



T.C.

ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**PARİS İKLİM ANLAŞMASI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR LOJİSTİK
KAPSAMINDA LOJİSTİK KÖY YERİ SEÇİMİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ**

Yüksek Lisans Tezi

Mustafa Sait KAPLAN

**Danışman
Prof. Dr. Mehmet GÜMÜŞ**

**ALANYA
2024**

T.C.
ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

PARİS İKLİM ANLAŞMASI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR LOJİSTİK
KAPSAMINDA LOJİSTİK KÖY YERİ SEÇİMİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Yüksek Lisans Tezi

Mustafa Sait KAPLAN
İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı
İşletme Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı

Danışman
Prof. Dr. Mehmet GÜMÜŞ

ALANYA
(2024)

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilemeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmamın Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Mustafa Sait KAPLAN

TEŐEKKÜR SAYFASI

Yüksek lisans eğitiminin boyunca her zaman desteklerini üzerimde hissettiğim kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Mehmet GÜMÜŞ başta olmak üzere ikinci danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Emir Hüseyin ÖZDER'e tecrübe ve yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Eren KAMBER hocama, başta Doç. Dr. Fatih DARICIK olmak üzere üzerimde emeği bulunan tüm hocalarıma, jüri üyesi hocalarıma ayrı ayrı teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım boyunca anlayışı ve yardımlarından dolayı değerli eşim Melike KAPLAN'a motivasyon ve neşe kaynağım kızlarım Ayşe Hüma ve Amine Sare'ye Annem, Babam ve kız kardeşlerime teşekkürü bir borç bilirim.

Mustafa Sait KAPLAN

ÖZET

PARİS İKLİM ANLAŞMASI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR LOJİSTİK KAPSAMINDA LOJİSTİK KÖY YERİ SEÇİMİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Mustafa Sait KAPLAN

İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı

Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,

Ocak, 2024 (132 sayfa)

Paris İklim Anlaşması'na taraf ülkelerin gelecek nesillere yaşanılacak bir çevre bırakma hedefi doğrultusunda küresel ısınmaya karşı ortaya konan tedbirlere uyum sağlaması gerekmektedir. Bu gereklilik doğrultusunda uzun süreli planlarla uygulanacak önlemler, sera gazı salınımının azaltılması, küresel ısınmanın kontrol altında tutulması ve sürdürülebilir kalkınma sağlanmasını amaçlamaktadır. Bu amaca yönelik olarak lojistik faaliyetlerinde trafik yoğunluğu, ulaşım alt yapısı, planlama, yöntem, yapılan düzenlemeler, dönüşüm ve hesaplamalarla minimum emisyon sağlayacak ulaştırma modellerinin oluşturulması gerekmektedir.

Sürdürülebilir lojistik çevre, sosyal ve ekonomik faktörlerden oluşmaktadır. Çevre faktörü kirliliği ve sera gazı salınımlarının en aza indirgenmesini, sosyal faktör lojistik faaliyetin toplumun geneline ve yararına olmasını, ekonomik faktör de maliyetin az ve karlılığın fazla olmasını öncelikler. Lojistikle ilgili planlamalarda teknoloji faktörü, teknolojik imkanların kullanılmasıyla süreçlerin verimli hale getirilmesi yönüyle önem arz etmektedir.

Bu çalışmada Türkiye'de kurulması planlanan lojistik köyler için yer seçimi, Paris İklim Anlaşması'nın amacına yönelik çevresel faktörler dikkate alınarak yapılmıştır. Bu faktörlerle birlikte sürdürülebilir lojistik kapsamında ekonomik ve sosyal etmenler de göz önüne alınmıştır. Her sektörde olduğu gibi lojistikte de önemi her geçen gün artan teknoloji, yer seçiminin diğer bir faktörü olarak çalışmada yer almıştır. TCDD'nin Türkiye'de kurulmasını planladığı lojistik köy yeri alternatifleri, tüm bu faktörler kullanılarak çok kriterli karar verme yöntemleriyle değerlendirilmiş ve göreceli olarak karşılaştırılmıştır.

Detaylı bir literatür taraması ile uygulamada kullanılacak kriterlerin listesi çıkarılmış, uzman görüşleri kullanılarak çalışmada kullanılacak kriterler bu listeden seçilmiştir. Kriter ağırlıkları, uzman görüşleri alınarak AHP yöntemi ile hesaplanmıştır.

Alternatiflerin sıralanmasında TOPSİS ve Bulanık TOPSİS yöntemleri kullanılmış, bu iki yöntemle elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Lojistik, Paris İklim Anlaşması, Yeşil Lojistik, Lojistik Köy Yeri Seçim.



ABSTRACT

SELECTION OF LOGISTICS-CENTER LOCATION WITHIN THE SCOPE OF PARIS CLIMATE AGREEMENT AND SUSTAINABLE LOGISTICS: THE CASE OF TÜRKİYE

Mustafa Sait KAPLAN

Department of Management Engineering

Alanya Alaaddin Keykubat University, Graduate School of Education,

January, 2024

The countries party to the Paris Climate Agreement are required to adapt to the measures against global warming in line with the goal of leaving a habitable environment for future generations. Measures to be implemented with long-term plans in line with this requirement aim to reduce greenhouse gas emissions, keep global warming under control and ensure sustainable development. For this purpose, it is necessary to create transport models that will provide minimum emission with traffic density, transport infrastructure, planning, method, regulations, transformation and calculations in logistics activities.

Sustainable logistics consists of environmental, social and economic factors. The environmental factor prioritises the minimisation of pollution and greenhouse gas emissions, the social factor prioritises the logistics activity for the benefit of the society in general, and the economic factor prioritises the low cost and high profitability. The technology factor in logistics-related planning is important in terms of making the processes efficient by using technological facilities.

In this study, the site selection for the logistics villages planned to be established in Turkey was made by taking into account the environmental factors for the purpose of the Paris Climate Agreement. Along with these factors, economic and social factors have also been taken into consideration within the scope of sustainable logistics. Technology, the importance of which is increasing day by day in logistics as in every sector, has been included in the study as another factor of site selection. The logistics village location alternatives planned to be established by TCDD in Turkey have been evaluated by using all these factors with multi-criteria decision making methods and compared relatively.

A list of criteria that can be used in the application was prepared through a detailed literature review, and the criteria to be used in the study were selected from this list by using expert opinions. Criteria weights were calculated by AHP method by taking expert

opinions. TOPSIS and Fuzzy TOPSIS methods were used to rank the alternatives and the results obtained with these two methods were compared.

Keywords: Sustainable Logistics, Paris Climate Agreement, Green Logistics, Logistics Village Location Selection.



İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK SAYFASI	
JURİ VE ENSTİTÜ ONAYI	i
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	ii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xv
KISALTMALAR LİSTESİ	xvi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR	3
2.1. Paris İklim Anlaşması ve Sürdürülebilirlik.....	3
2.1.1. Paris İklim Anlaşması.....	3
2.1.2. Sürdürülebilirlik Kavramı	4
2.1.3. Sürdürülebilirliğin Boyutları	4
2.2. Lojistik	6
2.2.1. Lojistik Faaliyetleri	6
2.2.2. Lojistikte Sürdürülebilirlik	10
2.3. Kriter ve Yöntem İçin Literatür Taraması	27
2.3.1. Lojistik Merkez Seçiminde Kullanılan Kriterler	27
2.3.2. AHP Yöntemi Kullanılan Çalışmalar	43
2.3.3. TOPSİS Yöntemi Kullanılan Çalışmalar.....	44
2.3.4. Bulanık TOPSİS Yöntemi Kullanılan Çalışmalar	45
3. YÖNTEM.....	47
3.1. AHP Yöntemi.....	47
3.1.1. Hiyerarşik yapı	48
3.1.2. İkili karşılaştırma ve ağırlıklar	49
3.1.3. Tutarlılık	50
3.1.4. AHP işlem adımları	51
3.2. AHP Yöntemi Uygulaması	52
3.2.1. Hiyerarşik yapı	52
3.2.2. İkili karşılaştırmalar ve ağırlıklar	54
3.2.3. Tutarlılık kontrolü	60
3.3. TOPSİS Yöntemi	66

3.3.1. Karar matrisinin oluşturulması	66
3.3.2. Normalize karar matrisi	67
3.3.3. Ağırlıklı normalize karar matrisi	67
3.3.4. Pozitif ve negatif ideal çözüm değerleri	67
3.3.5. Alternatiflerin pozitif ve negatif ideal noktalara uzaklığı	68
3.3.6. İdeal çözüme göreli yakınlık ve sıralama	68
3.3.7. TOPSİS yöntemi işlem adımları	68
3.4. TOPSİS Uygulaması	69
3.4.1. Karar matrisi oluşturma	69
3.4.2. Uzman ortak karar (Aritmetik ortalama)	69
3.4.3. Normalize karar matrisi	70
3.4.4. Ağırlıklı normalize karar matrisi	71
3.4.5. Pozitif ve negatif ideal çözüm değerleri	72
3.4.6. Alternatiflerin ideal ve negatif ideal değerlere uzaklığı	73
3.4.7. İdeal çözüme göreli yakınlık ve sıralama	75
3.5. Bulanık TOPSİS Yöntemi	75
3.5.1. Bulanık kümeler	75
3.5.2. Üçgen bulanık sayı	76
3.5.3. Dilsel değişkenlerin üçgen bulanık sayı karşılığı	77
3.5.4. Kriter ve alternatiflerin önem dereceleri	77
3.5.5. Bulanık karar matrisi	78
3.5.6. Normalize bulanık karar matrisi	78
3.5.7. Alternatiflerin ideal ve negatif ideal değerlere uzaklığı	78
3.5.8. İdeal çözüme yakınlık ve sıralama	79
3.5.9. Bulanık TOPSİS yöntemi işlem adımları	79
3.6. Bulanık TOPSİS Uygulaması	79
3.6.1. Kriterlerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi	79
3.6.2. Alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi	80
3.6.3. Kriterlerin bulanık sayı karşılığı ve önem derecesi	84
3.6.4. Alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılığı ve önem derecesi	86
3.6.5. Normalize bulanık karar matrisi	91
3.6.6. Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi	92
3.6.7. Alternatiflerin ideal değerlere uzaklığı	94
3.6.8. Alternatiflerin negatif ideal değerlere uzaklığı	95
3.6.9. Alternatiflerin ideal ve negatif ideal çözüme uzaklığı	95

3.6.10. Alternatiflerin ideal çözüme yakınlık sıralanması.....	96
4. BULGULAR.....	97
5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	99
6. KAYNAKLAR	103
7. EKLER.....	115
7.1. Uzmanların Kriterleri Değerlendirmesi	115
7.1.1. Uzman 1.....	115
7.1.2. Uzman 2.....	116
7.1.3. Uzman 3.....	118
7.1.4. Uzman 4.....	120
7.1.5. Uzman 5.....	121
7.1.6. Uzman 6.....	123
7.2. Uzmanların Alternatifleri Değerlendirmesi	125
7.2.1. Uzman 1.....	125
7.2.2. Uzman 2.....	126
7.2.3. Uzman 3.....	127
7.2.4. Uzman 4.....	128
7.2.5. Uzman 5.....	129
7.2.6. Uzman 6.....	130
7.3. Etik Kurul Raporu	131
ÖZGEÇMİŞ	132

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Kriterler literatür taraması	33
Tablo 2.2. Lojistik köy yeri seçim kriterleri	35
Tablo 3.1. Uzman bilgileri	47
Tablo 3.2. Temel önem ölçeği.....	49
Tablo 3.3. Rassal tutarsızlık tablosu	51
Tablo 3.4. Ana kriterler için uzman ortak karar.....	55
Tablo 3.5. Ekonomik alt kriterleri için uzman ortak karar.....	55
Tablo 3.6. Çevresel alt kriterleri için ortak karar	56
Tablo 3.7. Sosyal alt kriterleri için ortak karar	56
Tablo 3.8. Teknolojik alt kriterleri için ortak karar	56
Tablo 3.9. Ana kriterler için normalize matris	57
Tablo 3.10. Ekonomik alt kriterleri için normalize matris.....	57
Tablo 3.11. Çevresel alt kriterleri için normalize matris	57
Tablo 3.12. Sosyal alt kriterleri için normalize matris.....	58
Tablo 3.13. Teknolojik alt kriterleri için normalize matris	58
Tablo 3.14. Ana kriterlerin ağırlıkları	58
Tablo 3.15. Ekonomik ana kriterinin alt kriterlerinin ağırlıkları	59
Tablo 3.16. Çevresel ana kriterinin alt kriterlerinin ağırlıkları	59
Tablo 3.17. Sosyal ana kriterinin alt kriterlerinin ağırlıkları	59
Tablo 3.18. Teknolojik ana kriterinin alt kriterlerinin ağırlıkları.....	60
Tablo 3.19. Ana kriter alt kriter bütünsel önem ağırlıkları	60
Tablo 3.20. Ana kriterler normalize matris ve satır ortalamaları (w)	60
Tablo 3.21. Ekonomik alt kriterleri normalize matris ve satır ortalamaları (w)	62
Tablo 3.22. Çevresel alt kriterleri normalize matris ve satır ortalamaları (w).....	63
Tablo 3.23. Sosyal alt kriterleri normalize matris ve satır ortalamaları (w)	64
Tablo 3.24. Teknolojik alt kriterleri normalize matris ve satır ortalamaları (w)	65
Tablo 3.25. Uzman ortak karar	69
Tablo 3.26. Normalize karar matrisi	70
Tablo 3.27. Ağırlıklı normalize karar matrisi	71
Tablo 3.28. Kriterlerin yönleri ve ideal ve negatif ideal değerler	72
Tablo 3.29. Normalize karar matrisinin ideal değerlere mesafesi ($v_{ij}-v_{j+}$).....	73
Tablo 3.30. Normalize karar matrisinin negatif ideal değerlere mesafesi ($v_{ij}-v_{j-}$)	74

Tablo 3.31. Alternatiflerin ideal ve negatif ideal çözüme uzaklığı.....	75
Tablo 3.32. Alternatiflerin ideal çözüme göreli yakınlığı ve sıralaması.....	75
Tablo 3.33. Kriter ağırlıklarının pozitif üçgen bulanık sayılarla ifadesi.....	77
Tablo 3.34. Alternatiflerin pozitif üçgen bulanık sayılarla ifadesi	77
Tablo 3.35. Ekonomik kriterlerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi	80
Tablo 3.36. Çevresel kriterlerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi	80
Tablo 3.37. Sosyal kriterlerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi	80
Tablo 3.38. Teknolojik kriterlerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi.....	80
Tablo 3.39. Kriter 1'e göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi.....	81
Tablo 3.40. Kriter 2'ye göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi.....	81
Tablo 3.41. Kriter 3'e göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi.....	81
Tablo 3.42. Kriter 4'e göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi.....	81
Tablo 3.43. Kriter 5'e göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi.....	82
Tablo 3.44. Kriter 6'ya göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi.....	82
Tablo 3.45. Kriter 7'ye göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi.....	82
Tablo 3.46. Kriter 8'e göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi.....	82
Tablo 3.47. Kriter 9'a göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi.....	83
Tablo 3.48. Kriter 10'a göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi.....	83
Tablo 3.49. Kriter 11'e göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi.....	83
Tablo 3.50. Kriter 12'ye göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi.....	83
Tablo 3.51. Kriter 13'e göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi.....	84
Tablo 3.52. Kriter 14'e göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi.....	84
Tablo 3.53. Kriter 15'e göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi.....	84
Tablo 3.54. Ekonomik alt kriterlerinin üçgen bulanık sayı karşılıkları	85
Tablo 3.55. Çevresel alt kriterlerinin üçgen bulanık sayı karşılıkları	85
Tablo 3.56. Sosyal alt kriterlerinin üçgen bulanık sayı karşılıkları	85
Tablo 3.57. Teknolojik alt kriterlerinin üçgen bulanık sayı karşılıkları	86
Tablo 3.58. (K1) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları	86
Tablo 3.59. (K2) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları	86
Tablo 3.60. (K3) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları	87
Tablo 3.61. (K4) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları	87
Tablo 3.62. (K5) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları	87
Tablo 3.63. (K6) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları	88
Tablo 3.64. (K7) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları	88

Tablo 3.65. (K8) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları	88
Tablo 3.66. (K9) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları	89
Tablo 3.67. (K10) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları	89
Tablo 3.68. (K11) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları	89
Tablo 3.69. (K12) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları	90
Tablo 3.70. (K13) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları	90
Tablo 3.71. (K14) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları	90
Tablo 3.72. (K15) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları	91
Tablo 3.73. K1,K2,K3 kriterlerine ait normalize bulanık karar matrisi.....	91
Tablo 3.74. K4,K5,K6 kriterlerine ait normalize bulanık karar matrisi.....	91
Tablo 3.75. K7,K8,K9 kriterlerine ait normalize bulanık karar matrisi.....	92
Tablo 3.76. K10,K11,K12 kriterlerine ait normalize bulanık karar matrisi.....	92
Tablo 3.77. K13,K14,K15 kriterlerine ait normalize bulanık karar matrisi.....	92
Tablo 3.78. K1,K2,K3 kriterlerine ait ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi	93
Tablo 3.79. K4,K5,K6 kriterlerine ait ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi	93
Tablo 3.80. K7,K8,K9 kriterlerine ait ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi	93
Tablo 3.81. K10,K11,K12 kriterlerine ait ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi	93
Tablo 3.82. K13,K14,K15 kriterlerine ait ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi	94
Tablo 3.83. K1,K2,K3 kriterlerine göre alternatiflerin ideal değerlere uzaklığı.....	94
Tablo 3.84. K4,K5,K6 kriterlerine göre alternatiflerin ideal değerlere uzaklığı.....	94
Tablo 3.85. K7,K8,K9 kriterlerine göre alternatiflerin ideal değerlere uzaklığı.....	94
Tablo 3.86. K10,K11,K12 kriterlerine göre alternatiflerin ideal değerlere uzaklığı.....	95
Tablo 3.87. K13,K14,K15 kriterlerine göre alternatiflerin ideal değerlere uzaklığı.....	95
Tablo 3.88. Bulanık sayıların ideal çözüme uzaklığı ve toplam uzaklık	95
Tablo 3.89. Bulanık sayıların negatif ideal çözüme uzaklığı ve toplam uzaklık	96
Tablo 3.90. Alternatiflerin ideal çözüme yakınlık sırası	96
Tablo 7.1. Ana kriterler için Uzman 1'in değerlendirmesi	115
Tablo 7.2. Ekonomik alt kriterleri için Uzman 1'in değerlendirmesi	115
Tablo 7.3. Çevresel alt kriterleri için Uzman 1'in değerlendirmesi.....	115
Tablo 7.4. Sosyal alt kriterleri için Uzman 1'in değerlendirmesi	116
Tablo 7.5. Teknolojik alt kriterleri Uzman 1'in değerlendirmesi	116
Tablo 7.6. Ana kriterler için Uzman 2'nin değerlendirmesi	116
Tablo 7.7. Ekonomik alt kriterleri için Uzman 2'nin değerlendirmesi	117
Tablo 7.8. Çevresel alt kriterleri için Uzman 2'nin değerlendirmesi.....	117

Tablo 7.9. Sosyal alt kriterleri için Uzman 2'nin değerlendirmesi	117
Tablo 7.10. Teknolojik alt kriterleri Uzman 2'nin değerlendirmesi	118
Tablo 7.11. Ana kriterler için Uzman 3'ün değerlendirmesi	118
Tablo 7.12. Ekonomik alt kriterleri için uzman 3'ün değerlendirmesi	118
Tablo 7.13. Çevresel alt kriterleri için Uzman 3'ün değerlendirmesi.....	119
Tablo 7.14. Sosyal alt kriterleri için Uzman 3'ün değerlendirmesi	119
Tablo 7.15. Teknolojik alt kriterleri Uzman 3'ün değerlendirmesi	119
Tablo 7.16. Ana kriterler için Uzman 4'ün değerlendirmesi	120
Tablo 7.17. Ekonomik alt kriterleri için Uzman 4'ün değerlendirmesi	120
Tablo 7.18. Çevresel alt kriterleri için Uzman 4'ün değerlendirmesi.....	120
Tablo 7.19. Sosyal alt kriterleri için Uzman 4'ün değerlendirmesi	121
Tablo 7.20. Teknolojik alt kriterleri Uzman 4'ün değerlendirmesi	121
Tablo 7.21. Ana kriterler için Uzman 5'in değerlendirmesi	121
Tablo 7.22. Ekonomik alt kriterleri için uzman 5'in değerlendirmesi.....	122
Tablo 7.23. Çevresel alt kriterleri için Uzman 5'in değerlendirmesi.....	122
Tablo 7.24. Sosyal alt kriterleri için Uzman 5'in değerlendirmesi	122
Tablo 7.25. Teknolojik alt kriterleri Uzman 5'in değerlendirmesi	123
Tablo 7.26. Ana kriterler için Uzman 6'nın değerlendirmesi	123
Tablo 7.27. Ekonomik alt kriterleri için uzman 6'nın değerlendirmesi.....	123
Tablo 7.28. Çevresel alt kriterleri için Uzman 6'nın değerlendirmesi.....	124
Tablo 7.29. Sosyal alt kriterleri için Uzman 6'nın değerlendirmesi	124
Tablo 7.30. Teknolojik alt kriterleri Uzman 6'nın değerlendirmesi	124
Tablo 7.31. Uzman 1'in alternatif şehirleri değerlendirmesi	125
Tablo 7.32. Uzman 2'nin alternatif şehirleri değerlendirmesi	126
Tablo 7.33. Uzman 3'ün alternatif şehirleri değerlendirmesi	127
Tablo 7.34. Uzman 4'ün alternatif şehirleri değerlendirmesi	128
Tablo 7.35. Uzman 5'in alternatif şehirleri değerlendirmesi	129
Tablo 7.36. Uzman 6'nın alternatif şehirleri değerlendirmesi	130

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Türkiye'deki TCDD'ye ait lojistik merkezler	26
Şekil 3.1. AHP'nin hiyerarşik yapısı.....	48
Şekil 3.2. Kriterlerin karşılaştırılması anket örneği.....	49
Şekil 3.3. AHP'nin hiyerarşik yapısı.....	52
Şekil 3.4. Üçgen bulanık sayı (\tilde{n})	76



KISALTMALAR LİSTESİ

AB	Avrupa Birliği
AHP	Analitik Hierarchy Proses
BMİDÇS	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
COP	Conference of the Parties
HSR	High Strength Rubber
IEA	International Energy Agency
IMO	International Maritime Organization
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
SAF	Sustainable Aviation Fuel
TCDD	Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demir Yolları
TEU	Twenty-foot Equivalent Unit
TOPSİS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
VLSF	Very Low Sulfur Fuel-Oil
YÖK	Yükseköğretim Kurulu

1. GİRİŞ

Üretim hacminin artması ve sanayileşmenin hızlanmasının etkisiyle 18.yy'dan bu tarafa fosil yakıt kullanımında devamlı bir artış meydana gelmiştir. Bununla birlikte orman ürünlerinin insan ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kullanılmasının artması orman alanlarının azalmasına yol açmıştır. Fosil yakıtların kullanımı sürekli artarak yeryüzünde yeşil alanların da sürekli azalmasıyla birlikte her geçen gün yerkürenin ısısı artmakta ve iklim değişikliği ve küresel ısınma gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu nedenlerle atmosferin yaşam koşullarını dengeleyen sera etkisi bozulmaktadır. Sera etkisi bozulursa sıcaklıklardaki artış dünyanın bir ucunda orman yangınları ve çölleşmeye sebebiyet verirken, diğer tarafında ise sel, aşırı yağışlar ve erozyon afetlerine sebebiyet vermektedir. Bunların tamamı yeryüzünde yaşayan başta insan nesli ve tüm canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmesini olumsuz etmektedir (Akın, 2006).

1970' li yıllardan bu tarafa, enerji kullanımının artmasıyla beraber küresel ısınma ülkelerin birçoğu için ortak bir sorun haline gelmiştir (Geng et al., 2019).Yer küremiz için atmosferde sera etkisi yapan sera gazları, metan gazı karbondioksit gazı, diazot monoksit, florlu gazlar ve klorofloro karbonlar olmakla birlikte, bu gazların arasında %76 lık oranla en fazla bulunan gazın karbondioksit olduğu bilinmektedir. Karbondioksitin diğer gazlarla kıyaslandığında oran olarak çok fazla olması sebebiyle sera etkisine sebebiyet veren en önemli neden olarak kabul edilmektedir (Dulkadiroğlu, 2018).

Enerji sektörü %41 oranla karbondioksit gazını oluşturan sebepler arasında ilk sırayı alırken, %24 oranla taşımacılık sektörü ikinci sırayı almaktadır. Taşımacılık sektöründe de karayolu yük taşımacılığı diğer taşımalara göre çok daha fazla karbondioksite neden olmaktadır (Dündar & Kolay, 2021).

Nüfusun hızlı artışı ve motorlu taşıtlara olan bağımlılığın yüksek düzeyde olması nedeniyle Yeryüzünde birçok kent trafik sıkışıklığı ve ulaşım sorunlarıyla karşı karşıyadır. Hava kirliliği çevresel ve insan sağlığı üzerinde titizlikle çalışılması gereken önemli bir sorun teşkil etmektedir. Ulaşım için kullanılan taşıtların yoğunluğunun artması, bu taşıtların yakıtlarından kaynaklanan zararlı gazların atmosfere bırakılmasının etkisi, küresel ısınma açısından diğer etkenlere kıyasla daha fazladır (Rahimi & Davoudi, 2018).

Son yıllarda çevresel sorunlar için endişeler artmaktadır. İklim değişikliğinin etkileriyle birlikte ülkeler, aldıkları önlemlerle işletme ve kuruluşlarının çevresel ayak

izlerini azaltmaya ve çevresel açıdan sürdürülebilir faaliyetlerini iyileştirmeye yönelik çalışmalar yapmalarına önyak olmuştur (Asadi et al., 2017).

Yeryüzünde ülkeler ve siyasetçiler, çevresel problemleri çözüme kavuşturmak için çeşitli çalışmalar yapmaktadırlar. Yapılan bu çalışmalar neticesinde fosil yakıt kullanımı ve dolayısıyla hava kirliliğinin azaltılması hedeflenmektedir (Sims et al., 2010).

Paris Anlaşması çerçevesinde belirlenen küresel sıcaklık artışını 1.5°C-2°C ile sınırlamak için taahhütte bulunan bütün ülkeler, yer küre için bu sıcaklık hedefine nasıl ulaşılacağını belirlemeye çalışmaktadır. 2018 yılında Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli düzenlenmiştir. Hükümetler, hedeflenen bu sıcaklık artışını geçmemek için “toplumun her kesiminde hızlı, geniş kapsamlı ve benzeri görülmemiş değişikliklerin” olması gerektiğini tespit etmiş, binalar, enerji, sanayi, ulaşım ve şehirlerde köklü değişiklikler olması gerektiği sonucuna varmıştır (Gianfrate & Peri, 2019).

Bilim adamları, şehir planlamacıları ve politika yapıcıların emisyon sorunlarının çözümüne yönelik çalışmaları arasında şehir planlamasının yapılması ve atmosfere daha az zararlı gaz bırakan yeni teknolojik sistem motorlu araçların geliştirilmesiyle birlikte altyapının iyileştirilmesi, ulaşım ve seyahate yönelik davranış kültürü geliştirme programları organize edilmesi, insanların özel araç kullanımının azaltılarak bunun yerine alternatif ulaşım sistemleri kullanmaya yönlendirilmesi yer almaktadır (Loukopoulos, 2007).

Enerji sektöründen sonra en çok karbon salınımına neden olan taşımacılık sektörünün faaliyetlerinin daha az karbon salınımıyla gerçekleştirilmesinde ve karbon salınımına bağlı küresel ısınmanın Paris iklim anlaşmasında istenen seviyelerde tutulmasında mevcut ulaştırma altyapısının iyileştirilmesi, trafik sıklığının azaltılmasına yönelik çalışmalar, kullanılan taşıma modunun çeşitlendirilmesi ve lojistik merkezlerin konumlandırılması ve tasarımı oldukça önemlidir. İşletmeye açtığı ve açmayı planladığı lojistik köy yerleriyle Türkiye’de lojistik merkezlerin açılması işletilmesi ve konumlandırılmasını Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD) üstlenmektedir. Türkiye’de mevcutta işletmeye açık halde bulunan 14 (on dört) lojistik köyün 12 (on iki) tanesi TCDD tarafından işletilmektedir. Çalışmamızın temelini TCDD’nin gelecekte işletmeye açmayı planladığı etüt ve planlama aşamasındaki aday lojistik köy yerlerinin sürdürülebilir lojistik kapsamında belirlenen kriterlerle incelenmesi ve en uygun yerin çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak tespiti oluşturmaktadır.

