araştırması. Transist 9. Uluslararası Ulaşım Teknolojileri Sempozyumu ve Fuarı, İstanbul, Türkiye; 2016:280–286.
[12] Peker İ, Korucuk S, Ulutaş Ş, Sayın Okatan B, Yaşar F. Afet lojistiği kapsamında en uygun dağıtım merkez yerinin AHS-VIKOR bütünleşik yöntemi ile belirlenmesi: Erzincan ili örneği. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi 2016;14(1):82–103.
[13] Altın B, Özer B, Güven E, Eren T. Acil durum ve afetlerde alternatif güzergâh seçimi: Kırıkkale ilinde bir uygulama. 5th International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences, Konya, Türkiye; 2023:1085–1098.
[14] Anuar WK, Moll M, Lee LS, Pickl S, Seow HV. Vehicle routing optimisation in humanitarian operations: a survey. Applied Sciences 2021;11(2):667.
[15] Geng J. An overview of emergency logistics routing and location: models and future research directions. Proceedings of the 2023 International Conference on Digital Economy and Business Analytics (ICDEBA), EDP Sciences; 2023;148:03005.
[16] Saei S, Tajik N. Scenario-based optimization of network resilience: integrating vulnerability assessments and traffic flow. arXiv 2025;2503.23251.
[17] Kumar P, Singh R. Sustainable route selection in humanitarian supply chains using fuzzy AHP and VIKOR. Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management 2022;12(3):410–432.
[18] Zhang X, Liu J, Chen Y. A hybrid optimization model for simultaneous routing and resource allocation in post-disaster relief. Computers & Industrial Engineering 2023; 174:109204.
[19] Condor AAA, Castañeda CMR, Gutiérrez JAT. Optimization of humanitarian aid resource distribution time through mixed integer linear programming. Proceedings of the 9th International Conference on Industrial and Business Engineering (ICIBE 2023), Beijing, China; 2023.
[20] Tezcan B, Alakaş HM, Özcan E, Eren T. Afet sonrası geçici depo yeri seçimi ve çok araçlı araç rotalama uygulaması: Kırıkkale ilinde bir uygulama. *Politeknik Dergisi*. 2021;26(1):13–27.
[21] Bayram B, Eren T. Çok kriterli karar verme yöntemleriyle afet sonrası geçici depo yeri seçimi. Acil Yardım ve Afet Bilimi Dergisi. 2023;3(2):22–30.
[22] Gök, M., Toklu, R., Güven, E., & Eren, T. (2024). Afet Lojistiğinde Depo Yer Seçimi. *Resilience*, *8*(2), 123-138.
[23] Ghahremani-Nahr J, Nozari H, Szmelter-Jarosz A. Designing a humanitarian relief logistics network considering the cost of deprivation using a robust–fuzzy–probabilistic planning method. Journal of International Humanitarian Action 2024;9(1):1–16.
[24] Li L, Bai X, Xia H. Study on the optimization of site selection for emergency supply reserve warehouses based on multi-attribute weighted intelligent gray target decision-making evaluation model. *Applied Sciences*. 2024;14(19):8734.
[25] Lee S, Cho H. A distributed emergency logistics system with decentralized agents under communication disruption. Nature Communications 2025; 16:1002.
[26] Ecer F, Zolfani SH. Çok kriterli MEREC-DNMA model tabanlı bileşik sistem aracılığıyla ekonomik özgürlüğün değerlendirilmesi: OPEC ülkeleri örneği. Teknolojik ve Ekonomik Gelişme Dergisi 2022;28(4):1158–1181.
[27] Keleş N. A multi-criteria decision-making framework based on the MEREC method for the comprehensive solution of forklift selection problem. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi 2023;18(2):573–590.
[28] Saidin MS, Lee LS, Marjugi SM, Ahmad MZ, Seow H-V. Fuzzy method based on the removal effects of criteria (MEREC) for determining objective weights in multi-criteria decision-making problems. Mathematics 2023;11(6):1544.
[29] Çiftçi B, Aydın U. OECD ülkelerinde lojistik performans ve küresel yetenek rekabet gücü: Entegre MEREC-AHP-TOPSIS yaklaşımıyla bir analiz. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*. 2024;36(4):367–395.
[30] Esangbedo MO, Tang M. Evaluation of enterprise decarbonization scheme based on grey-MEREC-MAIRCA hybrid MCDM method. Systems 2023; 11:397.

[31] Mondal MK, Mahapatra BS, Bera MB, Mahapatra GS. Sustainable forest resources management model through Pythagorean fuzzy MEREC–MARCOS approach. Environment, Development and Sustainability 2024; [Online First].
[32] Wang Q, Cheng T, Lu Y, Liu H, Zhang R, Huang J. Underground mine safety and health: A hybrid MEREC–CoCoSo system for the selection of best sensor. Sensors 2024; 24:1285.
[33] Seikh MR, Chatterjee P. Sustainable strategies for electric vehicle adoption: A confidence level-based interval-valued spherical fuzzy MEREC-VIKOR approach. Information Sciences 2025; 699:121814.
[34] Kumari A, Acherjee B. Selection of non-conventional machining process using CRITIC-CODAS method. Materials Today: Proceedings 2022; 56:66–71.
[35] Çınaroğlu E. Entropi destekli EDAS ve CODAS yöntemleri ile bireysel emeklilik şirketlerinin performans değerlendirmesi. Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 2022;10(1):325–345.
[36] Jafarzadeh Ghoushchi S, Garg H, Bonab SR, Rahimi A. An integrated SWARA-CODAS decision-making algorithm with spherical fuzzy information for clean energy barriers evaluation. Expert Systems with Applications 2023; 223:119884.