2. LİTERATÜR

2.1. Paris İklim Anlaşması ve Sürdürülebilirlik

2.1.1. Paris İklim Anlaşması

1992 Rio Zirvesi ile başlayan ve 1997 Kyoto Protokolüyle devam eden ve tüm ülkelerin anlaşabileceği bir zemine oturtulamayan süreçte 2009 Kopenhag Zirvesinde de bir sonuç alınamadı. 2011’de gerçekleştirilen 17. Taraflar Konferansında “Durban Platformu” oluşturulmuş ve 2015 Paris İklim Zirvesinde tüm tarafların emisyon azaltımına katkı sağlayacağı bir küresel anlaşmanın sonuçlandırılması kararlaştırılmıştı. Başarısız geçen ve yıllarca süren müzakereler sonrasında, emisyon oranları en yüksek iki ülke olan Çin ve ABD’nin 2014 yılındaki ortak olumlu yaklaşımlarının da etkisiyle 21. Taraflar Konferansı olarak da bilinen Paris İklim Zirvesi, 12 Aralık 2015’te kabul edilerek geniş çaplı küresel bir anlaşma sağlandı. Paris Anlaşması anlaşmanın içeriği bilimsel temelli ve dinamik olması nedeniyle tarihi niteliktedir çünkü uzun dönemli hedeflerini tutarlı bir şekilde ortaya koyarak 2050 ye gelindiğinde sera gazı emisyonlarını sıfırlanacağını öngören bir anlaşmadır. Paris iklim anlaşmasını kabul eden gelişmiş ülkelerden daha fazla emisyon azaltmasına taahhüdü istenirken, gelişmekte olan ülkelerden kapasitelerine göre azaltım yapmaları istenmektedir. Bu süreçte gelişmiş ülkelerin gelişmekte olan ülkelere teknoloji, finansman ve kapasite konularında destek sağlamaları gerekmektedir (Karakaya, 2016).

Paris İklim Zirvesi, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) 2015 yılında sera gazı salınımının azaltılması konusunda küresel bir anlaşma sağlanarak, kabulünden henüz bir yıl geçmeden 4 Kasım 2016 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Paris Anlaşmasının hedefi uzun dönemde küresel sıcaklık artışının 2 °C’nin altında ve mümkün olduğunca 1,5 °C seviyesinde tutulmasıdır. Taraflar gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler olarak iki kategoride sınıflandırılmıştır. Sera gazı salınımının azaltılması kapsamında ihtiyaç duyulması durumunda gelişmiş ülkelerin gelişmekte olan ülkelere kapasite geliştirme hususunda bazı finansal, teknolojik imkân sağlamaları öngörülmüştür. Türkiye Paris Anlaşması’nı 22 Nisan 2016 tarihinde New York’ta düzenlenen Yüksek Düzeyli İmza Töreni’nde imzalamıştır. Türkiye niyet ettiği sera gazı emisyon miktarını gönüllü olarak 2030 yılına kadar olan süreçte referans olarak kabul edilen senaryodan %21 oranında daha düşük bir seviyede gerçekleştireceğini (artış oranını azaltacağını) beyan etmiştir. Daha sonra bu hedef emisyon azaltma oranının

revize edilerek % 41'e yükseltildiği 2022 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı Conference of the Parties (COP 27) Bakanlar oturumunda Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanı tarafından açıklanmıştır (T.C. Dışişleri Bakanlığı, n.d.).

2.1.2. Sürdürülebilirlik Kavramı

Çevresel boyutu sürekli ön plana çıkmasına rağmen "Sürdürülebilirlik" geniş kapsamlı bir kavramdır. Sürdürülebilirlik kavramının esasen üç farklı boyutu vardır. Birleşmiş Milletler Dünya Zirvesinde sürdürülebilir kalkınmanın; çevresel, sosyal ve ekonomik olmak üzere üç alt başlıkta tanımı yapılmıştır (United Nations, 2005).

Sürdürülebilir kalkınmanın, üzerinde tartışılarak çoğunluk tarafından kabul edilen ve kullanılan çevresel, ekonomik ve sosyal olmak üzere üç boyutu mevcuttur. Ekonomik boyutu, ekonomik bir sistemin sürdürülebilir olarak kabul görmesi için, o sistemin iç ve dış borçlarının yönetilebilirliğini sağlaması, süregelen kurallara göre mal ve hizmet üretmesi ayrıca tarımsal üretim ile endüstriyel üretimde ekonomide dengesizliklere yol açacak uygulamalardan uzak durulması gerekmektedir. Çevresel boyutu, sistemin yenilenemeyen kaynakları kullanmaktan kaçınması gerekmektedir. Eğer kullanılması gerekiyorsa yatırımlar yoluyla olabildiğince yerine konulabilecek olanları tüketmesi ve kaynak temelini sabit tutularak yenilenebilir kaynakların istismarından kaçınılması gerekmektedir. Sosyal boyutu, cinsiyet, gelir ve politik farklılık gözetmeksizin, sistemin sorumlulukla katılımının sağlanarak yeterli düzeyde eğitim, sağlık ve benzeri sosyal hizmetlerin üretmesi ve eşit olarak yararlanılmasının gerçekleştirilmesi gereklidir (Holmberg & Sandbrook, 2019).

2.1.3. Sürdürülebilirliğin Boyutları

2.1.3.1. Ekonomik sürdürülebilirlik

Yeryüzündeki kaynaklar sınırsız değildir. Bu sebeple ekonomik faaliyetler yönünden ekonomik kalkınmada sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için kaynak kullanımında duyarlı olmak gerekmektedir. Bu nedenle bir ülkenin veya işletmenin kaynaklarını sorumlu ve verimli bir şekilde kullanması gerekir. Böylece operasyonel işlemlerle bir karlılık elde edilerek sürdürülebilir bir şekilde çalışılabilir. Bir işletmede operasyonel işlemlerde bir karlılık olmazsa uzun dönemde faaliyetlerinin devamını sağlayamazlar (Yavuz, 2010).

Nüfus artışının hızlı olması, şehirleşmenin hızlı olması, gerçekleştirilen ekonomik faaliyetler, tüketim alışkanlıklarının çeşitlenmesi; çevrenin ve doğal kaynakların olumsuz

etkilemesine sebep olmaktadır. Çevrenin kirlenmesi, çölleşme, iklim değişikliği, ormanların azalması, küresel ısınma ve su kıtlığı gibi problemler dünya gündeminde önemli bir yer tutmaktadır. Küresel olarak kalkınmanın sürdürülebilir bir şekilde hedeflerine ulaşması amacıyla üretimde yaygınlaşan model “yeşil ekonomi” kavramıyla karşımıza çıkmaktadır. Düşük karbon salınımı temelinde, yeşil ekonomik dönüşümle üretim sektöründe eko- verimlilik ve temiz üretimle hem çevrenin kirlenmesinin önüne geçilmesi ve korunmasının yanı sıra aynı zamanda rekabetin de artırılması hedeflenmektedir (Kalkınma Bakanlığı, 2013).

2.1.3.2. Sosyal sürdürülebilirlik

Sosyal sürdürülebilirlik, herhangi bir sosyal sistem veya toplumun, sosyal refah seviyesinin iyi olmasını ve bu seviyenin kalıcılığını sağlamadaki başarı yeteneğidir. Sosyal sürdürülebilirlik, bir ülkenin, örgütün veya toplumun sosyal refahını uzun vadede sağlayabilmesidir. Sosyal kalkınma yönüyle sürdürülebilirlik, toplumların tüketim toplumu olmaktan bilinçli ve çevre duyarlılığı olan toplumlara dönüşmesi demektir (Yavuz, 2010).

2.1.3.3. Çevresel sürdürülebilirlik

Çevre ve çevrenin korunması yönünden sürdürülebilirlik, insanın çevreyle olan etkileşimi sırasında çevrenin en doğal şekliyle kalmasını sağlayacak davranışlarda bulunmak ve insan faaliyetleri sonucu yok olan veya zarar gören çevre unsurları için gerekli kazanım ve geri dönüşüm çalışmalarında bulunmak şeklinde ifade edilebilir. Çevresel sürdürülebilirlik noktasında doğal kaynaklarımız sayesinde hayatımızı devam ettirdiğimizden dolayı bu durumun devamını sağlayabilmek amacıyla doğal kaynaklarımızın yok olmasının önüne geçmeliyiz (Yavuz, 2010).

Ekolojik ayak izi Mathis Wackernagel ve William Rees tarafından ortaya atılan bir kavramdır. Ekolojik olarak sürdürülebilirlik ve doğal kaynaklar için bir hesap aracıdır. Ekolojik ayak izi, kaynak yönetimi ve mevcut teknolojiyle birey, topluluk veya faaliyetlerin bitirdiği kaynakları üretmek ve ortaya çıkan atığı dönüştürmek için gerekli biyolojik verimliliği yüksek toprak ve su alanları olarak ifade edilmektedir (Wackernagel & Rees, 2004).

2.2. Lojistik

Yapılan faaliyetler neticesinde lojistik bir hizmettir. Lojistik, müşterilerin istekleri doğrultusunda üretim yapılabilmesi için, bilgi toplanması, hammadde depolanması, envanter yönetimi ve ürünlerin üretim yerinden tüketim noktasına sevkiyatı süreçlerini sağlamaktadır (Stock, 1997).

Lojistik “gelen malzemeleri elde etme, işlemi tamamlanan ürünleri uygun yere istenilen zaman ve optimum miktarda dağıtma faaliyetlerini” içermektedir (Markley & Davis, 2007).

Dış ticaret anlamında yapılan bir tanımlamaya göre lojistik, belirli bir ücret karşılığında üretilen nihai malların müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere, üretimin yapıldığı ülkeden, tüketim yapılacak ülkeye ulaştırılmasını sağlayan tüm hizmet faaliyetlerine ve bunların yönetilmesi olarak ifade edilir (Abdur Razzaque, 1997).

Lojistik, tedarik zincirinin birbirinden ayrı düşünülemez önemli bir fonksiyonudur. Çünkü işletmelerin tedarik zinciri performansında, verim ve etkinliğin istenen düzeyde olması için lojistik fonksiyonlara ihtiyaç vardır. Tedarik zinciri literatürü Lojistik literatüründe ortaya çıkmıştır ve tedarik zinciri literatürünü barındırmaktadır bu sebeple tedarik zinciri üzerinde lojistiğin önemli etkisi bulunmaktadır (Mentzer et al., 2001).

Tedarik zincirinin alt kolu olan Lojistik; stokların hareket, konumlama ve zamanlamasının yönetilmesini sağlayarak değer oluşturmaktadır. Lojistik: “işletme stoklarının tedarik zinciri boyunca tüketicilere kadar konumlandırılması ve hareket ettirilmesi için gereken çabalar” şeklinde tanımlanmaktadır (Bowersox et al., 2002).

Lojistiğin diğer bir tanımı da Lojistiğin Yedi Doğrusu (Seven Rights) olarak ifade edilen doğru malzemenin, doğru zamanda, doğru yerde, doğru miktarda, doğru durumda, doğru fiyatla, doğru tüketiciye ulaştırılmasıdır (Swamidass, 2000).

Sosyal ve ekonomik faaliyetlerde, ulaştırma endüstrisi öncü bir rol oynamakla birlikte fazla miktarda enerji tüketimine ve karbon emisyonuna sebep olmaktadır (B. Lin & Du, 2017).

2.2.1. Lojistik Faaliyetleri

Lambert ve arkadaşları (1998) temel lojistik faaliyetlerini sipariş işleme, talep tahmini, satın alma, stok yönetimi, depo yönetimi, ambalajlama, dağıtım-ulaştırma, müşteri hizmeti, tersine lojistik, dağıtım yeri seçimi başlıklarıyla ifade etmişlerdir (Lambert et al., 1998).

2.2.1.1. Sipariş ve talep işleme

Siparişlerin; sipariş edenden nasıl bir yöntem kullanılarak, hangi noktalardan alınacağı, sipariş alındıktan sonra verilerin kime gönderileceği, bu süreçte hangi belgelerin düzenleneceği, düzenlenen belgelerin kaç nüsha hazırlanacağı, kimlere verileceği, iptal edilen siparişler ve iade ürünlerle ilgili süreçlerin gerçekleştirilmesi sırasında yapılan işlemlerin tek seferde ve sorunsuz olarak ilerlemesi için yapılan bir dizi planlama ve uygulamalar sipariş işleme olarak ifade edilebilir (Çevik & Gülcan, 2011).

2.2.1.2. Talep tahmini

Üretimi gerçekleştiren işletmelerin, gelecek zamanda müşterilerin ne kadar hizmet ve ürüne ihtiyaç duyulacağı konusunda bir fikre sahip olması önemli bir husustur. Bu ihtiyaçların üretimden önce belirlenmesi talep tahmini olarak ifade edilmektedir. Yapılan bu talep tahminleri işletmelerde; üretim, lojistik ve pazarlama departmanlarının operasyonel karar almalarında yarar sağlamaktadır (Stock & Lambert, 2001).

Müşterilerin talep ettiği ürünlerin; doğru zaman, doğru fiyat, doğru miktar, doğru kalite ve doğru yerde temin edilebilmesi için bilgi iletişiminin etkin yönetilmesi ve kullanılması gerekmektedir. Bu sayesinde talebin en yüksek oranda karşılanması sağlanırken; maliyetlerin, gecikme süresinin, giderlerin ve stokların en aza indirilmesi hedeflenmektedir (Gürdal, 2006).

2.2.1.3. Satın alma

Kişi veya firmaların ihtiyaç duydukları hizmet veya ürünlerin, ücret karşılığında başkalarından temin edilmesi satın alma olarak ifade edilebilir. Ürünlerin satın alınması yapılırken daha önce satın alınan yerlerden alınması ücret pazarlığı ve güven açısından avantaj sağlar. İlk defa ürün temin edilecekse pazar araştırması yapılmalıdır. Pazar araştırması ve fiyatların karşılaştırılması sonucunda maliyet avantajı sağlayan tedarikçi ile temas sağlanmalıdır (Çetin et al., 1998).

2.2.1.4. Stok yönetimi

Stokların, en düşük maliyetle bulundurulabilmesi için miktar ve zaman olarak en iyi (optimum) seviyede tutulması gerekmektedir. Bu hususa yönelik yapılan planlama ve uygulanma faaliyetleri stok yönetimi olarak ifade edilebilir. Stokların gereğinden fazla ya da az olması işletme için fazladan maliyet anlamına gelmektedir. Stoklanacak malzemenin tek seferde yüksek miktarda alınması tedarik maliyetini düşürmede avantaj sağlar (Yurdakul, 2020). Ancak doğru miktarda stoğun bulunmaması ilave depo yeri

ihtiyacını gerektirerek bozulma, hasar, çalınma, elleçleme, sigorta gibi hesapta olmayan maliyetlerin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Bu da satın alınanın yapmış olduğu maliyetleri düşürme etkisinin karlılığa yansımaya engel olacaktır (Pooler et al., 2007).

2.2.1.5. Depo yönetimi

Eskiden yalnızca bulundurma amacıyla kullanılan depolar zamanla teknolojik gelişmelere ve sektör gereksinimlerine göre farklı amaçlar içinde kullanılmaya başlanmıştır. Depo bir şeyin daha sonra gerektiğinde kullanılmak üzere muhafaza edildiği yerdir. Depolama ise depoda gerçekleştirilen faaliyetlerin tümü olarak ifade edilebilir. Depodaki malzemeleri kullanıldıkları süreçler dikkate alınarak sınıflandırılırlar.

Depo yönetimi, oluşacak depolama ihtiyaçlarının, mevcut depolama imkanlarıyla en iyi (optimum) düzeyde karşılanmasıdır. Depolama yönetimi kompleks teknikler ve yüksek teknolojik ekipmanlarla yapılmasının yanı sıra basit versiyonları da uygulanmaktadır. Lojistik faaliyetlerin tüm aşamasında ufakta olsa bir depolama faaliyeti bulunur. Bu sebeple önem arz etmektedir (Keskin, 2020).

2.2.1.6. Ambalajlama

Ambalajlama ürünün tanınması, dış etkenlerden korunması ve lojistik süreçleri etkin şekilde tamamlayarak gideceği noktaya ulaşması amacıyla gerçekleştirilir (Stock & Lambert, 2001).

Ambalajın öncelikle ürünü tam saracak şekilde ürünle örtüşen ve istendiğinde kolayca aç-kapa yapmaya elverişli, hafif yapıda kaplama malzemesinden meydana gelmesi önemlidir. Kullanılan ambalaj ürünü; taşıma şekli, taşıma türü ve hava şartları gibi etkenlerden olumsuz etkilenmeyecek şekilde koruması gerekmektedir (Gürdal, 2006).

Ürün ambalajı, yanlış ve çok fazla istifleme, yükleme ve boşaltmalarda dikkatsiz davranılması, taşıma modundan kaynaklanabilecek sorunlar, çalınma, nem, bozulma, gibi malzemenin sevk edilmesi sırasında ortaya çıkacak birtakım sorunlara karşı ürünü koruyabilir olmalıdır. (Kozlu, 2003).

2.2.1.7. Dağıtım-ulaştırma

İhtiyaç duyulan malzemelerin, ihtiyaç duyulduğu zamanda buldukları yerden ihtiyaç duydukları yere doğru fiziksel olarak yer değiştirmeleri taşımacılık veya ulaştırma olarak tanımlanabilir. Burada yer değiştiren ürünün taşındıktan sonra ekonomik değerinin artması ya da değer kazandıran bir sürecin parçası olması gerekir. Taşınması

gereken malzemelerin eldeki taşıma imkanlarıyla taşınması için gereken tüm faaliyetler taşıma- ulaştırma yönetimi olarak ifade edilebilir (Keskin, 2020).

Taşıma şeklinin yapıldığı yere göre taşıma modları kara modu, hava modu ve deniz modu şeklinde sınıflandırılabilir. Bunlardan kara modu bünyesinde karayolu, demiryolu taşımacılığı, boru hattı, teleferik ve konveyör taşımacılığını barındırır. Hava modu bünyesinde havayolu ve uzay taşımacılığını bulundurur. Deniz modu deniz, iç su taşımacılığını içerir. Taşıma gerçekleştirilirken bu taşıma modlarının kullanım şekline göre bir veya birden fazla mod kullanımına bağlı olarak tek modlu taşıma, çok modlu taşıma ve kombine taşıma kavramları bulunmaktadır. Yalnız bir taşıma türü kullanılıyorsa tek modlu (Unimodal) taşıma, birden çok taşıma türünün ard arda kullanılmasıyla yapılan taşımacılık çok modlu (İntermodal) taşıma, birden çok taşımacılık türünün aynı anda kullanılması da kombine taşıma olarak ifade edilmektedir (Keskin, 2020).

2.2.1.8. Müşteri hizmeti

Müşterilere değer sunma fikri temelinde, müşterilerin ihtiyaçları konusunda duyarlı olmanın yanı sıra müşterilerin ürün ve hizmetlere kolay ulaşmasını sağlamaya yönelik yönetim anlayışı ve planlama gerektiren performans süreci müşteri hizmetidir. Müşterilere sunulan değer, ürün ve hizmetlerde farklılık oluşturma ya da düşük maliyet ile ürün sağlama şeklinde olabilir. Müşteri hizmetinin üç boyutu vardır. Bunlar güvenilirlik, performans ve ulaşılabilirliktir. Bunlardan güvenilirlik; temelinde müşterinin her zaman doğru bilgiye ulaşabilmesinin temini ve verilen sözlerin tutulması, performans; hız, esneklik ve sorunların çözülmesi, operasyonel beklentiler, ulaşılabilirlik; müşterilerin beklentilerinin her daim tutulan ve yönetilen stoklarla karşılanabilmesi olarak ifade edilebilir (Uzel Aydınocak, 2020).

Müşteri hizmetinin lojistik yönetimindeki hedefi her şeyi tek seferde doğru bir şekilde gerçekleştirmektir. Sipariş alınmasından teslim edilmesine kadar olan süreçte yürütülen işlemler ve sergilenen davranışlar hizmetin bir parçası olarak işletmeyi müşteri zihninde konumlandıracaktır. Lojistik performansın arttırılabilmesi için müşterinin iyi tanımlanması, ürün ve malzemelerin iyi tanımlanması ve yönetimin müşteriye bakış açısı oldukça önemlidir (Gürdal, 2006).

2.2.1.9. Tersine lojistik

Problemleri ürünlerin iadesi, modası geçmiş ürünler ve artan parçaların yeniden değerlendirilmek ve düzenlenmek üzere geri dönüşü, ürünlerin yeniden gözden geçirilmesi ve yeniden üretilmesi için yapılan satın almalar ve bu süreçle ilgili yapılan çalışma ve planlamalar tersine lojistik olarak ifade edilir (Stock & Lambert, 2001).

2.2.1.10. Dağıtım yeri seçimi

İşletmelerin dağıtım kanallarını etkin bir şekilde çalıştırabilmeleri için öncelikle ana depolarını ve dağıtım depolarını nerelere yerleştireceklerine ve tasarımına karar vermeleri gerekir. Depoların ve üretim yerlerinin stratejik yerleşimi belli teknik modeller kullanılarak taşıma maliyetlerini düşürürken müşterilere sunulan hizmetin seviyesini yükseltecek şekilde en iyilenebilmektedir (Paksoy & Altıparmak, 2003).

2.2.2. Lojistikte Sürdürülebilirlik

Taşımacılık sektörü 2008 istatistiklerinde, Dünya’da fosil yakıt tüketen araç kullanımından ortaya çıkan karbon dioksit emisyonunun yeryüzündeki toplam karbon dioksit emisyonunun %22.5’i gibi oldukça yüksek bir orana karşılık geldiği görülmektedir (International Transport Forum, 2010).

2016 yılında ulaşım endüstrisinin küresel karbon emisyonu, International Energy Agency (IEA) Uluslararası Enerji Ajansına göre, 1990’daki emisyonlardan %71 daha fazla ve 7.87 GtCO₂ (milyar ton karbon dioksit) ile dünyadaki toplam emisyonların dörtte birine karşılık gelmektedir. Şehir içi lojistiğinde karayolu taşımacılığına yönelme mevcuttur. Karayolu taşımacılığı hava kirliliği ve emisyonların büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Şehir lojistiğinin hızlı gelişimi; büyük zaman ve verimlilik kaybına sebep olan trafik tıkanıklığının artmasına, çevre üzerinde olumsuz etki oluşmasına ve şehir için büyük bir tehdide sebep olabilmektedir (Y. Wang et al., 2017).

Ulaşım ve lojistiğin neden olduğu zorluklar, sürekli olarak enerji tüketiminde artış ve yol tıkanıklığı ile insanların yaşam kalitesinde bozulmalara neden olmuştur (Crainic, 2016).

Hayatın birçok noktasını etkileyen ulaşım sistemlerinin, sürdürülebilirliğinin sağlanmasına yönelik ortaya çıkan stratejiler; yol ve araç operasyonlarındaki gelişmeler, bazı yakıt ve araç teknolojilerindeki değişiklikler ve taleplerin yönetimi şeklinde sıralanabilir (Deakin, 2001).

Şehirlerdeki lojistik faaliyetler, hava kirliliğine trafik sıkışıklığına ve gürültüye sebep olmaktadır. Şehirlerde, yük taşımacılığında kaynaklanan olumsuz etkilerin en az seviyeye indirilmesi, daha iyi yaşam koşullarının sağlanması ve doğal çevrenin korunması için lojistik merkezlerin kurulması önerilmekte ve teşvik edilmektedir. Etkin bir lojistik merkez yapısı bulunduğu bölgenin rekabet avantajına önemli ölçüde katkı sağlamaktadır (Zaralı et al., 2018).

Ulaştırımdan bahsedildiğinde, şehirler arası ayrımın belirgin olmadığı bir ağ yapısından bahsediyoruz. Bu sebeple süreklilik anlayışının şehir dışındaki ulaşım altyapısında da devam etmesi lazımdır. Avrupa Birliği (AB) komisyonunun yeşil altyapı projesinin amacı, doğal kaynakların kullanımının düzenlenmesi, ekosistem sağlığı ve direncinin artırılması, biyolojik yönden çeşitliliğin korunmasına katkı sağlamak ve böylelikle ekosistem hizmetlerinin geliştirilmesi şeklinde ifade edilmektedir (Naumann et al., 2011).

Lojistik faaliyetler büyük oranda yenilenemeyen fosil yakıt ve doğal kaynaklarla gerçekleştiğinden, artan çevre kirliliği (kara, su ve hava) bu sektörü baskısı altına almıştır (Z. He et al., 2017).

Ulaşım araçlarının seçimi kadar bunların ulaşımının kontrolü de çok önemli bir faaliyettir. Bu bağlamda, şehirlerin izlenmesiyle ilgili; bilginin keşfi, veri toplama, verileri işleme ve görselleştirme, olay tahminleri, acil durum tespiti gibi çalışmaların daha önemli bir hale gelmesine sebebiyet vermiştir (Garcia-Aunon et al., 2019).

Sürdürülebilirlik için doğru araç seçimi, araç bakım, onarım ve muayenesi, rotalama gibi çalışmalar etkili bir biçimde yapılmalıdır. Taşıma mesafelerinin kısa tutulması, depo ve mağaza çevresinde oluşan trafiğin azaltılması gibi önlemlerin geliştirilmesi, taşıma sırasında gerçekleşen yakıt tüketimi ve karbon salınımının azaltılması açısından önem arz eder (Erol & Özmen, 2008).

“Sürdürülebilir bir tedarik zinciri; uzun dönemde ekonomik performansın iyileştirilmesi için önemli örgütler arası iş süreçlerinin sistematik koordinasyonunda sosyal, çevresel ve ekonomi hedeflerini takip eden, firmaların stratejik ve şeffaf entegrasyonu” şeklinde ifade edilebilir (Carter & Rogers, 2008).

İşletmeler yakıt tüketimi ve gaz emisyonunu azaltmaya çalışarak, hem tüketicilerinin gözünde çevreci bir algı oluşturmaya hem de maliyetleri düşürmeye çalışmaktadırlar (Figliozi, 2010).

İmzalanan uluslararası anlaşmaların işletmeler üzerinde çevre kirliliğinin azaltılması yönünde yaptırımını bulunmaktadır (Yılmaz & Keser, 2018).

Şehir içi ulaşımının koordinasyonuna yönelik çalışmalar yapılırken yolcu ve eşyaların taşınması sürecinde verimlilik sağlanması, sadece ekonomik yönden değil aynı zamanda çevre koruma yönünün de göz önünde bulundurulması gereken bir husustur (Rześny-Cieplińska & Szmelter-Jarosz, 2020).

Öncü ve Özdemir'in 2020'de yaptıkları çalışmada, 2007-2017 yılları için karbondioksit emisyonunun ekonomik büyümeyle ulaştırma altyapısının kalitesi üzerindeki etkisi incelenmiştir. 33 (Otuz üç) ülke için Panel veri analizi kullanılarak yapılan çalışmada ulaştırma altyapısındaki kalite artışının karbondioksit emisyonunu düşürücü yönde etkilediği neticesine varılmıştır (Öncü & Özdemir, 2020).

2.2.2.1. Yeşil lojistik

Yeşil lojistik, lojistik uygulamalarının çevreye olan olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Rogers & Tibben-Lembke, 2001).

Sürdürülebilir lojistikte stratejik önceliklerden birisi yeşil lojistikdir. Yeşil lojistik, çevresel ekonomik ve sosyal unsurlar yönünden sürdürülebilir bir denge oluşturulabilmesi için önemlidir. Gelişen ve katma değeri yüksek ekonomilerde yeşil lojistik günden güne önem kazanan bir uygulamadır (T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, 2012).

Yeşil lojistik, çevreyi korumaya ilişkin birtakım sosyo-ekonomik kriterler ve sosyal konuları içeren bir lojistik şeklidir (Soleimani et al., 2018).

Yeşil taşımacılık için çok fazla tanım yapılabilir. Yaygın olarak, ekosistem ve insan sağlığını kısa ve uzun dönemde riske atmayan, yer kürenin tolere edebileceği seviyede emisyonu ve atığa sebep olan, yüksek seviyede yenilenebilir enerji kullanan, minimum gürültü ve minimum arazi kullanımı olacak şekilde hizmet veren ve fonksiyonel olarak bu nitelikleri taşımayan alternatifleriyle aynı hizmeti sunan taşımacılık türü yeşil taşımacılık olarak ifade edilebilir (Björklund, 2011).

Çevre yönetimi konusunda son zamanlarda üretici ve tedarikçilerin hassasiyetleri daha fazla incelenir ve tartışılır duruma gelmiştir. İşletmeler doğaya duyarlı, çevreyle dost ürün ve hizmet sağlama, temiz enerji kullanma, tehlikeli maddelerin sınırlandırılması ve geri dönüşüm gibi birçok konularında çalışma yapılmakta ve proje geliştirmektedirler. Yeşil tedarik zinciri yönetimi anlayışıyla işletmeler tedarikçileri ve sevkiyat ağlarındaki diğer firmalardan çevreye daha saygılı ve duyarlı faaliyet göstermelerini beklenmektedir (Erdal, 2014).

2.2.2.2. Yalın lojistik

Koordineli, verimli ve etkin bir lojistik uygulaması gerçekleştirmek için örgütlenme planlama ve denetleme gibi faaliyetler yalın lojistiğin temel mantığını oluşturmaktadır (Yangınlar & Bal, 2019).

Yalın lojistik, lojistik faaliyetlerinde stok hareketlerinin düzenlenerek, yapılacak işlemlerin tek seferde ve yanlışsız olarak yapıldığı, israfa sebep olan şeylerin önlenmeye çalışıldığı, maliyetlerin en aza indirildiği, sürekli olarak gelişme ve iyileşmenin merkeze alındığı bir düşünceyi benimser (Bowersox et al., 2002).

İşletmeler, en kısa süre ve en az maliyetle ürün ve hizmetlerini hedef noktaya ulaştırmak istiyorlarsa yalın lojistik uygulamalıdır bu suretle işletmeler, lojistik çalışmalarında gereksiz bütün faaliyetlerden kurtulmalıdır. İşletmelerin israfa yol açan uygulamalardan kaçınması yalın lojistik anlayışının bir gereğidir. İşletmeler, yalın lojistik anlayışını benimseyerek rekabetçi bir yapıya sahip olabilirler (Mücevher, 2021).

2.2.2.3. Lojistikte sürdürülebilirliğin boyutları

2.2.2.3.1. Lojistikte Sürdürülebilirliğin Ekonomik Boyutu

Ekonomik olarak sürdürülebilirlik çevrenin ve toplumun korunmasının yanı sıra aynı zamanda ekonomik amaçlara da ulaşabilmek demektir (Yusuf et al., 2013).

Yapılan araştırmalar gösteriyor ki, yeşil lojistik faaliyetlerinin işletme, eğitim yatırım, çevreye dost malzeme temin maliyetlerinde artışa sebep olurken, siparişlerin işlenmesi, depolama, paketleme gibi maliyet kalemlerinde azalmalar sağladığını, böylelikle yeşil lojistik uygulamalarıyla işletmenin maliyetlerini dengeleyebildiği sonucuna ulaşılmıştır (Yangınlar & Sari, 2014).

2.2.2.3.2. Lojistikte Sürdürülebilirliğin Sosyal Boyutu

Küresel Raporlama Girişimine göre sürdürülebilir lojistik açısından sosyal boyutun insan hakları, iyi çalışma koşulları, hizmet uygulamaları ile ürün ve toplum sorumluluğu olmak üzere dört yönü bulunmaktadır. Şirketlerin sosyal açıdan sürdürülebilir bir tedarik zinciri yönetimine sahip olmak için bu sosyal kriterleri göz önünde bulundurması gerekir. Sosyal sorumluluk ile ilgili standartlar ve davranış kuralları değerlendirilerek, belli bir seviyeye kadar tedarik zinciri yönetimine dahil edilebilir (Varsei, 2016).

Gelecekte herhangi bir zamanda olumsuz bir etkisinin varlığı tespit edilen bir karar, sürdürülebilir bir karar değildir. Tedarik zincirinde yöneticilerin verdikleri

kararların milyonlarca paydaşı olumlu mu, olumsuz mu etkileme potansiyeli olduğunun anlaşılması önemlidir (Murphy & Poist, 2003).

Yöneticilerin, toplumsal sürdürülebilirlik için uzun dönemli taahhütlerinin nasıl olduğu oldukça önemlidir. Bu taahhütler; sosyal sürdürülebilirlik (kurumsal ve sosyal sorumluluk), lojistik ve tedarik zinciri uygulamalarının başarılı olmasını etkiler. Ayrıca yöneticilerin, sosyal konular hakkında iş modelleri ve karar verme süreçlerinin gelişimini sürdürülebilir tedarik zinciri için nasıl tasarladıkları ve yönettiklerini belirtmeleri önemlidir (Varsei, 2016).

İşletmelerin organizasyon kültürü geliştirerek her seviyedeki çalışanları arasında iş birliği ve proaktif tutumu teşvik etmeleri, sürdürülebilir stratejilerini uygulayabilmeleri için gereklidir (Wan Ahmad et al., 2016).

2.2.2.3.3. Lojistikte Sürdürülebilirliğin Çevresel Boyutu

Tedarik zinciri yönetiminin çevre açısından yaşanan kaygıları kapsamı için (Srivastava, 2007) geniş çaplı bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmaya göre, yeşil tasarım ve yeşil akım olarak literatürde iki ana akımla ayırt edilmektedir. Yeşil akım (Operasyonlar), tedarik zincirinin tasarımı, tersine lojistik, atık yönetimi ve yeniden üretim konularıyla incelemeyi amaçlamaktadır.

Ürün tasarımının sonuç olarak çevreyi nasıl etkileyebileceği düşüncesine dayalı anlayışın artırılması, ürünün yaşam döngüsü ve tedarik zincirinin çevresel uyumluluğu konusunda iyileştirmelerin sağlanması hedeflenmektedir (Srivastava, 2007).

Yeşil tasarım, ürün tasarım süreciyle ilgili olup, çevre faktörlerinin etkileşimi ve geleneksel işlevsellik, maliyet ve üretilebilir olma gibi amaçları dikkate alır (Ilgin & Gupta, 2010).

Tedarik zinciri yönetiminde tüm süreçlerin, çevre faktörüne entegre edilerek ürün tasarımı, araştırma, ham madde seçimi, üretim süreçlerinden ürünün tüketiciye ulaştırılmasına kadar, ürünün yararlı ömrü süresince yönetilmesi süreci “yeşil tedarik zinciri yönetimi” olarak ifade edilir (Srivastava, 2007).

Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi, tedarik zincirinin kârlılığını maksimum seviyeye çıkarmanın yanı sıra çevresel etkilerinin de minimum seviyeye indirilmesi ve sosyal refahın en üst düzeye çıkarılmasına yönelik olarak tedarik zinciri bilgilerinin, kaynaklarının, fonlarının ve operasyonlarının yönetilmesidir (Hassini et al., 2012).

2.2.2.4. Lojistik faaliyetlerinde sürdürülebilirlik

Sürdürülebilir bir ulaşım sisteminin; mevcut hareketlilik ve ulaşım ihtiyacı sağlanırken, gelecek nesillerin ihtiyacını karşılama yeteneğini korumaya yönelik karar alma sorumluluğu bulunmaktadır (Richardson, 1999).

Çalışma koşullarında iş gücüne yönelik etik kurallara uyumlu sosyal sistemlerin kalite ve çeşitli tedarik zinciri bileşenleriyle gelişmiş entegrasyonuna yönelik faaliyetler, sürdürülebilir lojistiğe katkı sağlamış ve şirketlerin karbon ayak izlerinin azaltılmasına yardımcı olmuştur (Young, 2009).

İşletmelerin kuruluş yeri seçimi çok önemlidir. Kuruluş yerleri uzun vadeli bir yatırım olup yüksek maliyetler sonucu oluşturulmaktadır. İşletmeler Kuruluş yeri seçimi yaparken hammadde kaynağına, işgücüne yakınlık, taşıma maliyetleri, pazarlama maliyetleri, altyapı maliyetleri gibi önemli birçok faktörü dikkate almalıdır. Müşterilerinin taleplerine çabuk cevap verebilecek ve ileriki yıllardaki taleplere ilişkin tahminleri de göz önüne alarak kuruluş yeri seçimi yapılmalıdır (Turgut & Şahin, 2019).

Dey vd. (2011)' e göre sürdürülebilir lojistik faaliyetleri içinde sürdürülebilirlik açısından önemli faaliyetler şu şekilde sıralanabilir (Dey et al., 2011).

2.2.2.3.4. Taşıma

Her gün milyonlarca ürün, büyük oranda fosil yakıtlarla çalışan yük taşıma araçlarıyla taşınması gerekmektedir. Bu nedenle yük taşıma araçlarının çalışması sonucu oluşan karbondioksit gibi sera gazlarının salınımını arttırmakta bu da emisyon problemini meydana getirmektedir. Emisyon gazları küresel ısınma, iklim değişikliği başta olmak üzere insan sağlığını ve çevreyi tehdit eden problemlere sebep olmaktadır (Erol & Özmen, 2008).

Taşıma ve dağıtım ağları sürdürülebilir lojistik faaliyetlerini etkileyen önemli bir faktördür. Tam zamanında politikası, kontrol sistemi, dağıtım yerleri, taşıma şekli gibi alınan birtakım kararlar lojistiği etkilemektedir. Dağıtım ağının oluşturulmasında ve geliştirilmesinde müşterilerin gereksinim ve özellikleri dikkate alınırsa verimli bir ağ elde edilir ve tam zamanında sistemi gelişir (Sarkis, 2003).

2.2.2.3.5. Depolama ve stok Yönetimi

Enerji tasarrufu yeşil lojistik açısından depolama ve stokla ilgili faaliyetler arasında öne çıkan bir konudur. Stok miktarının azaltılması stok maliyetleri açısından önemli bir etkiye sahiptir. Sera gazları yönünden yapılacak iyileştirmelere imkân verir.

Bu sebeple, yükleme ve boşaltma zamanının kısaltılması, etkili talep tahmini yapılması için faaliyetler gerçekleştirilmelidir. Makul miktarda stokla çalışmak özellikle küçük işletmelerde çalışanlar, hammadde ve bitmiş ürün için gereken soğutma ve ısıtma masraflarını da düşürecektir (Dey et al., 2011).

2.2.2.3.6. Bilgi Akışı, satın alma ve paket tasarımı

Tedarikçilerin ve kullandıkları malzemelerin kontrolü ve izlenebilmesi hususunda etkin bilgi akışı önemlidir. Kâğıt belgeler yerine elektronik veri depolanması, boş sürüş zamanının azaltılması, taşıma hacminin etkin bir şekilde kullanılması ve kaynakların sorumlu kullanımı önemlidir. Bu faaliyetler çevreye olan olumsuz etkilerin azalmasını sağlar (Lieb & Lieb, 2010).

Satın alma kararları verilirken geri dönüştürülmüş veya geri dönüştürülebilen, yeniden kullanılabilen malzemelerin satın alınması yeşil tedarik zincirini olumlu etkileyecektir. Satıcıların seçimi de bu aşamada önemli bir karar olacaktır. ISO 9000 kalite yönetim sistemi sertifikasının yanı sıra ISO 14000 çevre yönetim sistemi sertifikasına sahip satıcıların tercih edilmesi çevresel risklerin azaltılmasında etkili olacaktır (Sarkis, 2003).

Ambalajlar boyut ve özellikleri ile lojistik faaliyetleri etkiler. Ambalajlama da çevre dostu malzemelerin şirketler tarafından tercih edilmesi, günümüzde tüketici sadakati açısından olumlu etkiler oluşturmaktadır. Ahşap paletlerin plastik paletlere tercih edilmesi, standart ambalaj tasarımının; taşıma modlarının hepsine uyumlu, etkin alan kullanımını sağlaması, yeşil lojistik açısından önem taşımaktadır (Özkök & Yardımcı, 2016).

2.2.2.3.7. Tersine lojistik

Ürünlerin yaşam döngüsü dikkate alındığında ürünlerin tüketiciye ulaşmasıyla bu döngü sona ermemektedir. Bu sebeple Lojistik faaliyetlerinin ürün ve hizmetlerin üretim yerlerinden tüketim yerlerine iletmekten ibaret olduğunu düşünmek eksik bir bakış açısidir (Öz, 2011).

Bir ürünün tasarımdan tüketime yolculuğu sonrasında fabrikaya geri dönüşüne kadar tüm yaşam döngüsü tersine lojistik kavramı kapsamındadır (Guarnieri et al., 2016).

Tersine lojistik, lojistiğin normal akış yönü olan tedarikçiden tüketiciye doğru değil de tersi yönde hareket ederek tüketiciden tedarikçiye doğru gerçekleşen akış ve hareketlerdir. Tersine lojistik; sürdürülebilirlik anlamında atıkları ve geri dönüşüm

yönetimini bünyesinde barındırır. Günümüz işletmeleri tersine lojistiği, lojistik sistemlerine entegre olacak şekilde düzenlemeleri gerekmektedir (Erol et al., 2006).

Stock tarafından 1992 yılında yapılan bir çalışmaya göre tersine lojistik kavramı *“atıkların geri dönüşümü, yok edilmesi ve tehlikeli maddelerin yönetimi, daha geniş bir açıdan kaynakların parçalanması, geri dönüşümü, onarımı, tekrar kullanımı ve yok edilmesi amacıyla kullanılan lojistiğin bir rolü”* olarak ifade edilmiştir (Brito & Dekker, 2002) .

Tersine Lojistik Derneği'nin (Reverse Logistics Association) tersine lojistiğin sosyal etkilerini incelemek üzere oluşturduğu Kurumsal Sosyal Sorumluluk (CSR- Corporate Social Responsibility) komitesi geliştikçe işletmelerin tedarik zinciri vasıtasıyla iade ettiği mal ve ürünlerin geri alınması süreçlerinin sadece işletmeyi değil daha geniş kapsamda toplumlara ve endüstriyel ağları da etkilediği belirgin hale gelmiştir (Sarkis et al., 2010).

Birçok İşletme, iş modellerini ve rekabet avantajını geliştirmek için ömrünü tamamlamış ürünlerin geri kazanımı ve yeniden kullanımına yönelik süreçler işleterek bütünlük çevresel stratejiler uygulamaya başlamıştır (Giri et al., 2017).

2.2.2.5. Türkiye’de sürdürülebilir lojistik

Türkiye’de lojistik sektöründe faaliyet gösteren şirket veya tüzel kişilerin sürdürülebilir lojistik kapsamında yaptığı çalışma ve uygulamalara yönelik örnekler şunlardır.

Mars Logistics A.Ş 1989 yılında Türkiye’de kurulmuş bir lojistik şirkettir. Şirket 2012 yılında Euro 5 motora sahip araçlar kullanarak 500 araçlık çevreye daha az zarar veren araç filosu oluşturmuştur. Şirket aynı zamanda atık lastik sayısını azaltmış ve diğer atık yönetimi çalışmalarıyla karbondioksit salınımı da azalmıştır. Ayrıca hayata geçirdiği, taşıma aracını değiştirmeden birden fazla farklı taşıma modu kullanılarak intermodal taşıma sistemi kullanmıştır. Bu sayede tren ve denizyolunun da kullanıldığı rota planlaması yaparak karayoluna oranla kabaca %75 daha düşük karbon salınımı sağlamıştır (Mars Logistics, 2012).

Mars Lojistik intermodal taşımacılık çözümüyle 2016 yılında 2 milyon 374 bin ağaçla 5,9 hektarlık ormanlık alanın korunmasını sağlamıştır. Şirket filosunun ve sefer sayılarının artmasına rağmen araç başına karbondioksit salınımını 1,04 ton dan 0,96 tona indirerek, 2016 yılında kabaca yüzde 7,7 daha düşük karbon salınımı yapmıştır (Transmedya, 2017).

OMSAN Lojistik, Türkiye’de yeşil lojistik projeleri ve faaliyetleriyle en çok öne çıkan bir şirkettir. 1976’ da İstanbul’da faaliyete başlayan firma, lojistik sektöründe 36 yıldır faaliyet göstermektedir. OMSAN son teknolojilerle üretilmiş, çevreye duyarlı, yakıt sarfiyatı daha düşük 50 tane yarı römork ve 51 adet çekiciye yeşil lojistik kapsamında yatırım yapılmıştır. Mevcut römorklara göre yarı römork ağırlıkları düşük olduğundan daha yüksek tonajlı yük taşınması yapılabilmekte ve bu taşımaların çevreye verdiği zarar en aza seviyeye düşürülmektedir. Şirkette 200 şoför Çevre ve Enerji Dostu Sürüş Teknikleri Eğitimi almıştır. Eğitime katılan ilk gruptaki şoförlerin kullandıkları araçların yakıt tüketim oranı eğitimden önce 0,3451 lt/km iken bu oran eğitimden sonra 0,3322 lt/km’ olmuş dolayısıyla % 4 gibi bir iyileşme sağlanmıştır. CO₂ emisyon miktarı ise eğitimden önce 832 gr/km iken eğitimden sonra 801 gr/km’ ye düşerek %4 iyileşme sağlanmıştır (Yılmaz & Keser, 2018).

OMSAN mühendisleri tarafından Emniyetli ve Ekonomik Sürüş Simülatörü geliştirilerek şirket sürücülerinin yanı sıra sektördeki diğer sürücülerin hizmetine sunulmuştur. Kullanıcıların sürüş konusundaki becerilerinin geliştirilmesine katkı sağlayan sistem sayesinde kazaların en aza indirilmesine ek olarak araçta kullanıcı kaynaklı yıpranmaların önüne geçilmesi ayrıca yakıt tasarrufu sağlanması ve buna bağlı olarak zararlı emisyonların salınımının azaltılması hedeflenmektedir (Küçükertan, 2016).

OMSAN lojistik firması tarafından 2010 yılında uygulamaya başlatılan arabam tatilde adli hizmet kapsamında şirket Ankara ve İstanbul gibi şehirlerden Antalya, İzmir, Bodrum ve Dalaman gibi tatil yerlerine giden müşterilerinin araçlarını buldukları şehirden alıp tatil yaptıkları şehirlere ulaştırmakta ve tatil bitiminde de tersi yönde nakil ve teslim imkânı sunmaktadır. Şirket bu uygulamasını her geçen yıl geliştirerek daha cazip hale getirmekte ve tatil keyfi yaparken yolculuğun yorgunluğunu çekmek istemeyen müşterilerine kolaylıklar sunmaktadır (Lojiport, 2013). Bu uygulama sayesinde şirket büyük şehirlerden tatil bölgelerine olan trafik akışının azalmasına yardımcı olarak sıkışıklığın azalması, yakıt tasarrufu ve buna bağlı olarak da sürdürülebilir lojistiğe katkı sağlanmış olmaktadır.

Ekol Lojistik A.Ş., Türkiye’de faaliyetine 1990 yılında başlayan bir lojistik firmasıdır. Şirketin 2008 yılında karbon salınım oranlarını düşürmek amacıyla intermodal taşımaya geçmesiyle birlikte taşımının belli bir kısmını tren kullanarak yapmaya başlamıştır. Bu uygulama şirketin yeşil lojistik kapsamında gerçekleştirdiği faaliyetlerin başında gelmektedir. Bu projeye karayolunda malların yolculuk mesafesi kısalmış bir intermodal sefer süresince ortalama 823 litrelik bir akaryakıt tasarrufu sağlamıştır. Ayrıca

şirket 2014’de Dünya Doğayı Koruma Vakfının (WWF) Yeşil Ofis diploması almaya hak kazanmıştır. Yeşil Ofis programı kapsamında şirket elektrikten sudan tasarruf etmiş, atık yönetimi uygulamalarıyla da çalışmalarından kaynaklı çevresel zararı düşürmeye çaba göstermektedir. Şirket 2012 ve 2014’de İzmir, 2013’de Manisa, 2015’de Burdur’da Ekol Hatıra Ormanları’nın kurulmasını sağlamıştır (Ekol Lojistik, n.d.).

Dünya konteyner taşımacılığı piyasasının %80’inin üye olduğu Clean Cargo Working Group (CCWG)’e üye tek Türk armatörlük firması olan Arkas Line konteyner gemilerini “economic speed” adı verilen bir hızda çalıştırarak gemi başına günlük 20 ton yakıt tasarrufu sağlamaktadır. Draft denilen geminin tabanı ile su seviyesi arasındaki mesafenin geminin baş ve arka kısmında aynı olması için farkın optimize edilerek gemi triminin az olması sayesinde gemi dengesinin sağlanması ve su direncinin minimum olması gemiye hem yüklü durumda hem de boş durumdayken daha az yakıt sarfiyatı sağlamaktadır. Ayrıca şirketin filosunda bulunan gemilerde uygulanmasını sağladığı Shipboard Energy Efficiency Management Plan (Gemi Enerji Verimliliği Yönetim Planı) çerçevesinde belirli sıklıkta gemi pervanesi ve su altındaki kısımlarının temizliği gibi geminin hareket kabiliyetini rahatlatan ve enerji tüketimini azaltan uygulamaları mevcuttur (Yeşil Lojistikçiler, 2014).

Malatya Büyükşehir Belediyesinin girişimiyle Türkiye’de ilk defa bu kentte hizmete girmiş olan Trambüs (Trolleybüs) kendisine özgü hazırlanan bir elektrik hattı güzergahında ilerleyen 270 kişi kapasiteli elektrikli, tekerlekli araçlardır. Toplu taşımada fosil yakıt kullanan otobüsler yerine trolleybüslerin kullanılması sayesinde kentte gürültü ve emisyon gibi sorunların azalması beklenmektedir. Raylı sistem kurulumu gerektirmemesi nedeniyle yatırım maliyetinin raylı sisteme göre daha düşük olması gibi avantajının yanı sıra gerektiğinde dizel motorla da kullanım imkânı sunmaktadır. Halihazırdaki güzergahına, raylı sistem montajıyla hafif raylı sisteme geçebilme kolaylığı gibi fonksiyonel esnekliğe sahiptir. Bu sistemin kullanılması gerek kapasitesinin fazlalığı gerek kullandığı temiz yakıt sayesinde 40 tonluk geleneksel toplu taşıma araçlarına göre %75’lere varan bir enerji tasarrufu sağlamaktadır (Yeşil Lojistikçiler, 2015).

Pegasus havayolu şirketi 2022 Mart ayında Neste kaynaklı sürdürülebilir havacılık yakıtını Petrol Ofisi aracılığıyla tedarik etmiş ve İzmir İstanbul seferinde bu çevreci yakıtı kullanarak yurt içi ilk uçuşunu gerçekleştirmiştir (Flypgs, 2022).

2.2.2.6. Dünya’ da sürdürülebilir lojistik

Dünya’da sürdürülebilir lojistik kapsamında karar vericiler ve şirketlerin yaptığı uygulama örnekleri şunlardır.

Barselona’da kapasitesi 40 ton olan ve gürültü önleyici sistemi olan kamyonlarla “sessiz gece dağıtım sistemi” denilen pilot uygulama yapılmıştır. Bu uygulamada gece saat 11’ile sabah saat 5 arasında dağıtım yapan ve gecede 2 sefer trafiğe çıkmalarına izin verilen kamyonlar, raf ömrü uzun ürünleri transferini saat 11’de gerçekleştirirken soğuk zincirle sevk edilmesi gereken raf ömrü kısa ürünlerin de dağıtımını saat 5’te yapmışlardır (Güvercin, 2018).

1999 yılında yapılan kanuni bir düzenlemeyle boyu 12 metreden daha uzun taşıtların 7 ile 19 saatleri arasında Paris’e girmesi yasaklanmıştır. Roma’da şehir merkezinde sevkiyat işlerinin yoğun olduğu tarihi bir bölgenin olması nedeniyle dağıtım yasal olmayan park yapılarak gerçekleştirildiğinden, yapılan yasal düzenlemeyle 3.5 tondan ağır araçların sadece akşam saat 20 ile sabah saat 7 arasında kente girişine izin verilmiştir. Buna benzer gibi gece dağıtım sistemleri Londra, Dublin gibi birçok şehirde bulunmaktadır (Bedük & Aydın, 2012).

Hollanda Rotterdam yüksek hacimli limanı ile Avrupa’nın ana yük aktarma şehirlerinden birisidir. Avrupa’ya dağılacak yüklerin önemli bir kısmı buradan dağıtılmaktadır. Gerçekleştirilen lojistik dağıtım faaliyetlerinin çevreye olan etkisinin azaltılması amacıyla 1988-2002 yılları arasında Rotterdam ile Avrupa’nın diğer altı kentinde birlikte uygulanan elektrikli araçlarla dağıtım projesi kapsamında kentsel dağıtımda ağır tonajlı araçlar yerine 1-1,5 ton kapasiteli daha küçük ve elektrikli araçlar kullanılmış, böylelikle fosil yakıtlı araçlara göre daha çevreci olan bu araçlar sayesinde egzoz emisyonunun önemli ölçüde azalması sağlanmıştır. Bu uygulama ile ağır tonajlı araçlardan kaynaklanan trafik sıkışıklığı da azalmıştır (Bedük & Aydın, 2012).

Danimarka kökenli Maersk Line deniz konteyner taşımacılık şirketinin ürettirmiş olduğu yüksek kapasiteli gemi 2013 tarihi itibarıyla suya indirilmiş ve sahip olduğu Energy efficiency (Enerji verimliliği), Economy of scale (Ekonomik), Environmentally improved (Çevre dostu) olması gibi özellikleriyle Triple E sınıfı olarak nitelendirilmiştir. 18 bin adet 20 fitlik konteyner taşıyabilen gemi 18 bin TEU’luk (Twenty-foot Equivalent Unit) bir kapasiteye sahiptir. Şirket bu gemi sayesinde bundan önce filosundaki en büyük gemiden 2500 adet daha fazla (20 fitlik) konteyner taşıma olanağı yakalamıştır. Gemi göreve başladığı dönemde dünyanın en büyük konteyner gemisi unvanını elde etmiş ve

şirket bu gemiyle gerçekleştirmiş olduğu faaliyetlerde, önceki en büyük gemisine kıyasla yüzde %20, diğer şirketlerin 13.100 TEU'luk gemilerine kıyasla da %35 civarında yakıt tasarrufu sağlamıştır (Özdüzgün, 2013). Bu sayede ortaya çıkan egzoz emisyonu yönüyle de sürdürülebilir lojistiğe katkı sağlamıştır.

Goodyear ve Continental gibi lastik firmaları tarafından sürdürülebilir lojistiğe önemli katkı sağlayacak, sürdürülebilir lastik üretimi için doğal kauçuk üretimine ve tedarikine yönelik çalışmalar mevcuttur. Bu kapsamda Goodyear firması pirinç çeltiğinden, Continental firması da karahindiba bitkisinden kauçuk üretmişler ve geleneksel üretimde kullanılan kauçuk ile aynı performansı gösterilmesi konusunda başarı elde edilmiştir. Geleneksel olarak doğal kauçuğun elde edildiği kauçuk ağacının sadece iklim sıcaklığının belli bir seviyenin altına düşmediği ve yıllık yağış miktarının fazla olduğu tropikal iklimlerde yetişen bir bitki olması nedeniyle iklim duyarlılığı daha az olan ve geniş yetiştirme alanlarında yetiştirilebilen pirinç ve karahindiba sayesinde önemli bir avantaj sağlaması öngörülmektedir. Bunlara ek olarak yapılan çalışmaların pirinç üretim miktarının oldukça fazla olması sebebiyle ortaya çıkan pirinç çeltiğinin bertarafı noktasında da önemli katkı sağlaması ve daha çevreci bir lastik üretim sürecinin sağlanması hedeflenmektedir (Sandık, 2015).

Goodyear lastik firmasının çevresel sürdürülebilirlikle ilgili olarak araç filoları için yaptığı Sustainable Reality Survey-Sürdürülebilir Gerçeklik Araştırması ile odaklandığı çevresel sürdürülebilirlik için güncel düzenlemelerden, hedeflere, ölçümlerin resmileştirilmesinden teknoloji kullanımına ve lastikten mobilite çözümlerine kadar çeşitli çalışmaları mevcuttur. Bu kapsamda geliştirilen Total Mobility adını verdiği bütünleşmiş filo yönetimi hizmeti mevcuttur. Bu hizmeti kullanan Avrupa filo şirketleri, sürdürülebilirlik konusunda profesyonel destek aldılar. Ayrıca şirketin, filoların sürdürülebilirlik hedeflerini destekleyen ve verimliliği artıran farklı mobilite seçenekleri de vardır. Bunlara ek olarak şirketin geliştirdiği çevreci Goodyear Fuelmax Endurance lastiklerinin kullanılması 100 araçlık bir filoda yıllık 40 ton civarında yakıt tasarrufu ve karbondioksit salınımının da %2 azalmasını sağlamaktadır (Yeşil Lojistikçiler, 2023b).