[37] Alkan N. Evaluation of sustainable development and utilization-oriented renewable energy systems based on CRITIC-SWARA-CODAS method using interval valued picture fuzzy sets. Sustainable Energy, Grids and Networks 2024;38:101263.
[38] Ayub Y, Moktadir MA, Ren J. Sustainable waste valorization process selection through AHP and advanced Interval Valued Fermatean Fuzzy with integrated CODAS. Process Safety and Environmental Protection 2024; 185:408–422.
[39] Kamber E, Aydoğmuş U, Yumurtacı Aydoğmuş H, Gümüş M, Kahraman C. Prioritization of drip-irrigation pump alternatives in agricultural applications: An integrated picture fuzzy BWM-CODAS methodology. Applied Soft Computing 2024; 154:111308.
[40] Sahin F, Menekse A, Yilmaz S. AI software selection for cybersecurity auditing using neutrosophic CRITIC-CODAS. Applied Soft Computing 2025; 179:113295.
[41] Ghorabaee MK, Amiri M, Zavadskas EK, Turskis Z, Antucheviciene J. Determination of objective weights using a new method based on the removal effects of criteria (MEREC). Symmetry 2021;13(4):525.
[42] Triantaphyllou E. Multi-criteria decision-making methods. In: Multi-criteria decision making methods: A comparative study. Boston, MA: Springer; 2000:5–21.
[43] Ghorabaee MK, Zavadskas EK, Turskis Z, Antucheviciene J. A new combinative distance-based assessment (CODAS) method for multi-criteria decision-making. Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research. 2016;50(3):25–44.
[44] Dahooei JH, Zavadskas EK, Vanaki AS, Firoozfar HR, Ghorabaee MK. An evaluation model of business intelligence for enterprise systems with new extension of CODAS (CODAS-IVIF). Economics and Management 2018;21(3):171–187.
[45] Sevimli İ. Adıyaman ilinin istatistiksel deprem risk analizi. İpekyolu Kalkınma Ajansı; 2013.
[46] İmamoğlu MŞ, Çetin E. Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve yakın yöresinin depremselliği. Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi 2007;(9):93–103.
[47] Karaağaç D, Karaman H, Aktuğ B. Kahramanmaraş ve Adıyaman illerinin afetselliğinin incelenmesi ve mekansal analiz teknikleriyle yerleşime uygun alanların belirlenmesi. Türk Deprem Araştırma Dergisi 2019;3(1):25–38.
[48] AFAD. (2021). Adıyaman İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP). T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. https://adiyaman.afad.gov.tr/il-planlari
[49] Kaplan G, Taşar HH. Afet yönetimi ve 2023 Kahramanmaraş merkezli depremlerde Adıyaman Üniversitesi örneği. Journal of Social and Humanities Sciences Research 2023;10(91):2765–2772.
[50] Güzel İH. Belediye planlarında afet sorunu: Malatya, Hatay, Kahramanmaraş ve Adıyaman belediyeleri örneği. Memleket Siyaset Yönetim 2024;19(43):637–660.
[51] Sunkar M, Avcı V. Şepker Çayı aşağı havzası'nın (Adıyaman batısı) heyelan duyarlılık analizi. Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 2016;26(2):67–85.
[52] Bozkurt E. Neotectonics of Turkey – a synthesis. Geodinamica Acta 2001;14(1–3):3–30.
[53] Fahjan YM, Pakdamar F, Kara Fİ, Eryılmaz Y, Eravcı B, Baykal M, Yenilmez G, Yalçın D, Yanık K. Afet yönetiminde olası depremler için "AFAD-RED" hasar tahmin sisteminin kullanımı. 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, İzmir, Türkiye; 2015.
[54] Chang SE. Transportation planning for disasters: an accessibility approach. Environment and Planning A: Economy and Space 2003;35(6):1051–1072.
[55] Holguín-Veras J, Jaller M, Van Wassenhove LN, Pérez N, Wachtendorf T. On the unique features of post-disaster humanitarian logistics. Journal of Operations Management 2012;30(7–8):494–506.

[56] Chang SE. Urban disaster recovery: a measurement framework and its application to the 1995 Kobe earthquake. Disasters 2010;34(2):303–327.
[57] AFAD. (2021). Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP). T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. https://www.afad.gov.tr/turkiye-afet-mudahale-plani
[58] Ghasemi P, Goodarzian F, Abraham A. [Retracted article] A new humanitarian relief logistic network for multi-objective optimization under stochastic programming. Applied Intelligence 2022;52(12):13729–13762.
[59] Edrissi A, Nourinejad M, Roorda MJ. Transportation network reliability in emergency response. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. 2015; 80:56–73.
[60] Khodadadi, S., Tasooji, T. K., Shariat-Mohayman, A., & Kalantari, N. (2025). A multi-objective simultaneous routing, facility location, and allocation model for earthquake emergency logistics. arXiv 2025;2503.22487.
[61] Haghpanah F. Transportation emergency planning considering uncertainty in event duration and drivers' behavior. arXiv 2018;1802.01042.
[62] Orhan MA, Selamoğlu M. The importance of disaster logistics for sustainable disaster management. Journal of International Social Research 2023;16(100):310–320.
[63] Karayolları Genel Müdürlüğü. Yol Ağı Envanteri ve Bakım Raporları. T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı; 2021.
[64] İRAP. (2021). Türkiye yol güvenliği değerlendirme raporu. International Road Assessment Programme. https://irap.org
[65] Turan H, Bulak ME. An application of CRITIC and ROV methods in choosing location for disaster logistics. Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi. 2023;7(Özel Sayı):78–93.
[66] Feng Z, Li G, Wang W, Zhang L, Xiang W, He X, et al. Emergency logistics centers site selection by multi-criteria decision-making and GIS. International Journal of Disaster Risk Reduction. 2023;96:103921.