Bridgestone lastik şirketinin sürdürülebilir materyaller kullanarak üretim yapma çalışmaları neticesinde 2018 yılında geliştirdiği yüksek dayanımlı kauçuk High Strength Rubber (HSR), kauçuğun reçineyle sertleştirilmesiyle elde edilmiş yeni bir polimerdir. Sentetik kauçuğa kıyasla çok daha dayanıklı olan bu ürün, doğal kauçuğa göre de daha dayanıklıdır. Ayrıca doğal kauçuğa göre çatlamaya karşı 5 kat kopmaya karşı 1,5 kat fazla aşınmaya karşı 2.5 kat daha dayanıklılık göstermektedir. Şirket geliştirdiği bu ürün

sayesinde üreteceği lastiklerde istenen dayanıklılığa daha az materyalle ulaşacak ve bu konudaki emisyonların azalmasına katkı sağlamaktadır (Yeşil Lojistikçiler, 2018a).

Michelin Lastik şirketi 2018 yılında kullanıcıların lastik değiştirme zamanına ilişkin yaptığı açıklamada lastik dişlerinin 1,6 mm'ye inene kadar yasal olarak kullanılabilmesi ve yol tutuş performansında herhangi bir problem olmamasına dikkat çekerek sürdürülebilirlik açısından son kilometresine kadar lastiklerin kullanılmasını tavsiye etmiştir. Yapılan araştırmalara göre Avrupa'da lastiklerin erken değiştirilmesine bağlı olarak 128 milyon adet ekstra lastik tüketilmekte ve bu durum yaklaşık 1 milyon ton hammadde israfına yol açarak 5700 hektar kauçuk ağacı ormanının tahrip olmasına ve ekstra emisyonu sebep olmaktadır. Lastiklerin üretim dış kalınlığındayken yuvarlanma direncinin daha fazla olması ve aşındıkça bu direncin düşmesine bağlı olarak yakıt tüketiminin düşmesi sebebiyle lastiklerin 1,6 mm'ye kadar kullanılması lastiğin yakıt yönünden verimli olduğu süreyi uzatmak anlamına gelmektedir. Şirket bu öneriyle, sektördeki karar verici ve kullanıcılara bu hususa dikkat ederek sürdürülebilir lojistiğe katkı sağlayabileceklerini hatırlatarak farkındalık oluşturmaktadır (Yeşil Lojistikçiler, 2018b).

Uçak üreticisi Boeing firması ve sürdürülebilir uçak yakıtı tedarikçisi Neste oil arasında 2023 yılında bir yakıt tedarik anlaşması imzalanmıştır. Bu anlaşma ile Boeing, tamamen yenilenebilir yemeklik ve hayvansal yağ atıklarının geri dönüştürülmesiyle elde edilen ürünün bilinen uçak yakıtına yüzde otuz oranında karıştırılmasıyla elde edilen yakıttan 21,2 milyon litre alım yapacaktır. Bu miktar 2022 yılında yapılan alımın iki katından daha fazladır ve şirket bu konudaki çalışmalarıyla 2030 yılına kadar bu yakıtı ticari uçaklarında yüzde yüz oranında kullanarak sertifikalı uçuşlar yapabilecek şekilde kullanıcılarına teslim etmeyi planlamaktadır. Yüzde elli oranına kadar harmanlanmasında uçak yapısı, motoru ve dolum sistemlerinde herhangi bir değişikliğe gerek duyulmadan kullanılabilen bu sürdürülebilir havacılık yakıtı (Sustainable Aviation Fuel – SAF) ile şirket atık yağların çevreye olacak kötü etkilerinin önüne geçmekte, karbondioksit salınımını azaltmakta ve böylelikle sürdürülebilir lojistiğe önemli katkı sağlamaktadır (Yeşil Lojistikçiler, 2023a).

DHL Expres kurye paket ve posta lojistik şirketi 2022 yılında Neste ve BP ile (Sustainable Aviation Fuel – SAF) tedarik anlaşması yapmıştır. Anlaşma ile 2026 yılına kadar tedarikçiler şirkete 800 milyon litreden fazla yakıt sağlayacaktır. Bu stratejik hamle ile şirket yaklaşık iki milyon ton daha az karbondioksit emisyonu salınımı

gerçekleştirerek 400 bin binek aracın yıllık emisyonu kadar tasarruf sağlamış olmayı hedeflemektedir (Yeşil Lojistikçiler, 2022).

Uçak motoru tedarikçisi Rolls- Royce ile Etihad havayolları arasında 2021 yılında imzalanan bir anlaşmayla kısa mesafeli kentsel hava taşımacılığında kullanılması planlanan elektrikli ve hibrit sistemler üzerinde çalışmak üzere stratejik bir iş birliği yapmaktadır. Airbus firmasının da test aşamasında dahil olacağı çalışma ile karbon salınımının azaltılması hedeflenmektedir (Yeşil Lojistikçiler, 2021).

Uluslararası Denizcilik Örgütü International Maritime Organization (IMO), Deniz Çevresini Koruma Komitesi Marine Environment Protection Committee (MEPC)'nin aldığı kararla 1 Ocak 2020 itibariyle denizcilikte kullanılan gemi yakıtının içerdiği sülfür oranının yüzde 3.5'dan, yüzde 0.5'e düşürülmesiyle elde edilen düşük sülfürlü fuel-oil Very Low Sulfur Fuel-Oil (VLSF) kullanılmaya başlanmıştır. Bu yakıtın kullanılmasıyla gemi egzoz gazı emisyonlarının düşürülmesi ve çevre kirliliğinin azaltılması amaçlanmaktadır (Denizcilik Bilgileri, 2019).

Dünyaca ünlü otomobil üreticisi Toyota araçlarında yeni teknolojilerin entegrasyonu ve üstün sürüş performansı çalışmalarıyla ve emisyonları düşürme hedefleriyle sürdürülebilir lojistik kapsamında motor ve şanzıman geliştirme çalışmaları yapmaktadır. Şirket geliştirdiği Direct Shift CVT şanzımanlarında özel bir kalkış dişlisi kullanarak ilk kalkışta aracın zorlanmasının önüne geçmekte, yüksek hızlarda da Toyota otomatik vites teknolojisinin hassas yazılımları devreye girerek vites süreçleri iyileştirilmektedir. Geliştirilen bu şanzıman sayesinde şirket yüzde 6 yakıt tasarrufu sağlamayı başarmış ayrıca vites geçiş hızını da yüzde 20 civarında artırmıştır. Şirket 2018'de geliştirdiği 2.0 litrelik benzinli motorlarında mekanik sürtünmenin azaltılarak dünyanın en iyi termal değerlerine ulaşılmıştır. Ayrıca şirket dört tekerlekten çekiş sistemlerinin geliştirilerek hem daha iyi performans sağlamayı hem de yakıt verimliliğine yönelik çalışmaları mevcuttur (Yeşil Lojistikçiler, 2018).

Amerika Birleşik Devletleri'nde dondurma ve süt ürünleri dağıtım kamyonları için geliştirilen bir yöntem olan filo lastik yönetiminin üretim maliyetini düşürme ve performansı artırmanın yanı sıra sürdürülebilir bir lojistik programı için önemli bir adım olabileceği ifade edilmektedir (Wilson, 2010).

Birçok hükümet ve kuruluş (örnek olarak Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa Birliği ve Birleşmiş Milletler) karbon emisyonlarını kontrol etmek amacıyla yasalar çıkarmış ve birtakım mekanizmalar tasarlamıştır (Konur & Schaefer, 2014).

İşletmelerin sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunmalarını desteklemede, verimli ulaşım ve ticaret altyapısının sağlanması, önemli katkı sağlamaktadır (Yu et al., 2016).

Teknoloji kullanımı yeşil lojistik uygulamalarında da önem taşımaktadır. Yeşil lojistik uygulamalarında teknolojik gelişmelere bağlı olarak bilişim sistemleri kullanılarak gemilerin limanlara giriş ve çıkış işlemleri yük taşıma faaliyetlerinin daha hızlı gerçekleşmesi amacıyla internetle yapılmaktadır. Dünyadaki yeşil lojistik uygulamalarına örnek olarak Hollanda'da suda seyyar sevkiyat sistemleri, İtalya'da su yoluyla taşıma ve trafik yönetiminde destek sistemlerinin kullanılması gösterilebilir (Güvercin, 2018).

2.2.2.7. Sürdürülebilir lojistik uygulama örneği olarak lojistik köyler

Lojistik köyler çeşitli işletmeler tarafından sanayinin herhangi bir alanında ulusal veya uluslararası geçişlerdeki otel, depolama, taşıma, elleçleme, ayırıştırma, gümrükleme, alt yapı hizmetleri, konsolidasyon, transit işlemler, ihracat, ithalat, danışmanlık ve üretim, sigorta ve bankacılık gibi birleştirilmiş tüm lojistik faaliyetlerin ticari temele dayandırılarak gerçekleştirildiği ve bu faaliyetlere ilişkin teknik ve sosyal imkanlar sağlayan özel yerlerdir (Aydın & Öğüt, 2008a)

Faaliyet alanları aynı olan veya benzerlik gösteren işletmelerin kümeleme olarak ifade edilen, birbirlerine sinerji gösterebilecekleri belirli bir bölgede organize olmaları ham madde tedarikinden faaliyetlerin planlamasına, pazarda beraber hareket etmekten teknoloji geliştirmeye kadar birçok açıdan avantajların ortaya çıkmasını sağlamaktadır (Aşıkoğlu, 2015). İşletmelerin kümelenmesi verimliliğin artmasına ve altyapının gelişmesine katkı sağlamakla birlikte lojistik olarak da kapasitenin artırılarak maliyetlerin düşmesine faydası olmaktadır. Ayrıca lojistik köy kavramının gelişme sebebi endüstriyel kümeleme temellidir (Elgün & Aşıkoğlu, 2016).

Ticaret hacminin artması neticesinde lojistik faaliyetlerin de artmasıyla birlikte şehir trafiğinin sıkışması ve ağır lojistik araçlarının şehir trafiğine baskısı ticaret ve ekonomik yönleriyle olumlu etki sağlarken trafik sıkışıklığından kaynaklı insan yaşam kalitesine olumsuz etki yapmaktadır. Bu durumun çözümüne olumsuz etkisinin azaltılmasına yönelik şehir dışında ve yakınında çeşitli modlarda yük taşımacılığı, dağıtım ve depolama gibi olanaklar sunan, konumu itibarıyla ulaşım ağlarına ve şehir pazarına erişim kolaylığı sağlayan lojistik köy oluşumunun ortaya çıkmasına sebep olmuştur (Aydın & Öğüt, 2008b).

Lojistik köyler malı bir yerden başka bir yere götürecek olan bütün taşıma operatörleri için değişik taşıma türlerinin (liman, karayolu, havaalanları, demiryolu) aynı yerde bulunduğu alanlara kurulması önem taşımaktadır. Lojistik köyler, taşıma bağlantılarının akışını ve tüm taşıma türleri arasında koordinasyonu sağlamalıdır. Böylelikle lojistik köyler bölgesel ve küresel pazarlara daha basit erişebilecektir (Aydın & Öğüt, 2008a).

Lojistik faaliyetleri gerçekleştirilirken, bekleme süresindeki azalma, yakıt tasarrufu ve daha düşük emisyon sağlar (Wong et al., 2018).

Nüfusun hızlı artışıyla birlikte lojistik faaliyetlerin de artmasına bağlı olarak, işletmeler şehirlerde yoğun trafik kaynaklı sera gazı salınımında artışa ve çevresel olarak özellikle, hava kirliliği, gürültü kirliliği v.b. gibi çevresel tahribatlarla ekolojik dengenin olumsuz etkilenmesine sebep olmaktadır. Bu sebeple lojistik köyler kurulurken yerleşim yerlerinin dışında fakat çok da uzakta olmayacak şekilde yer seçimi yapılması, çevreye duyarlı lojistik faaliyet sürdürülmesine ve bölgenin kalkınmasına olumlu katkı sağlayan önemli bir adım olarak ifade edilmektedir (Kılıç et al., 2009).

Lojistik köyler, yerleşim yerlerinin dışına kurulması ve yükün karayolundan demiryoluna aktarılmasını sayesinde trafik ve çevre kirliliği sorunlarını azaltarak sürdürülebilirliğin çevresel boyutuna katkı sağlamaktadır. Buna ek olarak arazilerin planlı kullanılmasıyla çevre düzeni ve görünümüne de olumlu etkisi bulunmaktadır. Taşıma modlarının bir araya getirilmesi sayesinde yüksek verimlilik sağlanmasına, istihdam, bölgesel gelişmeye, taşımacılık çalışmalarının hızlanmasına bağlı rekabet üstünlüğüne katkı sağlamasıyla da sürdürülebilirliğin ekonomik boyutuna etki etmektedir. Toplum refahını artırarak ülkenin gelişmesine, insanların yaşam standartlarında yükselme sağlaması yönüyle de sürdürülebilirliğin sosyal boyutu üzerinde önemli etkisi bulunmaktadır (Kılıç et al., 2009).

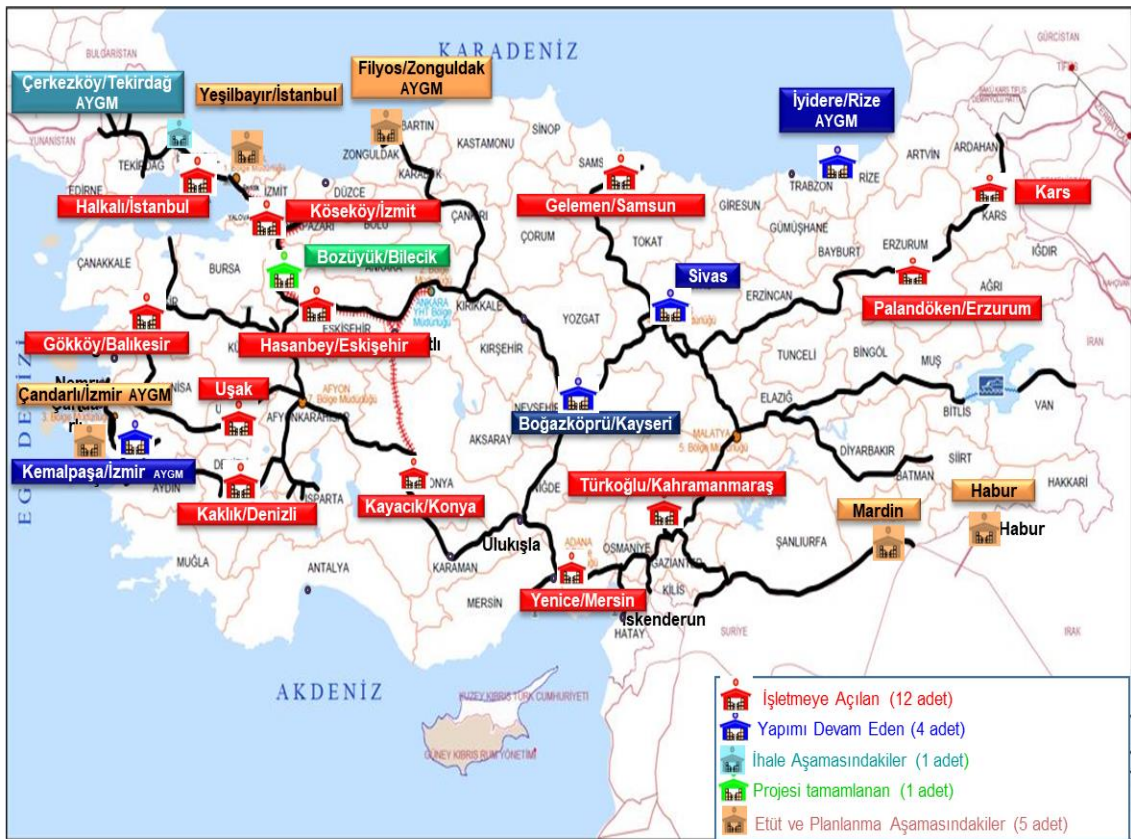
Lojistik merkezler intermodal taşımacılığın gerçekleştirilmesi esnasında taşıma türleri arasındaki bağlantıyı sağlamaktadır. Avrupa Birliği uyum sürecinde Türkiye'nin intermodal taşımacılık sisteminin gelişimini sağlaması önemlidir. Taşımacılık türleri kendi yatırımlarını finanse ettiğinden bu bağlantı noktalarının güçlendirilmesini kimin yapacağı muğlaktır (Kaynak & Zeybek, 2007).

2.2.2.3.8. Türkiye'deki lojistik köyler ve yeni yer seçimi

Türkiye'de yapılan taşımacılık yüksek oranda karayolu ile yapılmaktadır. Türkiye diğer taşıma türlerine oranla karayolu taşımacılığının yurt içinde önemli paya sahip

olduğu nadir ülkelerden birisidir. Taşıma türü olarak Türkiye’de tek modlu taşıma görülmekle birlikte lojistik çalışmalarında dünya standartlarına ulaşabilmek için karayolunun yanı sıra demiryolu, deniz ve havayolunun da olduğu değişik dörtlü, üçlü ve ikili kombinasyonların kullanıldığı taşıma türlerinin kullanılması gereklidir (Tanyaş, 2009). Türkiye’de kara yolu taşımacılığına alternatif olarak demiryolu taşımacılığı başta olmak üzere diğer taşıma modlarının bir arada kullanılması için TCDD önemli girişimlerde bulunmaktadır. TCDD tarafından Türkiye’de işletmeye açılan ve açılması planlanan lojistik köy yerleri Şekil 2.1.’de görülmektedir.

Şekil 2.1. Türkiye'deki TCDD'ye ait lojistik merkezler



Kaynak: <https://www.tcdd.gov.tr/kurumsal/lojistik-merkezler> (TCDD, n.d.)

Türkiye’de TCDD tarafından yapılarak işletmeye açılan 12 adet lojistik köy bulunmaktadır. Bunlar Halkalı/İstanbul, Köseköy/Kocaeli, Hasanbey/Eskişehir, Gelemen/Samsun, Gökköy/Balıkesir, Uşak, Kaklık/Denizli, Kayacık/Konya, Palandöken/Erzurum, Türkoğlu/Kahramanmaraş, Yenice/Mersin, Kars lojistik köyleridir. Yapımı devam eden lojistik köy yerleri Kemalpaşa/İzmir, Boğazköprü/Kayseri, Sivas ve İyidere/Rize lojistik köyleridir. Bozüyük/BİLECİK lojistik köyünün projesi tamamlanmış olup Çerkesköy/Tekirdağ lojistik köyü de ihale aşamasındadır.

Etüt ve planlama aşamasında olan lojistik köy yerleri de Yeşilbayır/İstanbul, Filyos/Zonguldak, Çandarlı/İzmir, Mardin ve Habur lojistik köyleridir.

Özel sektör tarafından işletilen 2 adet lojistik köy bulunmaktadır. Bunlar Ankara Lojistik Üssü (Ankara Lojistik Köyü), Manisa Organize Sanayi Bölgesi (MOS Lojistik A.Ş.) lojistik köyleridir (Genç & Coşmuş, 2021).

Çalışmamızda etüt ve planlama aşamasında olan Yeşilbayır/İstanbul, Filyos/Zonguldak, Çandarlı/İzmir, Mardin ve Habur lojistik köy yerleri alternatif olarak incelenmektedir.

2.3. Kriter ve Yöntem İçin Literatür Taraması

Literatürde yer alan lojistik merkez seçim çalışmalarında kullanılan seçim kriterleri incelenerek sürdürülebilir lojistik kapsamında lojistik köy yeri seçim kriterleri belirlenmiştir.

2.3.1. Lojistik Merkez Seçiminde Kullanılan Kriterler

Lojistik merkez yeri ile ilgili çalışmalarda kullanılan kriterlere ilişkin literatür özetleri şunlardır.

Turkis ve Zavadskas (2010) yapmış oldukları çalışmada yatırım maliyeti, operasyon süresi, genişleme olasılığı, talep piyasasına yakınlık kriterlerinin göz önünde bulundurarak Bulanık Fuzzy, Additive Ratio Assesment (ARAS-F) yöntemiyle lojistik merkez yer seçimi kriterlerinin analizini yapmışlardır (Turskis & Zavadskas, 2010).

Farahani ve diğerleri (2010) yapmış oldukları çalışmada çok amaçlı yer belirleme problemlerinde kullanılan kriterleri özetlemiş ve genellikle maliyet, kar, çevresel riskler, kapsam, hizmet düzeyi ve etkinlik ve bu kategoriler dışında kalan diğer kriterler şeklinde kullanıldığını ortaya çıkarmışlardır (Farahani et al., 2010).

Awasthi ve diğerleri (2011) yapmış oldukları çalışmada maliyetler, erişilebilirlik, güvenlik, çok modlu taşımaya bağlanabilirlik, çevresel etki, müşterilere yakınlık, tedarikçilere yakınlık, kaynak kullanılabilirliği, genişletme imkânı, hizmet kalitesi ve sürdürülebilir navlun düzenlemelerine uygunluk kriterleri kullanılarak kentsel dağıtım merkezi yeri planlaması yapılmıştır. Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (Bulanık-TOPSİS) yöntemiyle potansiyel konumlar için puanlar belirlenmiş ve kriter ağırlıklarının karar vermede etkisini ölçmek için duyarlılık analizi yapmışlardır (Awasthi et al., 2011).

Li ve diğeri (2011) yapmış oldukları çalışmada hava durumu, yer şekli, su tedariki, güç kaynağı, katı atık bertarafı, iletişim, trafik, aday arazi alanı, aday arazi şekli, aday arazi çevresindeki ana hat, aday arazi değeri, yük taşımacılığı, temel inşaat yatırımı kriterleri kullanılarak lojistik merkez lokasyon seçimi yapılmıştır. Aksiyomatik Bulanık Küme (AFS) olası lojistik merkez puanları hesaplanmış ve nihai seçim TOPSIS kullanılarak belirlenmiştir (Y. Li et al., 2011).

Awasthi ve Chauhan (2012) yapmış oldukları çalışmada maliyetler, gelirler, ulaşılabilirlik, lojistik verimlilik, hareketlilik, servis kalitesi, yükleme faktörü, müşteri kapsamı, kamusal alanın serbest bırakılması, enerji tasarrufu, gezi etkinliği, elleçlenen yük hacmi, kazalar, hava kirliliği, tıkanıklık, gürültü kriterleri kullanılarak sürdürülebilir şehir lojistiği planlaması yapılmıştır. Kriter ağırlıklarını belirlemek için Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılmış, alternatiflerin değerlendirilmesinde de TOPSIS yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Awasthi & Chauhan, 2012).

Regmi ve Hanaoka (2013) yapmış oldukları çalışmada arazi edinim maliyetleri, inşaat maliyetleri, nakliye masrafları, limandan toplam taşıma süresi, karayolları, demiryolları, iç su yolları, limanlar, inşaattan kaynaklanan etkiler, nakliye operasyonların kaynaklanan etkiler, pazara, üretim merkezi ve tüketicilere yakınlık, yakınlarda özel ekonomik bölge veya serbest ticaret bölgesi geliştirmek için hükümet politikaları, navlun talebi kriterleri kullanılarak Laos'daki lojistik merkezlerin konumları analiz edilmiştir. AHP yöntemiyle ağırlıklar belirlenmiş Goal Programming (GP) ile değerlendirme yapılarak konumların analizi gerçekleştirilmiştir (Regmi & Hanaoka, 2013).

Tadic ve diğeri (2014) yapmış oldukları çalışmada konsept geliştirmeye yönelik yatırımlar, uygulama imkânı, lojistik hizmet kalitesi, mal teslim masrafları, taşıma işinin modal bölünmesi, ekolojinin görünüşü, güvenlik yönü, arazi kullanımı, mal akışı dönüşüm derecesi, kent çekiciliği ve gelişimine etkisi kriterleri kullanılarak lojistik konsept seçimi yapmışlardır. Fuzzy Analytic Network Process (Bulanık-ANP) ile kriterler arası ilişki belirlenmiş, Fuzzy Decision Making Trial and Evaluation (Bulanık-DEMATEL) ile öğeler arası ilişki anlaşılır bir yapısal modele dönüştürülmüş ve Fuzzy ViseKriterijumsa Optimizacija i Kompromisno Resenje (Bulanık-VIKOR) ile konsept seçimi yapılmıştır (Tadić et al., 2014).

Uysal ve Yavuz (2014) yapmış oldukları çalışmada limana yakınlık, havaalanına yakınlık, yerleşim yerlerine uzaklık, iş gücüne erişilebilirlik, çevre güvenliği, karayollarına ve bağlantı yollarına erişilebilirlik altyapısı, trafik yoğunluğu, hava kirliliği, şantiye ve izin, bölgesel teşvik kriterleri kullanılarak Elimination and Choice Translating

Reality English (ELECTRE) yöntemi kullanılarak Batı Karadeniz bölgesinde lojistik merkez kuruluş yeri seçimi yapılmıştır (Uysal & Yavuz, 2014).

Yıldırım ve Önder (2014) yapmış oldukları çalışmada arsa maliyeti, olası alan genişletme imkanları, sanayi bölgesine yakınlık, havaalanına yakınlık, limana yakınlık, demiryolu sistemine yakınlık, karayolu sistemine yakınlık kriterleri kullanılarak İstanbul'daki potansiyel yük köyü yerleri AHP ile değerlendirilmiş, The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE) ile de derecelendirilme yapılmıştır (Yıldırım & Önder, 2014).

Zak ve Weglinski (2014) yapmış oldukları çalışmada ulaşım altyapısının durumu, ekonomik kalkınma, yatırım maliyeti, taşımacılık ve lojistik rekabet gücü seviyesi, yatırım çekiciliği, taşımacılık ve lojistik çekiciliği, sosyal çekicilik, çevre dostu, güvenlik kriterleri kullanılarak ELECTRE III-IV yöntemiyle Polonya'da lojistik merkez yeri konumları uygunluk açısından en iyiden en kötüye sıralanmıştır (Zak & Węgliński, 2014).

Stević ve diğerleri (2015) yapmış oldukları çalışmada arazi fiyatı, kullanılabilir alan, coğrafi konum, konumun makro ve mikro düzeyi, ulaşım şekli ile bağlantı, ulaşım ekipmanlarının lojistik merkeze erişebilirliği kriterleri kullanılarak AHP yöntemiyle Bosna Hersek'te lojistik merkez yeri seçimi yapılmıştır (Stević et al., 2015).

Rao ve diğerleri (2015) yapmış oldukları çalışmada arazi edinme bedeli, ulaşım koşulları, yukarı yönlü teslimat esnekliği, servis seviyesi, insan kaynakları durumu, çevre koruma seviyesi, ekolojik peyzaj üzerindeki etkisi, doğal şartlar, kamu tesisleri durumu, güvenlik, çevre yasa ve yönetmeliklerine uymak, yakındaki sakinler üzerindeki etki, trafik sıklığı üzerindeki etkisi kriterleri kullanılarak bulanık çok nitelikli grup karar verme Fuzzy Multi Attribute Decision Making (FMAGDM) yöntemi kullanılmış, daha sonra kullanılan yöntem bulanık TOPSIS ile karşılaştırarak sürdürülebilirlik kapsamında şehir lojistik merkezi yer seçiminde teorik karar verme referansı sağlamışlardır (Rao et al., 2015).

Cristea ve Cristea (2016) yapmış oldukları çalışmada ekonomik performans, ulaştırma altyapısı, rekabet edebilirlik düzeyi, hedef pazar, ekonomik gelişme potansiyeli, yabancı yatırımlar, ihracat, devlet bütçesi sübvansiyonları, sosyal boyut, işçilik maliyeti, güvenlik, yeşil alanlar kriterleri kullanılarak Romanya'daki bölgeler arasında lojistik merkez yerlerinin uygunluklarına göre ELECTRE III yöntemine göre sıralaması yapılmıştır (Cristea & Cristea, 2016).

Özceylan ve diğerleri (2016) yapmış oldukları çalışmada arazi maliyeti, demiryolu sistemine yakınlık, otoyol sistemine yakınlık, havaalanı sistemine yakınlık, sanayi bölgesine yakınlık, nüfus yoğunluğu, orman bölgesine uzaklık, nehirlere uzaklık, göllere uzaklık, deprem merkez üssüne uzaklık, arazi eğimi kriterleri kullanılarak Ankara’da nakliye köyleri için uygun lokasyonlar coğrafi bilgi sistemleri Geographical Information Systems (GIS) ile belirlenmiş ve analitik ağ süreci analytical network process (ANP) ve TOPSİS yöntemleri ile de kriter ağırlıkları belirlenerek bu lokasyon alternatiflerinin sıralaması yapılmıştır (Özceylan et al., 2016).

Komchornrit (2017) yapmış olduğu çalışmada liman, otoyol, havalimanı, endüstriyel alan, sınır ötesi pazar, bölgesel pazar, yerel market kriterleri kullanarak Güney Tayland’da kara liman yer seçimi için doğrulayıcı faktör analizi Confirmatory factor analysis (CFA) ile kriterlerin önem derecesi belirlenmiş daha sonra kriter ağırlıkları Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH) ile belirlenmiş ve PROMETHEE ile alternatiflerinin sıralaması yapılmıştır (Komchornrit, 2017).

Pham ve diğerleri (2017) yapmış oldukları çalışmada pazara, üretim alanına ve müşterilere yakınlık, limanlara yakınlık, havaalanlarına yakınlık, karayollarına yakınlık, demiryollarına yakınlık, iç su yollarına yakınlık, alan genişletme yeteneği, navlun talebi, yakın çevredeki ekonomik bölge ve serbest ticaret bölgesi için kalkınma politikaları, arazi edinim maliyeti, inşaat maliyeti, taşıma maliyeti, inşaat faaliyetlerinin çevresel etkisi, ulaşım faaliyetlerinin çevresel etkisi kriterleri kullanılarak Vietnam’da lojistik merkez kurulması düşünülen üç lokasyon için bulanık DELPHİ yöntemiyle lojistikçilerin bakış açısına göre kriterlerin değerleri belirlenmiş bulanık TOPSİS yöntemiyle de bu lokasyonların sıralaması yapılmıştır (Pham et al., 2017).

He ve diğerleri (2017) yapmış oldukları çalışmada arazi edinme fiyatı, genişletme imkanı, ulaşım erişim, zamanında teslimat, kaynak kullanılabilirliği, vergi politikası, ekolojik peyzaj üzerindeki etki, çevre koruma seviyesi, doğal koşullar, trafik sıklığına etkisi, yakındaki sakinler üzerindeki etki, önde gelen endüstrinin gelişimini teşvik etme rolü, bölgesel ekonomik plan ile uyumlaştırma kriterleri kullanılarak ortak bir dağıtım merkezi yer seçimi için entegre bulanık entropi ağırlığı Fuzzy Entropy Weight (EW) ve AHP yöntemiyle kriter ağırlıkları belirlenerek daha sonra öklid mesafeleri kullanılan geleneksel TOPSİS’in ağırlıklandırılmış ölçüt mesafesi kullanılmasıyla geliştirilen versiyonu ortaya konmuştur. Shangay’da (Çin) yöntemin sağlamlığının test edilmesi için bir ampirik bir yer seçim çalışması ve duyarlılık analizi yapılmıştır (Y. He et al., 2017).

Singh ve diğeri (2018) yapmış oldukları çalışmada ulaştırma ve bağlanabilirlik, elektrik ve su temini, arazi maliyeti, vergilendirme politikaları, teşvikler, pazar büyüklüğü, ana pazara yakınlık, pazar büyümesi için kapsam kriterleri kullanılarak İran’ da bulanık AHP yöntemiyle uluslararası bir firma için depo yeri seçimi yapılmıştır (Singh, Chaudhary, et al., 2018).

Kazançoğlu ve diğeri (2019) tarafından yapılan çalışmada ulaşım erişimi, arsa fiyatı, genişletme imkanı, peyzaj üzerine etki, trafik sıkışıklığı üzerindeki etkisi, sektörü desteklemekteki rolü, iş imkanlarının sağlanması kriterleri kullanılarak bulanık AHP ve PROMETHEE yöntemleri kullanılarak İzmir’de lojistik merkez yeri kıyaslaması yapılmıştır (Kazançoğlu et al., 2019).

Kumar ve Anbanandam (2019) yapmış oldukları çalışmada iş fırsatı sayısı, terminalde kamu tesisinin bulunması, şehre yük terminali bağlantısı, çiftçilerin tarım arazisi üzerine etkisi, yerel yaşam standartlarının iyileştirilmesi, sanayi ve yük bölgesine yakınlık, yeterli arazinin mevcudiyeti, vasıflı ve vasıfsız iş gücünün mevcudiyeti, elektrik ve su temininin mevcudiyeti, terminalin yük elleçleme kapasitesi, çok modlu taşımacılığın erişilebilirliği, yük terminali genişletme imkanı, arazi edinme maliyeti, devlet vergileri, taşıma maliyeti, altyapı inşaa maliyeti, yatırım geri ödeme süresi, ekonomik gelişme, navlun operasyonlarının sıkışıklık üzerine etkisi, çevresel emisyon yasalarına düzenlemelere uygunluk, terminal işletiminden kaynaklanan gürültü kirliliği, doğal peyzaj üzerindeki etki, merkezi/eyalet hükümeti tarafından özel ekonomik bölgelerin geliştirilmesi, hükümetin siyasi istikrarı, terminal/iş gücü güvenliği kriterleri kullanılarak çok modlu yük terminal yeri seçiminde kriterlerin öneminin belirlenmesi için önerilen sezgisel bulanık İntuitionistic Fuzzy (IF) tabanlı IF-AHP yönteminin doğruluğu Doğu Hindistan yük koridorunda test edilmiş ve İF-TOPSIS ile alternatiflerin değerlendirilmesi yapılmıştır (Kumar & Anbanandam, 2019).

Aljohani ve Thompson (2020) yapmış oldukları çalışmada depolar, park yerleri, demografik özellikler, arazi kullanım bölgeleri, ana yollar, trafik yoğunluğu, erişim kısıtlamaları, tesis kiralama maliyetleri, başlıca alıcılar, bisiklet yolları, sakinler üzerine etkisi kriterleri kullanılarak Avustralya’da aday alanlar arasından en uygun yük konsolidasyon yeri belirlenmek için GIS-TOPSIS yöntemi kullanılmıştır (Aljohani & Thompson, 2020).

Tadic ve diğeri (2020) yapmış oldukları çalışmada enerji tüketimi, zararlı emisyonlar, trafik sıkışıklığı, trafik kazaları, ekonomik gelişme, akış hacmi, yatırım maliyetleri, kullanım maliyetleri, nakliye masrafları, taşıma süresi, mesafeler, ulaşım

altyapısı, çok modlu, ağ durumu, bilgi altyapısı, siyasi istikrar, AB entegrasyonu, stratejiler ve uçaklar, yönetmelik, iş gücü kriterleri kullanılarak kuru liman yeri seçimi için önerilen Gri Delphi tabanlı Gri AHP Grey Delphi-based grey AHP (GDAHP) yöntemiyle Batı Balkanlar bölgesinde kuru liman terminal yeri seçimi için kriter ağırlıkları belirlenmiş sıralama ve seçim için birleşik mesafeye dayalı değerlendirme Gri Combinative Distance-based Assessment (GCODAS) yöntemi uygulanmış ve başarılı sonuç göstermiştir (Tadić et al., 2020).

Kieu ve diğerleri (2021) yapmış oldukları çalışmada arazi maliyeti, lojistik maliyeti, havaalanına yakınlık, otoyola yakınlık, demiryoluna yakınlık, ulaşım süresi, marketlere uzaklık, üreticilere uzaklık, ormanlık alana uzaklık, yüzey suyuna olan mesafe, etik faktörler kriterleri kullanılarak Vietnam'da çabuk bozulan tarım ürünleri için dağıtım yeri seçimi için kriterlerin ağırlıklandırılması küresel bulanık Spherical Fuzzy (SF) ile Analitik Hiyerarşi Prosesi (SF-AHP) yöntemiyle sıralamanın yapılması da kombine uzlaşma çözümü Combined Compromise Solution (CoCoSo) yöntemiyle yapılmıştır (Kieu et al., 2021).

Nong (2022) yapmış olduğu çalışmada tedarikçilere uzaklık, pazara uzaklık, havaalanına uzaklık, karayoluna uzaklık, limana uzaklık, demiryoluna uzaklık, arazi maliyeti, kurulum maliyeti, lojistik maliyeti, işçilik maliyeti, depolama kolaylığı, yönlendirme hizmetleri, değerlendirilen alanın boyutu, ulaştırma hizmetlerinin çeşitliliği, insan kaynakları mevcudiyeti kriterleri kullanılarak Dong Nai (Vietnam) eyaletinde dağıtım merkezi yer seçimi için ANP yöntemi kriterlerin ağırlıklandırılmasında TOPSİS yöntemi de alternatiflerin sıralanmasında kullanılmıştır (Nong, 2022).

Zhao ve diğerleri (2022) yapmış oldukları çalışmada istikrarlı büyük veri işleme, akıllı ve engelsiz iletişim, zamanında araç planlaması, doğru rota optimizasyonu, kentsel altyapı, dağıtım düğümlerinin kapsama oranı, teslim araç sayısı, teslimat araçlarının türü, araç enerjisi tüketimi, ekipman kullanımı, geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanım oranı, yenilenemez kaynakların tüketimi, lojistik uygulayıcısının profesyonelliği, çevre bilinci, toplam teslimatçı sayısı kriterleri kullanılarak Çin şehir içi lojistiği tasarımı için AHP yöntemiyle kriterlerin ağırlıkları belirlenmiş belirlenen şirketlerin gri ilişki analiziyle Grey Relations Analysis ile yeşil yönetimleri incelenmiştir (Zhao et al., 2022).

Lojistik merkez yer seçimi kriterlerinin yer aldığı çalışmalar Tablo 2.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Kriterler literatür taraması

Sıra No	Yazar	Yıl	Araştırma Konusu	Kullanılan Yöntem
1	Turkis &Zavadskas	2010	Lojistik merkez yer seçimi kriterlerinin analizini yapmışlardır.	ARAS-F
2	Farahani ve diğerleri	2010	Çok amaçlı yer belirleme kriterlerinde kullanılan yöntemleri özetlemiştir.	Literatür taraması
3	Awasthi ve diğerleri	2011	Kentsel dağıtım merkezi yeri planlaması için kriterlerin ağırlıklandırılması ve bu ağırlıkların karar vermede etkisinin ölçülmesi.	Fuzzy TOPSİS Duyarlılık Analizi
4	Li ve Diğerleri	2011	Lojistik merkez lokasyon seçimi	AFS TOPSİS
5	Awasthi ve Chauhan	2012	Sürdürülebilir şehir lojistiği planlaması.	AHP TOPSİS
6	Regmi ve Hanaoka	2013	Laos'daki lojistik merkez konumlarının analizi	AHP GP
7	Tadic ve diğerleri	2014	Lojistik konsept seçimi	Fuzzy ANP Fuzzy DEMATEL Fuzzy VİKOR
8	Uysal ve Yavuz	2014	Batı Karadeniz lojistik merkez kuruluş yeri seçimi.	ELECTRE
9	Yıldırım ve Önder	2014	İstanbul'daki aday yük köyü yerleri değerlendirilmiştir	AHP PROMETEE
10	Zak ve Veglinski	2014	Polonya'daki lojistik merkez yeri konumlarını en iyiden en kötüye doğru sıralamışlardır.	ELECTRE III-IV
11	Stevic ve diğerleri	2015	Bosna Hersek'te lojistik merkez yer seçimi yapmışlardır.	AHP
12	Rao ve Diğerleri	2015	Sürdürülebilirlik kapsamında şehir lojistik yeri seçimi için teorik karar verme referansı ortaya koymuşlardır. TOPSİS yöntemi ile karşılaştırma yapmışlardır.	FMAGDM TOPSİS
13	Cristea&Cristea	2016	Romanya'da lojistik merkez yerleri uygunluklarına göre sıralanmıştır.	ELECTRE III
14	Özceylan ve diğerleri	2016	Ankara'da nakliye köyleri için uygun lokasyon alternatiflerinin sıralaması yapılmıştır.	GIS ANP TOPSİS

Tablo 2.1. Kriterler literatür taraması (Devam)

Sıra No	Yazar	Yıl	Araştırma Konusu	Kullanılan Yöntem
15	Komchornrit	2017	Güney Tayland'da kara liman yer seçimi için alternatiflerin sıralaması yapılmıştır.	CFA MACHBETH PROMETHEE
16	Pham ve diğerleri	2017	Vietnam'da lojistik merkez kurulması düşünülen üç aday merkez arasında sıralama yapılmıştır.	DELPHİ TOPSİS
17	He ve diğerleri	2017	Ortak bir dağıtım merkezi yer seçimi için bir yöntem ortaya konulmuş ve Shangay'da (Çin) test edilmiştir.	Fuzzy EW AHP TOPSİS
18	Singh ve diğerleri	2018	İran'da uluslararası bir firma için depo yeri seçimi çalışması yapılmıştır.	AHP
19	Kazançoğlu ve diğerleri	2019	İzmir'de lojistik merkez yeri kıyaslaması yapılmıştır.	AHP PROMETHEE
20	Kumar&Anbanandam	2019	Çok modlu yük terminali yer seçimi için yöntem önerilmiş ve Doğu Hindistan yük koridorunda test edilmiştir.	IF-AHP IF-TOPSİS
21	Aljohani&Thompson	2020	Avustralya'da yük konsolidasyon merkezi için yer belirleme çalışması yapılmıştır.	GIS-TOPSİS
22	Tadic ve diğerleri	2020	Batı Balkanlar bölgesinde kuru liman yeri seçimi çalışması yapılmıştır. Kullanılan yöntem GCODAS ile test edilmiştir.	GD Tabanlı AHP GCODAS
23	Kieu ve diğerleri	2021	Vietnam'da çabuk bozulan ürünler için dağıtım yeri seçim yapılmıştır.	SF-AHP CoCoSo
24	Nong	2022	Vietnam'da dağıtım merkezi yer seçimi yapılmıştır.	ANP TOPSİS
25	Zhao ve diğerleri	2022	Çin şehir içi lojistiği tasarımı için belirlenen şirketlerin yeşil yönetimleri incelenmiştir.	AHP Gri İlişki Analizi

2.3.1.1. Lojistik Köy Yeri Seçim Kriterleri

Yapılan literatür taramasında lojistik köy yeri seçim çalışmalarında kullanılan kriterler tespit edilmiş ve bu kriterler tablo 2.2. de gösterilmiştir.

Tablo 2.2. Lojistik köy yeri seçim kriterleri

Sıra No	Kriterler	Yazarlar (Çalışma) /Kullanılan Kriter																								
		Türkis &Zavadskas 2010	Farahani ve diğerleri 2010	Awasthi ve diğerleri 2011	Li ve diğerleri 2011	Awasthi ve Chauhan 2012	Regmi ve Hanaoka 2013	Tadic ve diğerleri 2014	Uysal& Yavuz 2014	Yıldırım&Önder 2014	Zak ve Veglinski 2014	Rao ve diğerleri 2015	Stevic ve diğerleri 2015	Cristea&Cristea 2016	Özceylan ve diğerleri 2016	Komchorrit 2017	Pham ve diğerleri 2017	He ve diğerleri 2017	Singh ve diğerleri 2018	Kazançoğlu ve diğerleri 2019	Kumar&Anbanandam 2019	Aljohani&Thompson 2020	Tadic ve diğerleri 2020	Kieu ve diğerleri 2021	Nong 2022	Zhao ve diğerleri 2022
1	Yatırım Maliyeti / Yatırım maliyetleri	X	X	X		X				X													X			
2	Yatırım geri ödeme süresi																				X					
3	İşçilik maliyeti												X												X	
4	Arazi maliyeti/ Aday arazi değeri/ Arsa maliyeti/ Arazi edinme bedeli /Arazi fiyatı /Arazi edinim maliyeti/ Arazi edinme fiyatı/ Arsa fiyatı/Arazi edinme maliyeti			X		X		X		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	
5	İnşaat maliyeti / İnşaat maliyetleri					X											X									
6	Altyapı inşa maliyeti																				X					
7	Tesis kiralama maliyetleri																					X				
8	Kurulum maliyeti																								X	
9	Kullanım maliyeti																						X			
10	Taşıma maliyeti /Lojistik maliyeti / Nakliye masrafları / Mal teslim masrafları					X	X										X				X		X	X	X	
11	Operasyon Süresi	X																								
12	Limandan toplam taşıma süresi /Taşıma süresi					X																	X			
13	Müşterilere Yakınlık		X																							
14	Tedarikçilere yakınlık/ Tedarikçilere uzaklık		X																						X	
15	Limana yakınlık /Liman/Limana uzaklık / Limanlar					X	X	X								X	X								X	
16	Havaalanına yakınlık / Havaalanı sistemine yakınlık /Havalimanı/ Havaalanına uzaklık						X	X					X	X	X									X	X	
17	Demiryolu sistemine yakınlık/ Demiryoluna uzaklık / Demiryolları / Demiryoluna yakınlık					X	X						X	X									X	X		
18	Karayolu sistemine yakınlık/Karayoluna uzaklık / Karayolları					X	X										X								X	
19	Otoyol sistemine yakınlık / Otoyol												X	X									X			
20	Ana yollar																				X					

Tablo 2.2. Lojistik köy yeri seçim kriterleri (Devam)

Sıra No	Kriterler	Yazarlar (Çalışma) /Kullanılan Kriter																									
		Turkis &Zavadskas 2010	Farahani ve diğerleri 2010	Awasthi ve diğerleri 2011	Li ve diğerleri 2011	Awasthi ve Chauhan 2012	Regmi ve Hanaoka 2013	Tadic ve diğerleri 2014	Uysal&Yavuz 2014	Yıldırım&Önder 2014	Zak ve Veglinski 2014	Rao ve diğerleri 2015	Stevic ve diğerleri 2015	Cristea&Cristea 2016	Özceylan ve diğerleri 2016	Komchorrit 2017	Pham ve diğerleri 2017	He ve diğerleri 2017	Singh ve diğerleri 2018	Kazançoğlu ve diğerleri 2019	Kumar&Anbanandam 2019	Aljohani&Thompson 2020	Tadic ve diğerleri 2020	Kieu ve diğerleri 2021	Nong 2022	Zhao ve diğerleri 2022	
21	Şehre yük terminali bağlantısı																										
22	Kentsel altyapı																										X
23	Temel inşaat yatırımı				X																						
24	Ulaştırma altyapısı/ Ulaşım altyapısı / Ulaşım altyapısının durumu/ Karayollarına ve bağlantı yollarına erişilebilirlik altyapısı/							X		X			X											X			
25	Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik/ Ulaşım şekliyle bağlantı/ Çok modlu taşımacılığın erişilebilirliği		X									X										X					
26	Ulaşılabilirlik/ Ulaşım koşulları/ Ulaşıma erişim/ Ulaştırma ve bağlanabilirlik/ Ulaşım erişimi/ Ulaşım ekipmanlarının lojistik merkeze erişebilirliği					X					X	X					X	X	X								
27	Ulaştırma hizmetlerinin çeşitliliği /Taşıma işinin modal bölünmesi /Çok modlu							X																X		X	
28	Ağ durumu																							X			
29	Ulaşım süresi																							X			
30	Erişilebilirlik		X																								
31	Genişleme İmkânı /Olası alan genişleme imkanları/ Alan genişletme yeteneği/ Genişletme imkanı/ Yük terminali genişletme imkanı	X	X							X							X	X		X	X						
32	Aday arazi alanı /Arazi kullanımı / Kullanılabilir alan/ Değerlendirilen alanın boyutu/ Yeterli arazinin mevcudiyeti			X			X					X									X					X	
33	Aday arazi şekli			X																							
34	Yer şekli			X																							
35	Arazi eğimi														X												
36	Aday arazi çevresindeki ana hat			X																							
37	Arazi kullanım bölgeleri																					X					

Tablo 2.2. Lojistik köy yeri seçim kriterleri (Devam)

Sıra No	Kriterler	Yazarlar (Çalışma) /Kullanılan Kriter																									
		Turkis &Zavadskas 2010	Farahani ve diğerleri 2010	Awasthi ve diğerleri 2011	Li ve diğerleri 2011	Awasthi ve Chauhan 2012	Regmi ve Hanaoka 2013	Tadic ve diğerleri 2014	Uysal&Yavuz 2014	Yıldırım&Önder 2014	Zak ve Veglinski 2014	Rao ve diğerleri 2015	Stevic ve diğerleri 2015	Cristea&Cristea 2016	Özceylan ve diğerleri 2016	Komchorrit 2017	Pham ve diğerleri 2017	He ve diğerleri 2017	Singh ve diğerleri 2018	Kazançoğlu ve diğerleri 2019	Kumar&Anbanandam 2019	Aljohani&Thompson 2020	Tadic ve diğerleri 2020	Kieu ve diğerleri 2021	Nong 2022	Zhao ve diğerleri 2022	
38	Coğrafi konum																										
39	Konumun makro mikro düzeyi																										
40	Mesafeler																										
41	İç su yollarına yakınlık / İç su yolları						X										X										
42	Sanayi bölgesine yakınlık/ Endüstriyel alan / Sanayi ve yük bölgesine yakınlık								X						X	X					X						
43	Orman bölgesine uzaklık / Ormanlık alana uzaklık														X										X		
44	Yüzey suyuna olan mesafe																								X		
45	Nehirlere uzaklık														X												
46	Göllere uzaklık														X												
47	Yerleşim yerine uzaklık								X																		
48	Deprem merkez üssüne uzaklık																										
49	Trafik yoğunluğu / Trafik / Hareketlilik / Trafik sıkışıklığı			X	X			X															X	X			
50	Tıkanıklık				X																						
51	Trafik sıkışıklığı üzerindeki etkisi										X							X		X							
52	İnşaat faaliyetlerinin çevresel etkisi /İnşaattan kaynaklanan etkiler						X										X										
53	Ulaşım faaliyetlerinin çevresel etkisi / Nakliye operasyonlarından kaynaklanan etkiler						X										X										
54	Navlun uygulamalarının sıkışıklık üzerine etkisi																				X						
55	Yakınlardaki sakinler üzerine etkisi										X							X				X					
56	Yerel yaşam standartlarının iyileştirilmesi																				X	X					
57	İş imkanlarının sağlanması / İş fırsatı sayısı																			X	X						
58	Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi						X														X	X					
59	Önde gelen Endüstrinin gelişimini teşvik etme rolü																	X									

Tablo 2.2. Lojistik köy yeri seçim kriterleri (Devam)

Sıra No	Kriterler	Yazarlar (Çalışma) /Kullanılan Kriter																									
		Turkis &Zavadskas 2010	Farahani ve diğerleri 2010	Awasthi ve diğerleri 2011	Li ve diğerleri 2011	Awasthi ve Chauhan 2012	Regmi ve Hanaoka 2013	Tadic ve diğerleri 2014	Uysal& Yavuz 2014	Yıldırım&Önder 2014	Zak ve Veglinski 2014	Rao ve diğerleri 2015	Stevic ve diğerleri 2015	Cristea&Cristea 2016	Özceylan ve diğerleri 2016	Komchorrit 2017	Pham ve diğerleri 2017	He ve diğerleri 2017	Singh ve diğerleri 2018	Kazançoğlu ve diğerleri 2019	Kumar&Anbandam 2019	Aljohani&Thompson 2020	Tadic ve diğerleri 2020	Kieu ve diğerleri 2021	Nong 2022	Zhao ve diğerleri 2022	
60	Sektörü desteklemekteki rolü																			X							
61	Konsept geliştirmeye yönelik yatırımlar						X																				
62	Ekolojik peyzaj üzerindeki etkisi / Peyzaj üzerine etki /Doğal peyzaj üzerindeki etki										X							X		X	X						
63	Çiftçilerin tarım arazisi üzerine etkisi																				X						
64	Enerji tasarrufu /Enerji tüketimi				X																		X				
65	Çevre koruma seviyesi										X							X									
66	Çevre bilinci																									X	
67	Çevre dostu									X																	X
68	Geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanım oranı																									X	
69	Yenilenemez kaynakların tüketimi																									X	
70	Sosyal çekicilik										X																
71	Güvenlik /Çevre güvenliği /Terminal-İş gücü güvenliği			X			X	X		X	X		X								X						
72	Katı atık bertarafı			X																							
73	Çevresel etki		X																								
74	Çevresel riskler	X																									
75	Kaynak Kullanılabilirliği		X															X									
76	Sosyal boyut																			X							
77	Yeşil alanlar																			X							
78	Ekolojinin görünüşü						X																				
79	Bisiklet yolları																					X					
80	Hava kirliliği /Zararlı emisyonlar				X		X																X				
81	Gürültü / Terminal işletiminden kaynaklanan gürültü kirliliği				X																X						

Tablo 2.2. Lojistik köy yeri seçim kriterleri (Devam)

Sıra No	Kriterler	Yazarlar (Çalışma) / Kullanılan Kriter																									
		Turkis &Zavadskas 2010	Farahani ve diğerleri 2010	Awasthi ve diğerleri 2011	Li ve diğerleri 2011	Awasthi ve Chauhan 2012	Regmi ve Hanaoka 2013	Tadic ve diğerleri 2014	Uysal&Yavuz 2014	Yıldırım&Önder 2014	Zak ve Veglinski 2014	Rao ve diğerleri 2015	Stevic ve diğerleri 2015	Cristea&Cristea 2016	Özceylan ve diğerleri 2016	Komchorrit 2017	Pham ve diğerleri 2017	He ve diğerleri 2017	Singh ve diğerleri 2018	Kazançoğlu ve diğerleri 2019	Kumar&Anbandam 2019	Aljohani&Thompson 2020	Tadic ve diğerleri 2020	Kieu ve diğerleri 2021	Nong 2022	Zhao ve diğerleri 2022	
82	Doğal şartlar																										
83	Hava durumu				X																						
84	Kapsam	X																									
85	Servis kalitesi					X																					
86	Servis seviyesi											X															
87	Zamanında teslimat																	X									
88	Teslim araç sayısı																										X
89	Ekipman kullanımı																										X
90	Teslimat araçlarının türü																										X
91	Araç enerjisi tüketimi																										X
92	Zamanında araç planlaması																										X
93	Doğru rota optimizasyonu																										X
94	Dağıtım düğümlerini kapsama oranı																										X
95	Lojistik verimlilik /Lojistik hizmet kalitesi					X	X																				
96	Lojistik uygulayıcısının profesyonelliği																										X
97	Toplam teslimatçı sayısı																										X
98	Taşımacılık ve lojistik rekabet gücü seviyesi																										
99	Rekabet edebilirlik düzeyi																										
100	Yukarı yönlü teslimat esnekliği																										
101	Hizmet Kalitesi / Hizmet düzeyi ve etkinlik	X	X																								
102	Kar/ Ekonomik performans	X																									
103	Gelirler					X																					

Tablo 2.2. Lojistik köy yeri seçim kriterleri (Devam)

Sıra No	Kriterler	Yazarlar (Çalışma) / Kullanılan Kriter																									
		Turkis &Zavadskas 2010	Farahani ve diğerleri 2010	Awasthi ve diğerleri 2011	Li ve diğerleri 2011	Awasthi ve Chauhan 2012	Regmi ve Hanaoka 2013	Tadic ve diğerleri 2014	Uysal&Yavuz 2014	Yıldırım&Önder 2014	Zak ve Veglinski 2014	Rao ve diğerleri 2015	Stevic ve diğerleri 2015	Cristea&Cristea 2016	Özceylan ve diğerleri 2016	Komchorrit 2017	Pham ve diğerleri 2017	He ve diğerleri 2017	Singh ve diğerleri 2018	Kazançoğlu ve diğerleri 2019	Kumar&Anbandam 2019	Aljohani&Thompson 2020	Tadic ve diğerleri 2020	Kieu ve diğerleri 2021	Nong 2022	Zhao ve diğerleri 2022	
104	Yük taşımacılığı			X																							
105	Uygulama imkânı						X																				
106	Elleçlenen yük hacmi				X																						
107	Terminalin yük elleçleme kapasitesi																				X						
108	Akış hacmi																						X				
109	Yükleme faktörü				X																						
110	Mal akışı dönüşüm derecesi						X																				
111	Ekonomik kalkınma									X																	
112	Ekonomik gelişme potansiyeli/ Ekonomik gelişme													X							X	X					
113	Yabancı yatırımcılar													X							X						
114	İhracat													X													
115	Bilgi altyapısı																						X				
116	İletişim /Akıllı ve engelsiz iletişim			X																							X
117	İstikrarlı büyük veri işleme																										X
118	Nüfus yoğunluğuna uzaklık														X												
119	Demografik özellikler																					X					
120	İş gücüne erişebilirlik /İnsan kaynakları durumu/ İnsan Kaynakları Mevcudiyeti/ Vasıflı-vasıfsız iş gücünün mevcudiyeti /İş gücü						X			X											X	X	X				
121	Müşteri kapsamı				X																						
122	Pazar büyüklüğü																		X								
123	Hedef Pazar/Başlıca alıcılar													X								X					
124	Sınır ötesi Pazar														X												

Tablo 2.2. Lojistik köy yeri seçim kriterleri (Devam)

Sıra No	Kriterler	Yazarlar (Çalışma) / Kullanılan Kriter																									
		Turkis &Zavadskas 2010	Farahani ve diğerleri 2010	Awasthi ve diğerleri 2011	Li ve diğerleri 2011	Awasthi ve Chauhan 2012	Regmi ve Hanaoka 2013	Tadic ve diğerleri 2014	Uysal&Yavuz 2014	Yıldırım&Önder 2014	Zak ve Veglinski 2014	Rao ve diğerleri 2015	Stevic ve diğerleri 2015	Cristea&Cristea 2016	Özceylan ve diğerleri 2016	Komchorrit 2017	Pham ve diğerleri 2017	He ve diğerleri 2017	Singh ve diğerleri 2018	Kazançoğlu ve diğerleri 2019	Kumar&Anbandam 2019	Aljohani&Thompson 2020	Tadic ve diğerleri 2020	Kieu ve diğerleri 2021	Nong 2022	Zhao ve diğerleri 2022	
125	Bölgesel Pazar															X											
126	Yerel market															X											
127	Ana pazara yakınlık /Talep piyasasına yakınlık/ Pazara uzaklık	X																	X						X		
128	Pazara, üretim alanına ve müşterilere yakınlık / Pazara üretim merkezine ve tüketicilere yakınlık					X											X										
129	Marketlere uzaklık																								X		
130	Üreticilere uzaklık																								X		
131	Pazar büyümesi için kapsam																		X								
132	Sürdürülebilir navlun düzenlemelerine uygunluk		X																								
133	Çevre yasa ve yönetmeliklere uyumluluk / Çevresel emisyon yasalarına ve düzenlemelere uygunluk /Yönetmelik										X										X		X				
134	Yakın çevredeki Ekonomik bölge ve serbest ticaret bölgesi için kalkınma politikaları / Yakınlarda özel ekonomik bölge veya serbest ticaret bölgesi geliştirmek için hükümet politikaları/Merkezi hükümet tarafından özel ekonomik bölgelerin geliştirilmesi					X											X				X						
135	Vergi politikası/ Vergi politikaları / Devlet vergileri																	X	X		X						
136	Hükümetin siyasi istikrarı /Siyasi istikrar																				X		X				
137	Devlet bütçesi sübvansiyonları												X														
138	Teşvikler/ Bölgesel teşvik								X										X								
139	Şantiye ve izin						X																				
140	Kamusal alanın serbest bırakılması (park için)				X																						
141	Kamu tesisleri durumu									X																	
142	Terminalde kamu tesisinin bulunması																				X						

Tablo 2.2. Lojistik köy yeri seçim kriterleri (Devam)

Sıra No	Kriterler	Yazarlar (Çalışma) / Kullanılan Kriter																										
		Turkis &Zavadskas 2010	Farahani ve diğerleri 2010	Awasthi ve diğerleri 2011	Li ve diğerleri 2011	Awasthi ve Chauhan 2012	Regmi ve Hanaoka 2013	Tadic ve diğerleri 2014	Uysal&Yavuz 2014	Yıldırım&Önder 2014	Zak ve Veglinski 2014	Rao ve diğerleri 2015	Stevic ve diğerleri 2015	Cristea&Cristea 2016	Özceylan ve diğerleri 2016	Komchorrit 2017	Pham ve diğerleri 2017	He ve diğerleri 2017	Singh ve diğerleri 2018	Kazançoğlu ve diğerleri 2019	Kumar&Anbanandam 2019	Aljohani&Thompson 2020	Tadic ve diğerleri 2020	Kieu ve diğerleri 2021	Nong_2022	Zhao ve diğerleri 2022		
143	Bölgesel ekonomik plan ile uyumlaştırma																	X										
144	AB Entegrasyonu																							X				
145	Elektrik ve su temini / Elektrik ve su temininin mevcudiyeti																		X		X							
146	Su tedarik etmek				X																							
147	Güç kaynağı				X																							
148	Depolama kolaylığı																										X	
149	Yönlendirme hizmetleri																									X		
150	Depolar																						X					
151	Park yerleri																						X					
152	Navlun talebi																	X										
153	Erişim kısıtlamaları																						X					
154	Gezi etkinliği					X																						
155	Kazalar				X																							
156	Trafik kazaları																								X			
157	Etik Faktörler																							X	X			
158	Stratejiler ve uçaklar																						X					

2.3.2. AHP Yöntemi Kullanılan Çalışmalar

Kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesinde AHP yöntemi kullanılan çalışmalara ilişkin literatür özetleri şunlardır.

Z.-C. Lin ve Yang (1996), yapmış oldukları çalışmada esnek üretim ve işgücü talebinin düşürülmesi amacıyla üretim hattında üretilecek parça türüne göre en uygun makinenin seçilmesine yönelik belirlenen kriterlerin önem ağırlıklarının derecelendirilmesinde AHP yöntemi kullanmışlardır (Z.-C. Lin & Yang, 1996).

Alberto (2000), yapmış olduğu çalışmada gıda makineleri endüstrisine mekanik parçalar üreten ve dağıtan bir firmanın yer değişikliğinde üretim-dağıtım yeri seçimi için AHP yöntemi kullanılarak lojistik kriterin ağırlıkları belirlenmiş ve stratejik bir bakış açısı ortaya konulmuştur (Alberto, 2000).

Ngai ve Chan (2005), yapmış oldukları çalışmada bilgi yönetimi konusunda yazılım seçimi yapmışlar ve kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde AHP yöntemi kullanmışlardır (Ngai & Chan, 2005).

Eryuruk v.d. (2013), yapmış oldukları çalışmada Marmara Bölgesinde tekstil giyim lojistik merkezinin lokasyonunun belirlenmesi için sektör çalışanları ve lojistikçilere anket yapılarak kriterleri değerlendirmeleri sağlanmış ve anket sonuçlarını değerlendirmek için AHP yöntemi kullanmışlardır (Eryuruk et al., 2013).

Roh v.d. (2013), yapmış oldukları çalışmada insani yardım lojistiği için depo yeri seçimi yapmışlar ve belirlenen kriterlerin ağırlıklarının derecelendirilmesinde AHP yöntemi kullanılmıştır (Roh et al., 2013).

Azizkhani v.d. (2017), yapmış oldukları çalışmada İran'da güneş enerjisi santrali kurmak için en uygun yerlerin belirlenmesinde kriter ağırlıklarını AHP yöntemini kullanarak derecelendirmişlerdir. (Azizkhani et al., 2017).

Zaralı v.d. (2018) yapmış oldukları çalışmada Kayseri İlinde lojistik merkez seçimi için belirlenen kriterlerin önem ağırlıklarının derecelendirilmesinde AHP yöntemi kullanmışlardır (Zaralı et al., 2018).

Wolnowska ve Konicki (2019), yapmış oldukları çalışmada Polonya Szczecin şehrinde büyük boyutlu kargo taşımacılığı için alternatif güzergahlar arasından seçim yapılmak üzere kriterlerin ağırlıklandırılmasında AHP yöntemi kullanılmıştır (Wolnowska & Konicki, 2019).

Santos v.d. (2021) yapmış oldukları çalışmada Brezilya donanmasına savaş gemisi seçiminde subayların ilgilendiği gemi projeleri arasından seçim yapmak üzere kriter ağırlıklarının belirlenmesi için AHP yöntemi kullanmışlardır (Santos et al., 2021).

Jurik v.d. (2022), yapmış oldukları çalışmada sanayi işletmelerinde sürdürülebilir kalkınma kapsamında uygun üretim projesi seçimi için kriterlerin derecelendirilmesinde AHP yöntemi kullanmışlardır (Jurik et al., 2022).

2.3.3. TOPSİS Yöntemi Kullanılan Çalışmalar

Alternatiflerin kriterlere göre sıralanmasında TOPSİS yöntemi kullanılan çalışmalara ilişkin literatür özetleri şunlardır.

Ertuğrul ve Karakaşoğlu (2009), yapmış oldukları çalışmada 15 (On beş) Türk çimento firmasının performans yönünden değerlendirmesi yapılmış kriter ağırlıkları bulanık AHP yöntemiyle belirlenmiş sonuçlara göre firmaların sıralaması TOPSİS yöntemiyle yapılmıştır (Ertuğrul & Karakaşoğlu, 2009).

Amiri (2010), yapmış olduğu çalışmada Ulusal İran petrol şirketi için petrol sahalarının geliştirilmesi için alternatif projeler arasından seçim yapılmasına yönelik kriter ağırlıklarının belirlenmesinde AHP ve sıralama için TOPSİS yöntemini kullanmıştır (Amiri, 2010).

Jayant v.d. (2014), yapmış oldukları çalışmada Hindistan'da faaliyet gösteren bir cep telefonu üreticisi için tersine lojistik için üçüncü parti tersine lojistik sağlayıcı seçimi yapılmış ve alternatiflerin sıralamasında TOPSİS yöntemi kullanılmıştır (Jayant et al., 2014).

Özcan v.d. (2017), yapmış oldukları çalışmada Türkiye'de yapılacak yenilenebilir enerji yatırımında, yenilenebilir enerji çeşitleri arasında önceliklerin belirlenmesinde alternatiflerin sıralaması için TOPSİS yöntemi kullanmışlardır (Özcan et al., 2017).

Perçin ve Sönmez (2018), yapmış oldukları çalışmada Borsa İstanbul'da işlem gören Türk sigorta şirketlerinin performansları incelenmiş ve TOPSİS yöntemi ile sıralama yapılmıştır (Perçin & Sönmez, 2018).

Luu v.d. (2019), yapmış oldukları çalışmada Vietnam'ın 63 (Altmış üç) ili için ülkenin afet kayıtlarından elde edilen verilerle ulusal sel riski analizi yapmışlar ve sıralama için TOPSİS yöntemi kullanılmıştır (Luu et al., 2019).

Li v.d. (2020), yapmış oldukları çalışmada deniz taşımacılığı verimliliğini etkileyen faktörlere göre Çin'de bulunan 5 (Beş) adet limanın verimliliği incelenmiş alternatiflerin sıralamasında TOPSİS yöntemi kullanılmıştır (X. Li et al., 2020).

Long v.d. (2021), yapmış oldukları çalışmada Çin'de kömür kaynağına dayalı madencilik şehirlerinin yeşil kalkınma seviyelerinin belirlenmesinde dinamik panel veri analizi ile incelenmiş ve sıralama TOPSİS yöntemiyle yapılmıştır (Long et al., 2021).

Rane v.d. (2023), yapmış oldukları çalışmada Hindistan Ulhas havzasında baraj yeri seçimi için alternatiflerin sıralanmasında TOPSİS yöntemi kullanmışlardır (Rane et al., 2023).

Mehra v.d. (2023) yapmış oldukları çalışmada biyodizel-dizel yakıt karışım oranlarının değiştirilmesiyle elde edilen 7 (Yedi) alternatif karışımın dizel compression ignition engines (CI) motorlarda kullanılmasında emisyon özellikleri ve motor yükü deneysel olarak elde edilen verilerle değerlendirilmiş ve sıralama için TOPSİS yöntemi kullanılmıştır (Mehra et al., 2023).

2.3.4. Bulanık TOPSİS Yöntemi Kullanılan Çalışmalar

Alternatiflerin kriterlere göre sıralanmasında Fuzzy TOPSİS kullanılan çalışmalara ilişkin literatür özetleri şunlardır.

Chen (2000), yapmış olduğu çalışmada bir yazılım şirketinin yazılımcı işe almasında ön elemeyen geçen 3 (Üç) adayın değerlendirmesinde sıralama için Bulanık TOPSİS yöntemi kullanılmıştır (Chen, 2000).

Eleren (2007), yapmış olduğu çalışmada dericilik sektöründe faaliyet gösteren işletme kuruluş yeri seçimi yapmış ve alternatif illerin sıralanmasında Bulanık TOPSİS yöntemi kullanılmıştır (Eleren, 2007).

Sun ve Lin (2009), yapmış oldukları çalışmada Taiwan'da alışveriş sitelerinin avantajlarını değerlendirmiş ve kullanılan faktörlerin ağırlıklarına göre alternatiflerin sıralanması için Bulanık TOPSİS yöntemi kullanmışlardır (Sun & Lin, 2009).

Vatansever (2013), yapmış olduğu çalışmada tekstil sektöründe büyük firmalara fason üretim yapan bir işletme için tedarikçi seçimi yapmış ve alternatiflerin sıralanmasında Bulanık TOPSİS yöntemi kullanılmıştır (Vatansever, 2013).

Wang (2014), yapmış oldukları çalışmada Tayvan'da konteyner taşımacılığı yapan 3 (Üç) büyük şirket finansal performans yönünden incelenmiş ve sıralama için Bulanık TOPSİS yöntemi kullanılmıştır (Y.-J. Wang, 2014).

Soba v.d. (2014), yapmış oldukları çalışmada Uşak ilinde alışveriş merkezi seçimi için alternatiflerin sıralanmasında Bulanık TOPSİS yöntemi kullanmışlardır (Soba et al., 2014).

Agrawal v.d. (2016), yapmış oldukları çalışmada Hindistan Delhi’de bulunan bir cep telefonu üreticisi firmanın tersine lojistik sürecinde toplanan ürünler için alternatif değerlendirme seçeneklerinin sıralamasında Bulanık TOPSİS yöntemi kullanılmıştır (Agrawal et al., 2016).

Mayyas v.d. (2016), yapmış oldukları çalışmada otomobil gövde paneline özgü bir eko-malzeme seçimi için seçeneklerin puanlanmasında Bulanık TOPSİS kullanılmıştır (Mayyas et al., 2016).

Singh v.d. (2018), yapmış oldukları çalışmada Hindistan Yeni Delhi’de bir gıda üreticisine süt tedarigi için üçüncü parti soğuk zincir hizmet sağlayıcısı seçimi yapmışlar ve alternatiflerin sıralanmasında Bulanık TOPSİS yöntemi kullanmışlardır (Singh, Gunasekaran, et al., 2018).

Liu ve Wei (2018) yapmış oldukları çalışmada Çin’de elektrikli araç şarj altyapısı için yapılan risk değerlendirmesinde 3 (üç) alternatif proje için risk seviyesinin sıralanması Bulanık TOPSİS yöntemi ile yapılmıştır (Liu & Wei, 2018).

Saeidi v.d. (2023), yapmış oldukları çalışmada İran’ın Tahran eyaletinde güneş enerji santrali kurulumu için alternatiflerin sıralamasında Bulanık TOPSİS yöntemi kullanılmıştır (Saeidi et al., 2023).

Türkiye’nin ulaştırma altyapısı, coğrafi konumu gereği kendi lojistik gereksinimlerine ek olarak diğer ülkelerin uluslararası ticaretinde de yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Özgün değer olarak çalışmamız, Türkiye’de yapılacak yeni bir lojistik köy yeri seçimini; sürdürülebilir lojistik, çevresel kirliliğin azaltılması doğal kaynakların gelecek nesillere aktarılabilmesi yönüyle ele almıştır. Kullanılan alternatifler varsayım olmayıp TCDD’nin etüt ve planlama programında olan gerçekleştirilmesi için girişimde bulunmuş aday lojistik köy yerleridir. Paris iklim anlaşmasıyla birçok ülkenin emisyon azaltımı yükümlülüğü üstlenmesi ve küresel ısınma problemlerinin gündemdeki yerini koruması karar vericilere de büyük sorumluluk yüklemektedir. Bu bağlamda çalışmamız karar vericiler için lojistik köy yeri seçiminde bir bakış açısı geliştirebilecek potansiyeldedir. Alternatiflerin sıralanmasında iki ayrı yöntem kullanılarak sonuçların karşılaştırılmasıyla da bir kıyaslama imkânı sunmaktadır. YÖK tez merkezine bakıldığında çalışmamız, sürdürülebilir lojistik kapsamı ve ülke bazında ele alınan alternatifleriyle diğer çalışmalardan ayrılmaktadır.

3. YÖNTEM

Lojistik faaliyetlerin gerçekleştirilmesinde lojistik altyapısını iyileştirilerek karbon salınımının azaltılmasına ve Paris iklim anlaşmasında ortaya konulan çevreyi koruma ve küresel ısınmanın sınırlı tutulmasına katkı sağlayan çalışmalardan birisi de kuşkusuz lojistik merkez lokasyon seçimidir. AHP yöntemi, kullanılan kriterlere göre en iyi alternatifin seçiminde, kriter ağırlıklarının belirlenmesi için yaygın olarak kullanılan yöntemlerden birisidir. Kullanılan kriterler, literatürdeki lojistik merkez seçim çalışmalarında kullanılan kriterler arasından sürdürülebilirlik kapsamında belirlenmiştir. Alternatifler, TCDD'nin Türkiye'de işletmeye açmayı planladığı şu anda etüt ve planlama aşamasında olan aday lojistik köylerdir. AHP yöntemi için gereken kriterlerin karşılaştırılması, TOPSİS yöntemi için gereken alternatiflerin kriterlere göre karşılaştırılması ve Fuzzy TOPSİS yöntemi için gereken kriter ve alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi için lojistik alanında çalışan uzmanların görüşlerine başvurulmuştur. Görüşüne başvurulmuş uzmanlar lojistik alanında çalışan ikisi akademisyen olmak üzere toplamda 6 (altı) kişiden oluşmaktadır. Uzmanlara ilişkin bilgiler tablo 3.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Uzman bilgileri

Uzmanlar	Çalıştığı Kurum Özellikleri	Kurum Merkezi	Tecrübe (Yıl)
Uzman 1	Çok modlu taşımacılık yapan lojistik şirketi	İstanbul	10
Uzman 2	Çok modlu taşımacılık yapan lojistik şirketi	İstanbul	16
Uzman 3	Tek modlu taşımacılık yapan lojistik şirketi	Antalya	25
Uzman 4	Tek modlu taşımacılık yapan lojistik şirketi	İstanbul	20
Uzman 5	Üniversite	Alanya	8
Uzman 6	Üniversite	Ankara	15

Bu çalışmada AHP yöntemi kullanılarak kriter ağırlıkları belirlenmiştir. TOPSİS ve FUZZY TOPSİS yöntemiyle de alternatiflerin sıralaması yapılmıştır. FUZZY TOPSİS yöntemi, bulanık sayılar yardımıyla daha hassas bir sonuç elde edilebileceği düşünülerek kullanılmıştır.

3.1. AHP Yöntemi

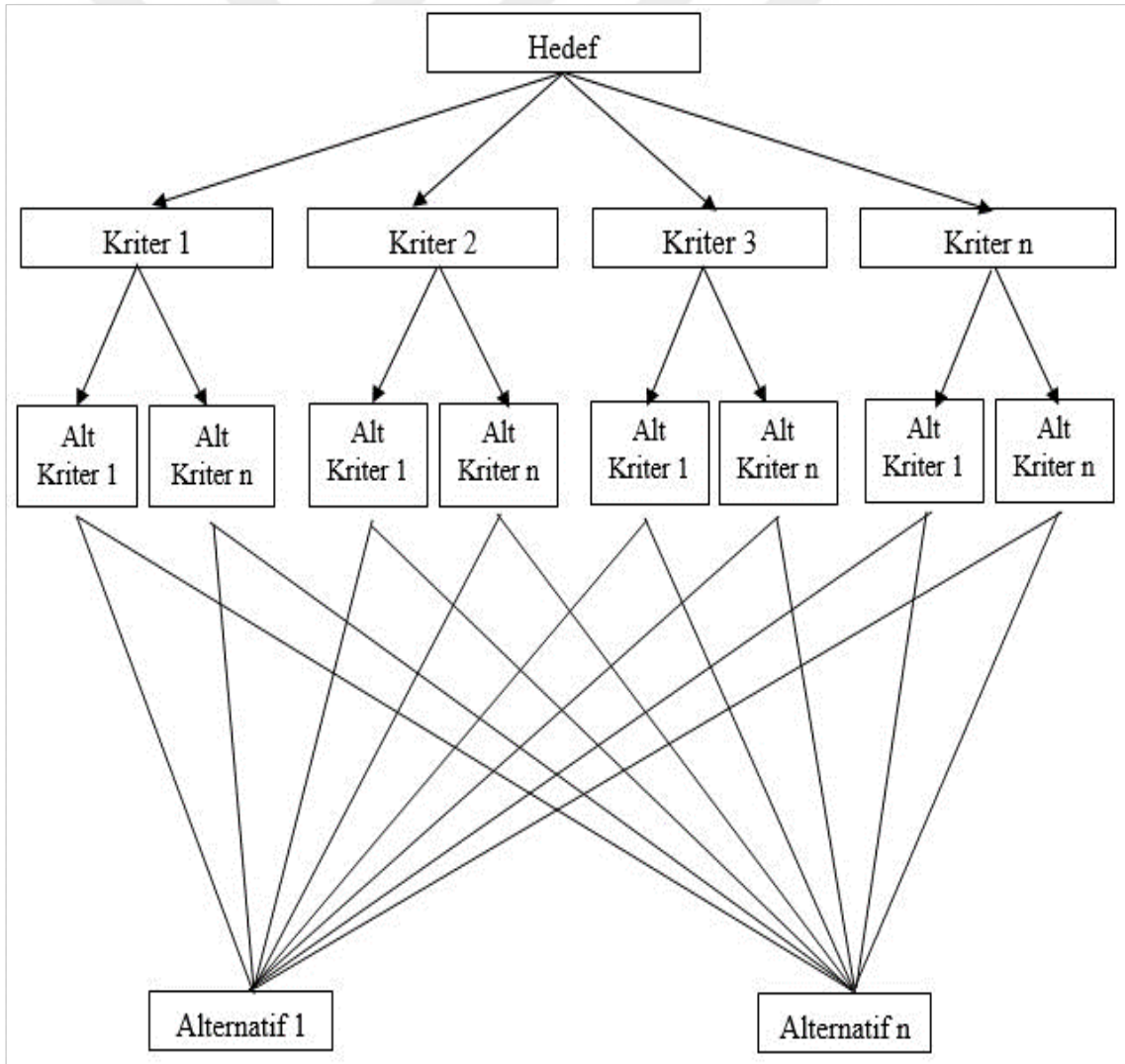
AHP (Analytic Hierarchy Process) ikili karşılaştırmalar yapılarak oran ölçekleri üretmede kullanılan genel bir ölçüm teorisidir (Saaty, 1980).

AHP (Analytic Hierarchy Process) çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde kullanılan ve Tomas L. Saaty tarafından geliştirilen bir tekniktir. Süreç ilgilenilen problemin hiyerarşik bir yapıya dönüştürülmesi ve kriterlerin ikili karşılaştırılmasıyla yapılır. Literatüre bakıldığında belirli alanlarda birden çok kriteri bünyesinde barındıran problemlerde sıklıkla AHP kullanıldığı görülmektedir.

3.1.1. Hiyerarşik yapı

Alternatifler içerisinde karar vericinin amacına en uygun olanın belirlenebilmesi için yapılacak olan değerlendirmelerde kullanılacak tüm kriterler ve varsa alt kriterler belirlenmeli ve karar problemini en iyi temsil edecek şekilde hiyerarşik yapı oluşturulmalıdır (Saaty, 1980).

Saaty (1980) tarafından çerçevesi belirlenen AHP hiyerarşik yapısı Şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. AHP'nin hiyerarşik yapısı

Yapılan ikili karşılaştırmalar neticesinde ortaya çıkan değerlerle oluşturulan A matrisi aşağıdaki gibidir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

Matriste $a_{ik} = a_{ij} \cdot a_{jk}$ 'dır.

Oluşan A matrisinde her bir satır bulunduğu sütun toplamına bölünerek normalize matris elde edilir. Normalize matrisin satır ortalaması o satırdaki kriterin görece önem derecesini ifade eder. Ana kriterlerin görece önem derecesiyle alt kriterlerin görece önem derecelerinin çarpımıyla bütünsel kriter ağırlıkları bulunur.

3.1.3. Tutarlılık

Kriterler ve alternatiflerin ikili karşılaştırmaları karar vericilerin şahsi değerlendirmelerine dayandığı için oluşan ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılık testi yapılarak kontrolü sağlanmalıdır. Karar verici x kriteri, y kriterinden 5 kat daha önemli y kriteri de z kriterinden 2 kat daha önemli dediği takdirde x kriteri z kriterinden $5 \times 2 = 10$ kat daha değerli olduğunu ifade etmezse tutarsız değerlendirme yapmış olacaktır.

Karar verici tutarlı değerlendirme yapması halinde i, k ve j değerleri için;

Oluşacak ikili karşılaştırma matrisinde $a_{ik} = a_{ij} \cdot a_{jk}$ eşitliği sağlanmaktadır.

Bu durumda matris öz değer vektörü (λ_{max}) ile matris boyutu (n) birbirine eşit olmaktadır. Bu da $A = a_{ij} = w_i/w_j$ ve $A \cdot w = n \cdot w$ olarak ifade edilebilir (Saaty, 2001).

Bu durumda matris şu şekilde ifade edilmektedir.

$$\begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & w_2/w_n \\ \dots/\dots & \dots/\dots & \dots/\dots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & w_n/w_n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} = n \cdot \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (3.2)$$

Ağırlıklar ve tutarlılık için özdeğer vektör çözüm matrisi (Saaty, 2001)

Tutarlılık oranı (CR) hesaplanırken; tutarlılık indeksi (CI), rassal tutarlılık indeksi (RI) ya bölünür.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3.3)$$

λ_{max} dan matris boyutu (n) çıkartılarak, matris boyutunun 1 (bir) eksiğine bölünmesiyle Tutarlılık indeksi (CI) bulunur.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3.4)$$

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j}{w_i} \quad (3.5)$$

Tutarlılık indeksi (CI) formülünde kullanılan lamda da yukardaki formülle bulunur.

Rassal tutarlılık indeksi (RI) Tablo 3.3.'kullanılarak tablodan matris boyutuna göre bulunur.

Tablo 3.3. Rassal tutarsızlık tablosu

Rassal Tutarsızlık Tablosu										
Boyut (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rassal Tutarlılık İndeksi (RI)	0	0	0,58	0,90	1,12	1,25	1,32	1,41	1,45	1,49

Tutarlılık oranı (CR), hesaplama sonunda yüzde on (0,10) altında bir değer çıkarsa kabul edilebilir. Bu oranın üzerinde bir değer çıkarsa karar vericinin değerlendirmesinde bir tutarsızlık olduğu söylenebilir ve değerlendirmesini gözden geçirmesi istenebilir.

3.1.4. AHP işlem adımları

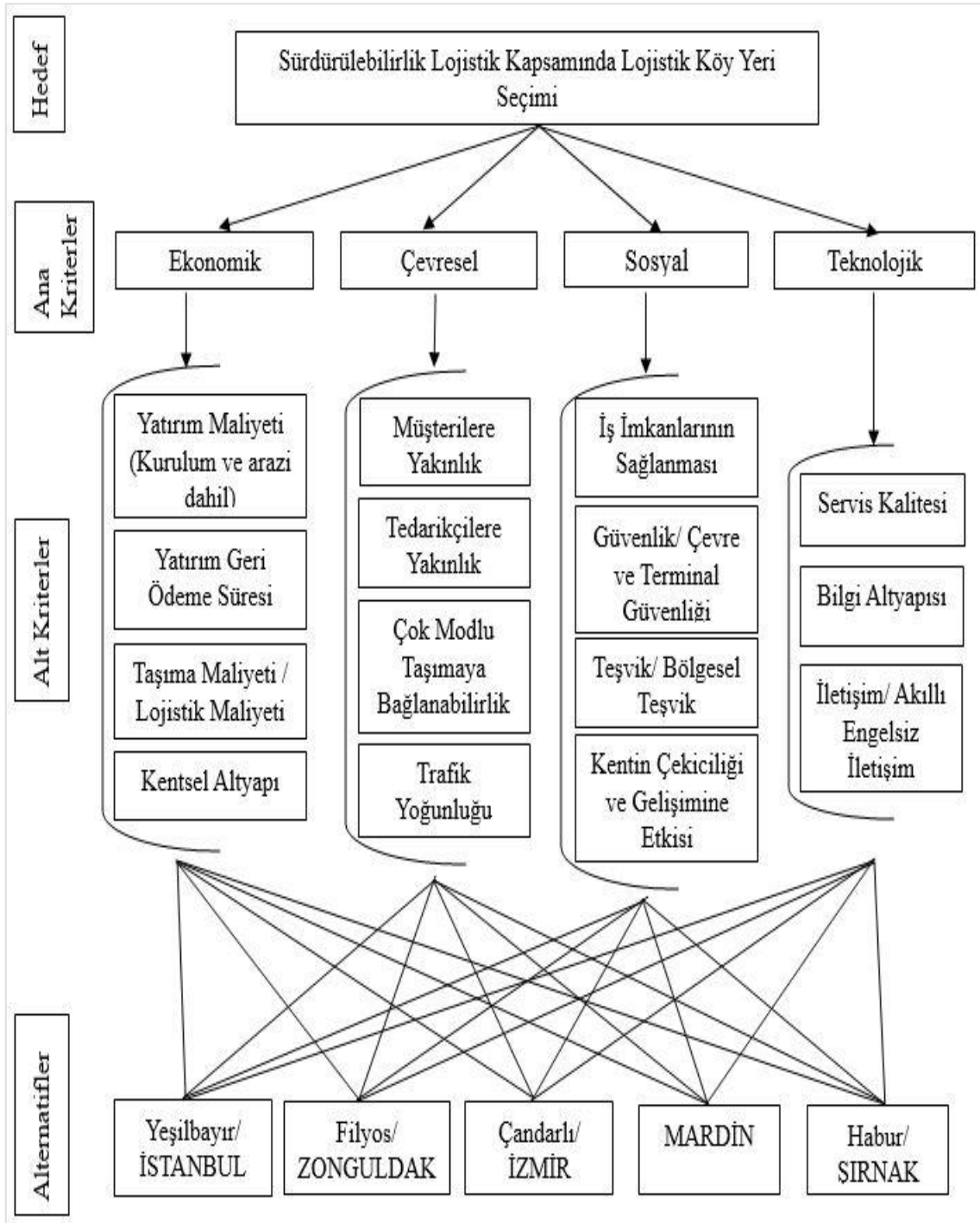
1. adım: İlgilenilen karar verme problemine göre AHP hiyerarşik yapısı belirlenir.
2. adım: Karar vericiler tarafından faktörlerin ikili karşılaştırmalarının yapılmasıyla ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur.
3. adım: Karar matrisinin her bir sütunundaki elemanlar toplanır ardından her bir elaman bulunduğu sütun toplamına bölünerek yeni bir normalize matris oluşturulur.
4. adım: Normalize matrisin her bir satırının aritmetik ortalaması alınarak faktörlerin görelî önem dereceleri vektörü elde edilir.
5. adım: İkili karşılaştırma matrisinin görelî önem dereceleri vektörü ile çarpılmasıyla da Öncelikler matrisi elde edilir.
6. adım: Öncelikler matrisinin her bir satır toplamının, görelî önem dereceleri vektörünün ilgili satırındaki elemanlara bölünmesiyle elde edilen yeni vektörün satırlarının ortalaması alınarak λ_{\max} bulunur.
7. adım: Bulunan λ_{\max} kullanılarak tutarlılık indeksi (CI) bulunur.
8. adım: Rassal tutarsızlık tablosundan faktör sayısına göre ilgili değer belirlenir.
9. adım: Bulunan tutarlılık indeksi (CI) ve rassal tutarlılık indeksi (RI) ilgili eşitlikte yerine konularak tutarlılık oranı (CR) bulunur.
10. adım: Bulunan tutarlılık oranının (CR) kabul edilebilir değer olan 0,1'den küçük bir değer olması beklenir. Bu değerden küçük çıktığı takdirde karar vericinin değerlendirmesi tutarlı olacak ve veriler yapılacak olan çalışmalarda kullanılabilir.

11. adım: Ana kriterlerin göreceli önem derecelerinin kendi alt kriterlerinin göreceli önem dereceleriyle çarpılır ve bütünsel önem derecelerine ilişkin ağırlıklar bulunur.

3.2. AHP Yöntemi Uygulaması

3.2.1. Hiyerarşik yapı

Sürdürülebilir lojistik köy yeri seçimi hedefine ilişkin ana kriterler, alt kriterler ve alternatiflerden oluşan AHP hiyerarşik yapısı Şekil 3.3.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. AHP'nin hiyerarşik yapısı

3.2.1.1. Hedef, kriterler ve alternatifler

Hedef, Türkiye’de yeni kurulacak lojistik köyler için alternatif yerlerin Paris iklim anlaşması ve sürdürülebilir lojistik kapsamında kıyaslanabilmesi, sıralanabilmesi ve seçimine yönelik kriter ağırlıklarının belirlenmesidir.

Ana kriterler, sürdürülebilirliği oluşturan; çevre, sosyal ve ekonomik faktörlerin yanı sıra teknolojik faktöründen meydana gelmektedir. Çevre faktörü, kirliliği ve sera gazı salınımlarının en aza indirgenmesini; sosyal faktör, lojistik faaliyetin toplumun geneline ve yararına olmasını; ekonomik faktör de maliyetin az ve karlılığın fazla olmasını öncelikler. Teknolojik faktörü de teknolojik imkanların kullanılmasıyla süreçlerin verimli hale getirilmesini ifade eder.

Alt kriterler yapılan literatür taraması neticesinde seçilmiştir. Ekonomik ana kriterinin alt kriterleri olarak yatırım maliyeti (Kurulum ve arazi dahil), yatırım geri ödeme süresi, taşıma/lojistik maliyeti ve kentsel altyapı kullanılmıştır. Yatırım maliyeti; Arazi fiyatı, terminalin inşası ve donatılması, etkinleştirilmesi gibi kurulum maliyetlerinin düşük olması potansiyel bir lojistik köy yeri lokasyonunu seçiminde tercih edilmektedir. Yatırım geri ödeme süresi; lojistik köy yerinin seçimi ve geliştirilmesinde yapılan yatırımın geri ödeme süresinin kısa olması tercih edilmektedir. Taşıma/lojistik maliyeti; Lojistik köy kurulacak bölgede taşıma şekline ve organizasyonuna bağlı olarak sistem oluşturma ve bakım da dahil olmak üzere malların müşteriye ulaştırılması sürecinde ortaya çıkacak maliyetlerin düşük olması tercih edilmektedir. Kentsel Altyapı; aday şehirlerin lojistik merkez için gerekli yol, ulaşım konaklama yeri v.s altyapısını ifade etmektedir.

Çevresel ana kriterinin alt kriterleri olarak müşterilere yakınlık, tedarikçilere yakınlık, çok modlu taşımaya bağlanabilirlik, trafik yoğunluğu kullanılmıştır. Müşterilere yakınlık; aday lojistik köy yeri lokasyonunun müşteri lokasyonlarına mesafesinin kısa olması egzoz emisyonu miktarını azaltacağından çevreyi daha az kirletecektir bu yönüyle tercih edilmektedir. Tedarikçilere yakınlık; aday lojistik köy yeri lokasyonunun tedarikçi lokasyonlarına mesafesinin kısa olması faaliyetlerden kaynaklanan egzoz emisyonlarını azaltacağından çevreyi daha az kirletecektir bu yönüyle tercih edilmektedir. Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik; lojistik köy yeri seçilecek bölgenin karayolu, demiryolu, deniz yolu, hava yolu gibi çeşitli taşımacılık modlarının bulunması ve bunlara ulaşım mesafesinin kısa olması ve altyapısının iyi olması egzoz emisyonunu azaltarak çevre kirliliğini azaltıcı etkisi yönüyle tercih edilmektedir. Trafik yoğunluğu; Lojistik köy yeri

lokasyonunda trafik yoğunluğunun az olması, alternatif bağlantıların fazla olması; bekleme süresini azaltması ve daha az egzoz emisyonuna sebep olması nedeniyle çevre kirliliğini azaltması yönüyle tercih edilmektedir.

Sosyal ana kriterinin alt kriterleri olarak iş imkanlarının sağlanması, güvenlik/çevre ve terminal güvenliği, teşvik/bölgesel teşvik, kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi kullanılmıştır. İş imkanlarının sağlanması; lojistik köy kurulduğu bölgede istihdamı artırıcı özelliği olduğundan çalışanlar tarafından kolay ulaşılabilir olması ve bölgede iş fırsatlarını artırıcı özelliği nedeniyle sosyal yönden tercih edilmektedir. Güvenlik/çevre ve terminal güvenliği; hem lojistik köyün hem de bulunduğu bölgedeki trafik kazaları, endüstriyel kazalar suç ve suça karışan insan oranının az olduğu güvenli bir lokasyon sosyal yönden tercih edilmektedir. Teşvikler/bölgesel teşvikler; lojistik köyün yeri seçilirken seçilecek lokasyonun Türkiye’de devlet teşvikleri belirlenirken öncelik sırasına göre kategorize edilen 6 bölge içerisinde en çok teşvik verilen bölgede olması sosyal açıdan tercih edilmektedir. Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi; kurulacak olan lojistik köyün şehrin mevcut gelişim ve çekiciliğine yapacağı katkı yönüyle sosyal açıdan tercih edilmektedir.

Teknolojik ana kriterinin alt kriterleri olarak servis kalitesi, bilgi altyapısı, iletişim/akıllı engelsiz iletişim kullanılmıştır. Servis kalitesi; kullanılan teknoloji ile lojistik köyün gerçekleştirdiği teslimat hizmeti ve müşteri memnuniyetinde yüksek oranların sağlanması teknolojik açıdan tercih edilmektedir. Bilgi altyapısı; lojistik köy yeri bölgesinde internet hızı, bilgi teknolojilerinin geliştirilmesi ve yeni nesil ağlara uyum sağlanması gibi imkanlarının olması teknolojik açıdan tercih edilmektedir. İletişim/akıllı engelsiz iletişim; iletişimin lojistik köyün operasyon yeteneği ve faaliyetleri üzerinde önemli etkisi olduğundan teknolojik yönünden iyi olması tercih edilmektedir.

Alternatifler, TCDD’nin etüt ve planlama yaptığı aday lojistik köy yerleridir.

3.2.2. İkili karşılaştırmalar ve ağırlıklar

Ana ve alt kriterlerin ikili karşılaştırması lojistik alanında çalışan 6 adet uzman tarafından yapılmıştır. Uzman1 ve Uzman 2 uluslararası çok modlu taşımacılık yapan İstanbul merkezli büyük bir lojistik şirketinde, Uzman 3 ve Uzman 4 yurt içi ve Avrupa’ya taşımacılık yapan İstanbul ve Antalya merkezli lojistik şirketlerinde çalışmaktadır. Uzman 5 ve Uzman 6 da lojistik alanında çalışan akademisyenlerdir.

3.2.2.1. Uzman ortak karar (Geometrik ortalama)

AHP'nin karşılaştırma kuralına göre kriterlerden biri x iken diğeri $1/x$ olması gerektiğinden uzman ortak karar için aritmetik ortalama kullanılması bu gerekliliği sağlamamaktadır. Bu nedenle uzman ortak karar bulunurken geometrik ortalama kullanılmıştır. Her bir uzmanın kriterler için yapmış olduğu değerlendirme tezin ekler kısmında verilmiştir. Uzmanların ana kriterler için yapmış oldukları değerlendirmelerin geometrik ortalaması Tablo 3.4.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.4. Ana kriterler için uzman ortak karar

ANA KRİTERLER				
Kriter	Ekonomik	Çevresel	Sosyal	Teknolojik
Ekonomik	1,0000	3,6515	2,6087	3,9036
Çevresel	0,2739	1,0000	0,6325	4,0000
Sosyal	0,3833	1,5811	1,0000	1,8371
Teknolojik	0,2562	0,2500	0,5443	1,0000

Uzmanların ekonomik ana kriterinin alt kriterleri için yapmış oldukları değerlendirmelerin geometrik ortalaması Tablo 3.5.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.5. Ekonomik alt kriterleri için uzman ortak karar

ALT KRİTERLER (EKONOMİK)				
Kriter	Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	Yatırım geri ödeme süresi	Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	Kentsel altyapı
Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	1,0000	8,4853	0,7746	0,1443
Yatırım geri ödeme süresi	0,1179	1,0000	0,3423	0,0385
Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	1,2910	2,9212	1,0000	0,1633
Kentsel altyapı	6,9282	25,9808	6,1237	1,0000

Uzmanların çevresel ana kriterinin alt kriteri için yaptıkları değerlendirmelerin geometrik ortalaması tablo 3.6.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.6. Çevresel alt kriterleri için ortak karar

ALT KRİTERLER (ÇEVRESEL)				
Kriterler	Müşterilere yakınlık	Tedarikçilere yakınlık	Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	Trafik yoğunluğu
Müşterilere yakınlık	1,0000	1,3693	0,0962	0,0675
Tedarikçilere yakınlık	0,7303	1,0000	0,1155	0,0891
Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	10,3923	8,6603	1,0000	0,2500
Trafik yoğunluğu	14,8131	11,2250	4,0000	1,0000

Uzmanların sosyal ana kriterinin alt kriterleri için yaptıkları değerlendirmelerin geometrik ortalaması Tablo 3.7.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.7. Sosyal alt kriterleri için ortak karar

ALT KRİTERLER (SOSYAL)				
Kriterler	İş imkanlarının sağlanması	Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	Teşvik/bölgesel teşvik	Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi
İş imkanlarının sağlanması	1,0000	3,4641	9,6609	10,2470
Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	0,2887	1,0000	5,2915	8,6410
Teşvik/bölgesel teşvik	0,1035	0,1890	1,0000	1,3416
Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi	0,0976	0,1157	0,7454	1,0000

Uzmanların teknolojik ana kriterinin alt kriterleri için yaptıkları değerlendirmelerin geometrik ortalaması Tablo 3.8.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.8. Teknolojik alt kriterleri için ortak karar

ALT KRİTERLER (TEKNOLOJİK)			
Kriterler	Servis kalitesi	Bilgi altyapısı	İletişim/ akıllı engelsiz iletişim
Servis kalitesi	1,0000	1,7321	6,9282
Bilgi altyapısı	0,5774	1,0000	5,6569
İletişim/ akıllı engelsiz iletişim	0,1443	0,1768	1,0000

3.2.2.2. Normalize matris (Uzman ortak karar)

Ana kriterlere ait normalize matris Tablo 3.9.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.9. Ana kriterler için normalize matris

ANA KRİTERLER				
Kriter	Ekonomik	Çevresel	Sosyal	Teknolojik
Ekonomik	0,5226	0,5633	0,5451	0,3634
Çevresel	0,1431	0,1543	0,1322	0,3724
Sosyal	0,2003	0,2439	0,2090	0,1710
Teknolojik	0,1339	0,0386	0,1137	0,0931

Ekonomik ana kriterinin alt kriterlerine ait normalize matris Tablo 3.10.'da gösterilmiştir.

Tablo 3.10. Ekonomik alt kriterleri için normalize matris

ALT KRİTERLER (EKONOMİK)				
Kriter	Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	Yatırım geri ödeme süresi	Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	Kentsel altyapı
Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	0,1071	0,2210	0,0940	0,1072
Yatırım geri ödeme süresi	0,0126	0,0261	0,0415	0,0286
Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	0,1383	0,0761	0,1213	0,1213
Kentsel altyapı	0,7420	0,6768	0,7431	0,7429

Çevresel ana kriterinin alt kriterine ait normalize matris Tablo 3.11.'da gösterilmiştir.

Tablo 3.11. Çevresel alt kriterleri için normalize matris

ALT KRİTERLER (ÇEVRESEL)				
Kriterler	Müşterilere yakınlık	Tedarikçilere yakınlık	Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	Trafik yoğunluğu
Müşterilere yakınlık	0,0371	0,0615	0,0185	0,0480
Tedarikçilere yakınlık	0,0271	0,0449	0,0222	0,0633
Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	0,3858	0,3891	0,1919	0,1777
Trafik yoğunluğu	0,5499	0,5044	0,7675	0,7109

Sosyal ana kriterinin alt kriterlerine ait normalize matris Tablo 3.12.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.12. Sosyal alt kriterleri için normalize matris

ALT KRİTERLER (SOSYAL)				
Kriterler	İş imkanlarının sağlanması	Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	Teşvik/bölgesel teşvik	Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi
İş imkanlarının sağlanması	0,6712	0,7264	0,5786	0,4827
Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	0,1938	0,2097	0,3169	0,4070
Teşvik/bölgesel teşvik	0,0695	0,0396	0,0599	0,0632
Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi	0,0655	0,0243	0,0446	0,0471

Teknolojik ana kriterinin alt kriterlerine ait normalize matris Tablo 3.13.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.13. Teknolojik alt kriterleri için normalize matris

ALT KRİTERLER (TEKNOLOJİK)			
Kriterler	Servis kalitesi	Bilgi altyapısı	İletişim/ akıllı engelsiz iletişim
Servis kalitesi	0,5808	0,5954	0,5100
Bilgi altyapısı	0,3353	0,3438	0,4164
İletişim/ akıllı engelsiz iletişim	0,0838	0,0608	0,0736

3.2.2.3. Ana kriter, alt kriter ağırlıkları ve bütünsel ağırlıklar

Ana kriterlere ait normalize matris satır ortalamaları (Kriter ağırlıkları) Tablo 3.14.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.14. Ana kriterlerin ağırlıkları

ANA KRİTERLER	KRİTER AĞIRLIĞI
Ekonomik	0,4986
Çevresel	0,2005
Sosyal	0,2061
Teknolojik	0,0948

Ekonomik ana kriterinin alt kriterlerine ait normalize matris satır ortalamaları (Kriter ağırlıkları) Tablo 3.15.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.15. Ekonomik ana kriterinin alt kriterlerinin ağırlıkları

ALT KRİTERLER (EKONOMİK)	KRİTER AĞIRLIĞI
Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	0,1323
Yatırım geri ödeme süresi	0,0272
Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	0,1143
Kentsel altyapı	0,7262

Çevresel ana kriterinin alt kriterlerine ait normalize matris satır ortalamaları (Kriter ağırlıkları) Tablo 3.16.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.16. Çevresel ana kriterinin alt kriterlerinin ağırlıkları

ALT KRİTERLER (ÇEVRESEL)	KRİTER AĞIRLIĞI
Müşterilere yakınlık	0,0413
Tedarikçilere yakınlık	0,0394
Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	0,2861
Trafik yoğunluğu	0,6332

Sosyal ana kriterinin alt kriterlerine ait normalize matris satır ortalamaları (Kriter ağırlıkları) Tablo 3.17.'da gösterilmiştir.

Tablo 3.17. Sosyal ana kriterinin alt kriterlerinin ağırlıkları

ALT KRİTERLER (SOSYAL)	KRİTER AĞIRLIĞI
İş imkanlarının sağlanması	0,6147
Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	0,2818
Teşvik/bölgesel teşvik	0,0580
Kentin Çekiciliği ve Gelişimine Etkisi	0,0454

Teknolojik ana kriterinin alt kriterlerine ait normalize matris satır ortalamaları (Kriter ağırlıkları) Tablo 3.18.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.18. Teknolojik ana kriterinin alt kriterlerinin ağırlıkları

ALT KRİTERLER (TEKNOLOJİK)	KRİTER AĞIRLIĞI
Servis kalitesi	0,5621
Bilgi altyapısı	0,3652
İletişim/ akıllı engelsiz iletişim	0,0727

Ana kriter ağırlıklarının kendi alt kriterleriyle çarpılmasıyla elde edilen bütünleşik kriter ağırlıkları Tablo 3.19.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.19. Ana kriter alt kriter bütünsel önem ağırlıkları

Ekonomik	Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	0,0660
	Yatırım geri ödeme süresi	0,0136
	Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	0,0570
	Kentsel altyapı	0,3621
Çevresel	Müşterilere yakınlık	0,0083
	Tedarikçilere yakınlık	0,0079
	Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	0,0574
	Trafik yoğunluğu	0,1269
Sosyal	İş imkanlarının sağlanması	0,1267
	Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	0,0581
	Teşvik/ bölgesel teşvik	0,0120
	Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi	0,0094
Teknolojik	Servis kalitesi	0,0533
	Bilgi altyapısı	0,0346
	İletişim/ akıllı engelsiz iletişim	0,0069

3.2.3. Tutarlılık kontrolü

3.2.3.1. Ana kriterler

Ana kriterlere ait normalize matris ve bu matrise ait satır ortalamaları Tablo 3.20.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.20. Ana kriterler normalize matris ve satır ortalamaları (w)

ANA KRİTERLER					Satır ortalaması (w)
Kriter	Ekonomik	Çevresel	Sosyal	Teknolojik	
Ekonomik	0,5226	0,5633	0,5451	0,3634	0,4986
Çevresel	0,1431	0,1543	0,1322	0,3724	0,2005
Sosyal	0,2003	0,2439	0,2090	0,1710	0,2061
Teknolojik	0,1339	0,0386	0,1137	0,0931	0,0948

$$A(\text{Uzman Ortak Karar}) = \begin{bmatrix} 1 & 3,6515 & 2,6087 & 3,9036 \\ 0,2739 & 1 & 0,6325 & 4,0000 \\ 0,3833 & 1,5811 & 1 & 1,8371 \\ 0,2562 & 0,2500 & 0,5443 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

$$w(\text{Normalize Matris satır ort.}) = \begin{bmatrix} 0,4986 \\ 0,2005 \\ 0,2061 \\ 0,0948 \end{bmatrix} \quad (3.7)$$

$$A.w = \begin{bmatrix} 0,4986 & 0,7321 & 0,5376 & 0,3702 \\ 0,1366 & 0,2005 & 0,1303 & 0,3793 \\ 0,1911 & 0,3170 & 0,2061 & 0,1742 \\ 0,1277 & 0,0501 & 0,1122 & 0,0948 \end{bmatrix} \quad (3.8)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j (\text{A.w satır toplamı}) = \begin{bmatrix} 2,1384 \\ 0,8467 \\ 0,8884 \\ 0,3848 \end{bmatrix} \quad (3.9)$$

$$\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j (\text{A.w satır toplamı})}{w_i (\text{N.matris satır ort.})} = \begin{bmatrix} 4,2887 \\ 4,2230 \\ 4,3113 \\ 4,0585 \end{bmatrix} \quad (3.10)$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i} = 16,8815 \quad (3.11)$$

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i} = \frac{1}{4} \cdot 16,8815 = 4,2204 \quad (3.12)$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{4,2204 - 4}{4 - 1} = 0,0735 \quad (3.13)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,0735}{0,9} = 0,0816 \quad (3.14)$$

0,0816 < 0,10 olduğundan Tutarlılık oranı (CR) kabul edilebilir düzeydedir.

3.2.3.2. Alt kriterler (Ekonomik)

Ekonomik ana kriterinin alt kriterlerine ait normalize matris ve bu matrisin satır ortalamaları Tablo 3.21.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.21. Ekonomik alt kriterleri normalize matris ve satır ortalamaları (w)

ALT KRİTERLER (EKONOMİK)					
Kriter	Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	Yatırım geri ödeme süresi	Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	Kentsel altyapı	Satır ortalaması (w)
Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	0,1071	0,2210	0,0940	0,1072	0,1323
Yatırım geri ödeme süresi	0,0126	0,0261	0,0415	0,0286	0,0272
Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	0,1383	0,0761	0,1213	0,1213	0,1143
Kentsel altyapı	0,7420	0,6768	0,7431	0,7429	0,7262

$$A \text{ (Uzman ortak karar)} = \begin{bmatrix} 1 & 8,4853 & 0,7746 & 0,1443 \\ 0,1179 & 1 & 0,3423 & 0,0385 \\ 1,2910 & 2,9212 & 1 & 0,1633 \\ 6,9282 & 25,9808 & 6,1237 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.15)$$

$$w \text{ (Normalize matris satır ortalaması)} = \begin{bmatrix} 0,1323 \\ 0,0272 \\ 0,1143 \\ 0,7262 \end{bmatrix} \quad (3.16)$$

$$A \cdot w = \begin{bmatrix} 0,1323 & 0,2308 & 0,0885 & 0,1048 \\ 0,0156 & 0,0272 & 0,0391 & 0,0280 \\ 0,1709 & 0,0795 & 0,1143 & 0,1186 \\ 0,9169 & 0,7067 & 0,6997 & 0,7262 \end{bmatrix} \quad (3.17)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \text{ (A.w satır toplamı)} = \begin{bmatrix} 0,5565 \\ 0,1099 \\ 0,4832 \\ 3,0495 \end{bmatrix} \quad (3.18)$$

$$\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \text{ (A.w satır toplamı)}}{w_i \text{ (N.matris satır ort.)}} = \begin{bmatrix} 4,2048 \\ 4,0388 \\ 4,2287 \\ 4,1992 \end{bmatrix} \quad (3.19)$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j}{w_i} = 16,6716 \quad (3.20)$$

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j}{w_i} = \frac{1}{4} \cdot 16,6716 = 4,1679 \quad (3.21)$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{4,1679 - 4}{4 - 1} = 0,0560 \quad (3.22)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,0560}{0,9} = 0,0622 \quad (3.23)$$

0,0622<0,10 olduğundan Tutarlılık oranı (CR) kabul edilebilir düzeydedir.

3.2.3.3. Alt kriterler (Çevresel)

Çevresel ana kriterinin alt kriterlerine ait normalize matris ve bu matrisin satır ortalamaları Tablo 3.22.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.22. Çevresel alt kriterleri normalize matris ve satır ortalamaları (w)

ALT KRİTERLER (ÇEVRESEL)					
Kriter	Müşterilere yakınlık	Tedarikçilere yakınlık	Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	Trafik yoğunluğu	Satır ortalaması (w)
Müşterilere yakınlık	0,0371	0,0615	0,0185	0,0480	0,0413
Tedarikçilere yakınlık	0,0271	0,0449	0,0222	0,0633	0,0394
Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	0,3858	0,3891	0,1919	0,1777	0,2861
Trafik yoğunluğu	0,5499	0,5044	0,7675	0,7109	0,6332

$$A \text{ (Uzman ortak karar)} = \begin{bmatrix} 1 & 1,3693 & 0,0962 & 0,0675 \\ 0,7303 & 1 & 0,1155 & 0,0891 \\ 10,3923 & 8,6603 & 1 & 0,2500 \\ 14,8131 & 11,2250 & 4,0000 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.24)$$

$$w \text{ (Normalize matris satır ortalaması)} = \begin{bmatrix} 0,0413 \\ 0,0394 \\ 0,2861 \\ 0,6332 \end{bmatrix} \quad (3.25)$$

$$A.w = \begin{bmatrix} 0,0413 & 0,0539 & 0,0275 & 0,0427 \\ 0,0301 & 0,0394 & 0,0330 & 0,0564 \\ 0,4290 & 0,3411 & 0,2861 & 0,1583 \\ 0,6115 & 0,4421 & 1,1446 & 0,6332 \end{bmatrix} \quad (3.26)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j \text{ (A.w satır toplamı)} = \begin{bmatrix} 0,1655 \\ 0,1590 \\ 1,2145 \\ 2,8313 \end{bmatrix} \quad (3.27)$$

$$\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j \text{ (A.w satır toplamı)}}{w_i \text{ (N. matris satır ort.)}} = \begin{bmatrix} 4,0091 \\ 4,0366 \\ 4,2444 \\ 4,4715 \end{bmatrix} \quad (3.28)$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j}{w_i} = 16,7615 \quad (3.29)$$

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j}{w_i} = \frac{1}{4} \cdot 16,7615 = 4,1903 \quad (3.30)$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{4,1903 - 4}{4 - 1} = 0,0635 \quad (3.31)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,0635}{0,9} = 0,0705 \quad (3.32)$$

0,0705 < 0,10 olduğundan Tutarlılık oranı (CR) kabul edilebilir düzeydedir.

3.2.3.4. Alt kriterler (Sosyal)

Sosyal ana kriterinin alt kriterlerine ait normalize matris ve bu matrisin satır ortalamaları Tablo 3.23.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.23. Sosyal alt kriterleri normalize matris ve satır ortalamaları (w)

ALT KRİTERLER (SOSYAL)					
Kriter	İş imkanlarının sağlanması	Güvenlik/çevre ve terminal güvenliği	Teşvik/bölgesel teşvik	Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi	Satır ortalaması (w)
İş imkanlarının sağlanması	0,6712	0,7264	0,5786	0,4827	0,6147
Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	0,1938	0,2097	0,3169	0,4070	0,2818
Teşvik/bölgesel teşvik	0,0695	0,0396	0,0599	0,0632	0,0580
Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi	0,0655	0,0243	0,0446	0,0471	0,0454

$$A \text{ (Uzman ortak karar)} = \begin{bmatrix} 1 & 3,4641 & 9,6609 & 10,2470 \\ 0,2887 & 1 & 5,2915 & 8,6410 \\ 0,1035 & 0,1890 & 1 & 1,3416 \\ 0,0976 & 0,1157 & 0,7454 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.33)$$

$$w \text{ (Normalize matris satır ortalaması)} = \begin{bmatrix} 0,6147 \\ 0,2818 \\ 0,0580 \\ 0,0454 \end{bmatrix} \quad (3.34)$$

$$A \cdot w = \begin{bmatrix} 0,6147 & 0,9763 & 0,5608 & 0,4650 \\ 0,1775 & 0,2818 & 0,3072 & 0,3921 \\ 0,0636 & 0,0533 & 0,0580 & 0,0609 \\ 0,0600 & 0,0326 & 0,0433 & 0,0454 \end{bmatrix} \quad (3.35)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j (A.w \text{ satır toplamı}) = \begin{bmatrix} 2,6169 \\ 1,1586 \\ 0,2358 \\ 0,1813 \end{bmatrix} \quad (3.36)$$

$$\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j (A.w \text{ satır toplamı})}{w_i (N. \text{ matris satır ort.})} = \begin{bmatrix} 4,2570 \\ 4,1107 \\ 4,0626 \\ 3,9942 \end{bmatrix} \quad (3.37)$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i} = 16,4245 \quad (3.38)$$

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i} = \frac{1}{4} \cdot 16,4245 = 4,1061 \quad (3.39)$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{4,1061 - 4}{4 - 1} = 0,0354 \quad (3.40)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,0354}{0,9} = 0,0393 \quad (3.41)$$

0,0393 < 0,10 olduğundan Tutarlılık oranı (CR) kabul edilebilir düzeydedir.

3.2.3.5. Alt kriterler (Teknolojik)

Teknolojik ana kriterinin alt kriterlerine ait normalize matris ve bu matrisin satır ortalamaları Tablo 3.24.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.24. Teknolojik alt kriterleri normalize matris ve satır ortalamaları (w)

ALT KRİTERLER (TEKNOLOJİK)				
Kriter	Servis kalitesi	Bilgi altyapısı	İletişim/ akıllı engelsiz iletişim	Satır ortalaması (w)
Servis kalitesi	0,5808	0,5954	0,5100	0,5621
Bilgi altyapısı	0,3353	0,3438	0,4164	0,3652
İletişim/ akıllı engelsiz iletişim	0,0838	0,0608	0,0736	0,0727

$$A (Uzman ortak karar) = \begin{bmatrix} 1 & 1,7321 & 6,9282 \\ 0,5774 & 1 & 5,6569 \\ 0,1443 & 0,1768 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.42)$$

$$w \text{ (Normalize matris satır ortalaması)} = \begin{bmatrix} 0,5621 \\ 0,3652 \\ 0,0727 \end{bmatrix} \quad (3.43)$$

$$A.w = \begin{bmatrix} 0,5621 & 0,6325 & 0,5040 \\ 0,3245 & 0,3652 & 0,4115 \\ 0,0811 & 0,0646 & 0,0727 \end{bmatrix} \quad (3.44)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j \text{ (A.w satır toplamı)} = \begin{bmatrix} 1,6985 \\ 1,1012 \\ 0,2184 \end{bmatrix} \quad (3.45)$$

$$\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j \text{ (A.w satır toplamı)}}{w_i \text{ (N. matris satır ort.)}} = \begin{bmatrix} 3,0218 \\ 3,0155 \\ 3,0028 \end{bmatrix} \quad (3.46)$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i} = 9,0401 \quad (3.47)$$

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i} = \frac{1}{3} \cdot 9,0401 = 3,0134 \quad (3.48)$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{3,0134 - 3}{3 - 1} = 0,0067 \quad (3.49)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,0067}{0,58} = 0,0115 \quad (3.50)$$

0,0115 < 0,10 olduğundan Tutarlılık oranı (CR) kabul edilebilir düzeydedir.

3.3. TOPSİS Yöntemi

İdeal Çözüm Benzerlik Yoluyla Tercih Sıralama Tekniği, Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) 1981 yılında Hwang, C.-L. & Yoon, K. tarafından geliştirilen birçok kriterli karar verme yöntemidir. Bu yöntemde seçilen alternatifin mesafesi yönüyle ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme en uzak olması beklenir.

3.3.1. Karar matrisinin oluşturulması

Karar matrisinin her bir satırında üstünlük sıralaması yapılmak istenen alternatifler, sütunlarında da değerlendirme kriterleri yer alır. Kriter sayısı n olan ve alternatif sayısı m olan matris şu şekilde gösterilir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{m.n} \end{bmatrix} \quad (3.51)$$

3.3.2. Normalize karar matrisi

Karar matristeki her bir eleman, kendi sütundaki elemanların kareleri toplamının kareköküne bölünerek normalize karar matrisi elde edilir.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad (i = 1,2,3, \dots, m; j = 1,2,3, \dots, n) \quad (3.52)$$

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.53)$$

3.3.3. Ağırlıklı normalize karar matrisi

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.54)$$

Normalize matris, değerlendirme kriterlerinin önem derecelerini gösteren ağırlıklar ile çarpılarak ağırlıklı normalize karar matrisi elde edilir.

Burada ağırlıkların toplamı 1'e eşit olmalıdır.

$$(j = w_1, w_2, \dots, w_n), \quad \sum_{j=1}^n = 1 \quad (3.55)$$

3.3.4. Pozitif ve negatif ideal çözüm değerleri

Her kriter için alternatiflerin aldığı en iyi değerler Pozitif ideal çözüm değerlerini (A^+) oluşturur. Eğer kriter bir fayda kriteri ise maksimum olan değer en iyi değerdir. Eğer kriter bir maliyet, uzaklık vs. gibi fazla olması istenmeyen bir kriterse minimum değer en iyi değerdir.

$$A^+ = (v_1^+, v_2^+, v_3^+, \dots, v_n^+) \quad (3.56)$$

Her kriter için alternatiflerin aldığı en kötü değerler negatif ideal çözüm değerlerini (A^-) oluşturur. Eğer kriter bir fayda kriteri ise minimum değer en kötü değerdir. Eğer kriter maliyet, uzaklık vs. gibi fazla olması istenmeyen bir kriterse maksimum değer en kötü değerdir.

$$A^- = (v_1^-, v_2^-, v_3^-, \dots, v_n^-) \quad (3.57)$$

3.3.5. Alternatiflerin pozitif ve negatif ideal noktalara uzaklığı

Öklid uzaklıkları hesaplanarak alternatiflerin ideal çözüme uzaklığı (S_1^+) tespit edilir.

$$S_1^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (3.58)$$

Benzer olarak alternatiflerin negatif ideal çözüme uzaklığı (S_1^-) tespit edilir.

$$S_1^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (3.59)$$

3.3.6. İdeal çözüme göreli yakınlık ve sıralama

Karar noktalarının ideal çözüme olan göreli yakınlığı (C_i^*) pozitif ve negatif ideal noktalara uzaklıktan faydalanılarak bulunur.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (3.60)$$

Formülde $0 \leq C_i^* \leq 1$ arasında değer alır. $C_i^*=0$ olması alternatifin negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını, $C_i^*=1$ olması alternatifin ideal çözüme mutlak yakınlığını ifade eder.

C_i^* ideal çözüme yakınlık değerleri en büyükten en küçüğe doğru sıralanarak tercih edilen alternatifler elde edilir.

3.3.7. TOPSİS yöntemi işlem adımları

1. adım: Her bir alternatifin, kriterlere göre değerlendirilmesinden oluşan karar matrisi oluşturulur

2. adım: Karar matrisindeki her bir elemanın, bulunduğu sütundaki elemanların kareleri toplamının kareköküne bölünerek normalize karar matrisi elde edilir.

3. adım: Kriterlerin önem ağırlıkları ile normalize matris çarpılarak ağırlıklı normalize karar matrisi elde edilir.

4. adım: Pozitif ve negatif ideal çözüm değerleri belirlenir

5. adım: Alternatiflerin pozitif ve negatif ideal çözüm değerlerine uzaklığı bulunur.

6. adım: Alternatiflerin ideal çözüme yakınlığına göre sıralaması yapılır.

3.4. TOPSİS Uygulaması

3.4.1. Karar matrisi oluşturma

Uzmanlar, kriterlere göre alternatifleri 1 ve 5 arasında puanlarla değerlendirdi.

3.4.2. Uzman ortak karar (Aritmetik ortalama)

Alternatif şehirler, her bir uzman tarafından kriterlere göre değerlendirilmiştir. Her bir uzmanın yapmış olduğu değerlendirme tezin ekler kısmında verilmiştir. Bu değerlendirmelerin aritmetik ortalaması (Uzman ortak karar) Tablo 3.25.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.25. Uzman ortak karar

		ALTERNATİF ŞEHİRLER					
		Yeşilbayır/ İSTANBUL	Filyos/ ZONGULDAK	Çandarlı/ İZMİR	Mardin	Habur ŞIRNAK	
KRİTERLER	Ekonomik	Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	3,5000	3,1667	3,6667	2,8333	2,8333
		Yatırım geri ödeme süresi	2,6667	3,3333	3,3333	3,3333	3,0000
		Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	2,0000	3,3333	3,3333	3,5000	4,1667
		Kentsel altyapı	4,8333	2,8333	4,1667	2,8333	2,1667
	Çevresel	Müşterilere yakınlık	4,1667	2,8333	3,1667	2,3333	1,8333
		Tedarikçilere yakınlık	3,8333	2,5000	4,0000	2,3333	2,0000
		Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	4,6667	2,8333	3,6667	2,3333	2,0000
		Trafik yoğunluğu	3,3333	3,3333	4,1667	3,0000	2,6667
	Sosyal	İş imkanlarının sağlanması	3,3333	3,0000	3,8333	3,1667	3,0000
		Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	3,6667	3,5000	4,0000	2,5000	2,0000
		Teşvik/ bölgesel teşvik	2,6667	2,5000	2,8333	2,8333	3,0000
		Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi	2,8333	2,3333	3,3333	2,8333	2,8333
	Teknolojik	Servis kalitesi	4,5000	3,8333	4,1667	2,8333	2,5000
		Bilgi altyapısı	4,6667	3,6667	4,5000	2,5000	2,3333
		İletişim/ akıllı engelsiz iletişim	4,6667	3,8333	4,6667	2,6667	2,1667

3.4.3. Normalize karar matrisi

Uzman ortak kararın (Uzman kararları aritmetik ortalaması) normalize edilmiş şekli Tablo 3.26.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.26. Normalize karar matrisi

		ALTERNATİF ŞEHİRLER					
		Yeşilbayır/ İSTANBUL	Filyos/ ZONGULDAK	Çandarlı/ İZMİR	Mardin	Habur ŞIRNAK	
KRİTERLER	Ekonomik	Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	0,4864	0,4401	0,5096	0,3938	0,3938
		Yatırım geri ödeme süresi	0,3792	0,4740	0,4740	0,4740	0,4266
		Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	0,2677	0,4461	0,4461	0,4684	0,5576
		Kentsel altyapı	0,6165	0,3614	0,5314	0,3614	0,2763
	Çevresel	Müşterilere yakınlık	0,6266	0,4261	0,4762	0,3509	0,2757
		Tedarikçilere yakınlık	0,5628	0,3671	0,5873	0,3426	0,2936
		Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	0,6429	0,3903	0,5051	0,3214	0,2755
		Trafik yoğunluğu	0,4467	0,4467	0,5583	0,4020	0,3573
	Sosyal	İş imkanlarının sağlanması	0,4543	0,4089	0,5225	0,4316	0,4089
		Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	0,5087	0,4856	0,5550	0,3469	0,2775
		Teşvik/ bölgesel teşvik	0,4302	0,4033	0,4571	0,4571	0,4840
		Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi	0,4445	0,3660	0,5229	0,4445	0,4445
	Teknolojik	Servis kalitesi	0,5515	0,4698	0,5106	0,3472	0,3064
Bilgi altyapısı		0,5694	0,4474	0,5491	0,3050	0,2847	
İletişim/ akıllı engelsiz iletişim		0,5576	0,4580	0,5576	0,3186	0,2589	

3.4.4. Ağırlıklı normalize karar matrisi

Normalize karar matrisinin AHP yöntemiyle hesaplanan kriter ağırlıkları ile çarpılmasıyla elde edilen ağırlıklı normalize karar matrisi Tablo 3.27.'da gösterilmiştir.

Tablo 3.27. Ağırlıklı normalize karar matrisi

			ALTERNATİF ŞEHİRLER					
			Kriter ağırlıkları	Yeşilbayır/ İSTANBUL	Filyos/ ZONGULDAK	Çandarlı/ İZMİR	Mardin	Habur ŞIRNAK
KRİTERLER	Ekonomik	Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	0,0660	0,0321	0,0290	0,0336	0,0260	0,0260
		Yatırım geri ödeme süresi	0,0136	0,0051	0,0064	0,0064	0,0064	0,0058
		Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	0,0570	0,0152	0,0254	0,0254	0,0267	0,0318
		Kentsel altyapı	0,3621	0,2232	0,1309	0,1924	0,1309	0,1001
	Çevresel	Müşterilere yakınlık	0,0083	0,0052	0,0035	0,0039	0,0029	0,0023
		Tedarikçilere yakınlık	0,0079	0,0044	0,0029	0,0046	0,0027	0,0023
		Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	0,0574	0,0369	0,0224	0,0290	0,0184	0,0158
		Trafik yoğunluğu	0,1269	0,0567	0,0567	0,0709	0,0510	0,0454
	Sosyal	İş imkanlarının sağlanması	0,1267	0,0575	0,0518	0,0662	0,0547	0,0518
		Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	0,0581	0,0295	0,0282	0,0322	0,0201	0,0161
		Teşvik/ bölgesel teşvik	0,0120	0,0051	0,0048	0,0055	0,0055	0,0058
		Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi	0,0094	0,0042	0,0034	0,0049	0,0042	0,0042
	Teknolojik	Servis kalitesi	0,0533	0,0294	0,0250	0,0272	0,0185	0,0163
		Bilgi altyapısı	0,0346	0,0197	0,0155	0,0190	0,0106	0,0099
		İletişim/ akıllı engelsiz iletişim	0,0069	0,0038	0,0032	0,0038	0,0022	0,0018

3.4.5. Pozitif ve negatif ideal çözüm değerleri

Kriterlerin yönleri (Maksimum/minimum) ve bu yönler dikkate alınarak ağırlıklı normalize karar matrisinin her bir kriter için ideal çözüm değerleri (A^+) ve negatif ideal çözüm değerleri (A^-) Tablo 3.28.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.28. Kriterlerin yönleri ve ideal ve negatif ideal değerler

			Kriterlerin yönü (max/min)	İdeal çözüm değerleri (A^+)	Negatif ideal çözüm değerleri (A^-)
KRİTERLER	Ekonomik	Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	Minimum	0,0260	0,0336
		Yatırım geri ödeme süresi	Minimum	0,0051	0,0064
		Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	Minimum	0,0152	0,0318
		Kentsel altyapı	Maksimum	0,2232	0,1001
	Çevresel	Müşterilere yakınlık	Maksimum	0,0052	0,0023
		Tedarikçilere yakınlık	Maksimum	0,0046	0,0023
		Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	Maksimum	0,0369	0,0158
		Trafik yoğunluğu	Minimum	0,0454	0,0709
	Sosyal	İş imkanlarının sağlanması	Maksimum	0,0662	0,0518
		Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	Maksimum	0,0322	0,0161
		Teşvik/ bölgesel teşvik	Maksimum	0,0058	0,0048
		Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi	Maksimum	0,0049	0,0034
	Teknolojik	Servis kalitesi	Maksimum	0,0294	0,0163
		Bilgi altyapısı	Maksimum	0,0197	0,0099
		İletişim/ akıllı engelsiz iletişim	Maksimum	0,0038	0,0018

3.4.6. Alternatiflerin ideal ve negatif ideal değerlere uzaklığı

Normalize karar matrisinde kriter değerlerinin ideal çözüm değerlerinden çıkarılmasıyla elde edilen $(v_{ij}-v_j^+)$ değerleri Tablo 3.29.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.29. Normalize karar matrisinin ideal değerlere mesafesi $(v_{ij}-v_j^+)$

		ALTERNATİF ŞEHİRLER					
		Yeşilbayır/ İSTANBUL	Filyos/ ZONGULDAK	Çandarlı/ İZMİR	Mardin	Habur ŞİRNAK	
KRİTERLER	Ekonomik	Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	-0,0061	-0,0031	-0,0076	0,0000	0,0000
		Yatırım geri ödeme süresi	0,0000	-0,0013	-0,0013	-0,0013	-0,0006
		Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	0,0000	-0,0102	-0,0102	-0,0114	-0,0165
		Kentsel altyapı	0,0000	0,0924	0,0308	0,0924	0,1232
	Çevresel	Müşterilere yakınlık	0,0000	0,0017	0,0012	0,0023	0,0029
		Tedarikçilere yakınlık	0,0002	0,0017	0,0000	0,0019	0,0023
		Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	0,0000	0,0145	0,0079	0,0184	0,0211
		Trafik yoğunluğu	-0,0113	-0,0113	-0,0255	-0,0057	0,0000
	Sosyal	İş imkanlarının sağlanması	0,0086	0,0144	0,0000	0,0115	0,0144
		Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	0,0027	0,0040	0,0000	0,0121	0,0161
		Teşvik/ bölgesel teşvik	0,0006	0,0010	0,0003	0,0003	0,0000
		Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi	0,0007	0,0015	0,0000	0,0007	0,0007
	Teknolojik	Servis kalitesi	0,0000	0,0044	0,0022	0,0109	0,0131
		Bilgi altyapısı	0,0000	0,0042	0,0007	0,0092	0,0099
		İletişim/ akıllı engelsiz iletişim	0,0000	0,0007	0,0000	0,0016	0,0021

Normalize karar matrisinde kriter değerlerinin negatif ideal çözüm değerlerinden çıkarılmasıyla elde edilen ($v_{ij}-v_j^-$) değerleri Tablo 3.30.'da gösterilmiştir.

Tablo 3.30. Normalize karar matrisinin negatif ideal değerlere mesafesi ($v_{ij}-v_j^-$)

			ALTERNATİF ŞEHİRLER				
			Yeşilbayır/ İSTANBUL	Filyos/ ZONGULDAK	Çandarlı/ İZMİR	Mardin	Habur ŞIRNAK
KRİTERLER	Ekonomik	Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	0,0015	0,0046	0,0000	0,0076	0,0076
		Yatırım geri ödeme süresi	0,0013	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006
		Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	0,0165	0,0064	0,0064	0,0051	0,0000
		Kentsel altyapı	-0,1232	-0,0308	-0,0924	-0,0308	0,0000
	Çevresel	Müşterilere yakınlık	-0,0029	-0,0012	-0,0017	-0,0006	0,0000
		Tedarikçilere yakınlık	-0,0021	-0,0006	-0,0023	-0,0004	0,0000
		Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	-0,0211	-0,0066	-0,0132	-0,0026	0,0000
		Trafik yoğunluğu	0,0142	0,0142	0,0000	0,0198	0,0255
	Sosyal	İş imkanlarının sağlanması	-0,0058	0,0000	-0,0144	-0,0029	0,0000
		Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	-0,0134	-0,0121	-0,0161	-0,0040	0,0000
		Teşvik/ bölgesel teşvik	-0,0003	0,0000	-0,0006	-0,0006	-0,0010
		Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi	-0,0007	0,0000	-0,0015	-0,0007	-0,0007
	Teknolojik	Servis kalitesi	-0,0131	-0,0087	-0,0109	-0,0022	0,0000
		Bilgi altyapısı	-0,0099	-0,0056	-0,0092	-0,0007	0,0000
		İletişim/ akıllı engelsiz iletişim	-0,0021	-0,0014	-0,0021	-0,0004	0,0000

Alternatiflerin ideal çözüme olan Öklid uzaklığı (S_1^+) ve negatif ideal çözüme olan Öklid uzaklıkları (S_1^-) Tablo 3.31.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.31. Alternatiflerin ideal ve negatif ideal çözüme uzaklığı

Alternatifler	(S_1^+)	(S_1^-)
Yeşilbayır/ İSTANBUL	0,0158	0,1288
Filyos/ ZONGULDAK	0,0962	0,0389
Çandarlı/ İZMİR	0,0428	0,0971
Mardin	0,0976	0,0383
Habur/ ŞIRNAK	0,1290	0,0267

3.4.7. İdeal çözüme göreli yakınlık ve sıralama

Alternatiflerin ideal çözüme olan uzaklıklarından faydalanılarak bulunan ideal çözüme göreli yakınlık değerleri ve ideal değere yakınlık sıralaması Tablo 3.32.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.32. Alternatiflerin ideal çözüme göreli yakınlığı ve sıralaması

Alternatifler	(C^*)	Sıralama
Yeşilbayır/ İSTANBUL	0,8909	1
Filyos/ ZONGULDAK	0,2878	3
Çandarlı/ İZMİR	0,6941	2
Mardin	0,2816	4
Habur/ ŞIRNAK	0,1713	5

İdeal çözüme en yakın alternatif Yeşilbayır/İSTANBUL ve en uzak alternatif Habur/ŞIRNAK olarak bulunmuştur.

3.5. Bulanık TOPSİS Yöntemi

3.5.1. Bulanık kümeler

Bulanık kümeler (Fuzzy sets) teorisi ilk olarak 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından ortaya konulmuştur (Zadeh, 1965).

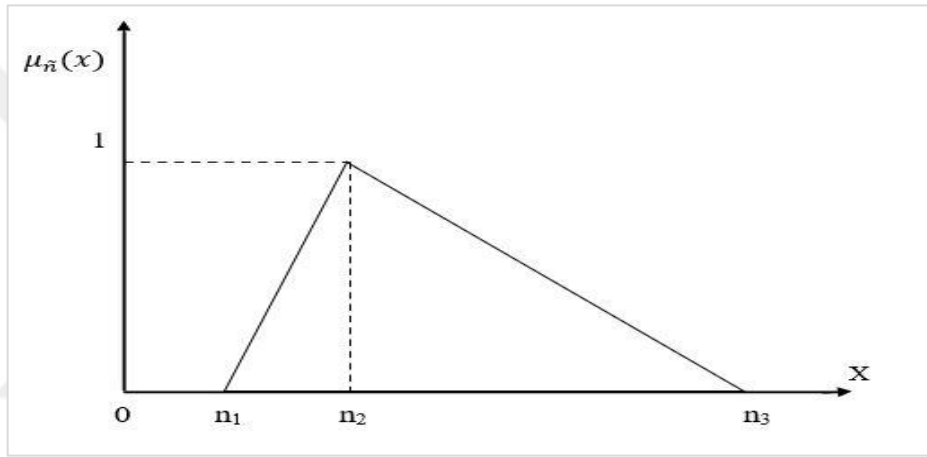
Klasik değişkenlerle (“doğru”, “yanlış” v.s.) yapılan kesin sınırlarla belirlenen sınıflandırma bulanık mantıkla “düşük”, “orta”, “yüksek” gibi kesin sınırlamalar olmaksızın daha çok değişkenle yapılabilmekte ve gerçek hayattaki belirsizliklerin analizi ve çözümlemesine imkan sağlamaktadır (Dağdeviren, 2007).

Dilsel kelimelerle ifade edilen değişkenler sayılardan oluşmamaktadır. Bulanık küme teorisi bu dilsel değişkenlerin analizinin gerçekleşmesini sağlayan araçtır (Kangari & Riggs, 1989).

Lotfi A. Zadeh bulanık küme elemanlarını $[0;1]$ aralığındaki gerçek sayılarla tanımlamıştır. Bir elemanın üyelik derecesi 0 ile 1 arasında ise kısmi olarak o kümeye aittir. Eğer üyelik derecesi 1 (Bir) ise o eleman tam olarak o kümeye aittir. Eğer üyelik derecesi 0 (Sıfır) ise o eleman kesinlikle o kümenin elemanı değildir (Zadeh, 1965).

3.5.2. Üçgen bulanık sayı

$\tilde{n} = n_1, n_2, n_3$ şeklinde tanımlanan bir üçgen bulanık sayının gösterimi Şekil 3.4.'deki gibidir.



Şekil 3.4. Üçgen bulanık sayı (\tilde{n})

Bu üçgen bulanık sayının üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{n}}(x)$ şu şekilde ifade edilir. (Chen, 2000).

$$\mu_{\tilde{n}}(x) = \begin{cases} 0, & x < n_1 \\ \frac{x - n_1}{n_2 - n_1} & n_1 \leq x \leq n_2 \\ \frac{x - n_3}{n_2 - n_3} & n_2 \leq x \leq n_3 \\ 0, & x \geq n_3 \end{cases} \quad (3.61)$$

İki üçgen bulanık sayı arasındaki mesafenin ölçülmesinde “vertex methodu” kullanılabilir. $\tilde{m} = (m_1 + m_2 + m_3)$ ve $\tilde{n} = (n_1 + n_2 + n_3)$ iki üçgen bulanık sayı olsun bunların arasındaki mesafe $d(\tilde{m}, \tilde{n})$ şu şekilde ifade edilir (Chen, 2000).

$$d(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \quad (3.62)$$

3.5.3. Dilsel değişkenlerin üçgen bulanık sayı karşılığı

Kriterlerin derecelendirilmesinde kullanılan dilsel değişkenler ve bu değişkenlerin karşılık geldiği üçgen bulanık sayılar Tablo 3.33.'deki gibi ifade edilebilir (Chen, 2000).

Tablo 3.33. Kriter ağırlıklarının pozitif üçgen bulanık sayılarla ifadesi

Dilsel Değişkenler	Kriterlerin Önem Ağırlığı
Çok Düşük (ÇD)	(0, 0.1, 0.3)
Düşük (D)	(0.1, 0.3, 0.5)
Orta (O)	(0.3, 0.5, 0.7)
Yüksek (Y)	(0.5, 0.7, 0.9)
Çok Yüksek (ÇY)	(0.7, 0.9, 1.0)

Alternatiflerin derecelendirilmesinde kullanılan dilsel değişkenler ve bu değişkenlerin karşılık geldiği üçgen bulanık sayılar Tablo 3.34.'deki gibi ifade edilebilir (Chen, 2000).

Tablo 3.34. Alternatiflerin pozitif üçgen bulanık sayılarla ifadesi

Dilsel Değişkenler	Alternatiflerin Önem Ağırlığı
Çok Zayıf (ÇZ)	(0, 1, 3)
Zayıf (Z)	(1, 3, 5)
Orta (O)	(3, 5, 7)
İyi (İ)	(5, 7, 9)
Çok İyi (Çİ)	(7, 9, 10)

3.5.4. Kriter ve alternatiflerin önem dereceleri

Karar verici sayısının (k) adet olduğu durumda alternatiflerin önem dereceleri (\tilde{x}_{ij}) şu şekilde hesaplanır.

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{k} [\tilde{x}_{ij}^1 + \tilde{x}_{ij}^2 + \dots + \tilde{x}_{ij}^k] \quad (3.63)$$

Karar verici sayısının (k) adet olduğu durumda kriterlerin önem dereceleri (\tilde{w}_j) şu şekilde hesaplanır.

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{k} [\tilde{w}_{ij}^1 + \tilde{w}_{ij}^2 + \dots + \tilde{w}_{ij}^k] \quad (3.64)$$

3.5.5. Bulanık karar matrisi

Alternatif sayısı m tane olan ve kriter sayısı n tane olan bir bulanık karar matrisi şu şekilde gösterilir.

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.65)$$

Tüm \tilde{x}_{ij} , ($j=1,2,3,\dots,n$) olmak üzere 1'den n'ye kadar olan dilsel değişkenlerdir.

Bunlar $\tilde{x}_{ij} = \tilde{a}_{ij}, \tilde{b}_{ij}, c_{ij}$ şeklinde üçgen bulanık sayılar olarak tanımlanabilir.

Kriter sayısı n tane olan bir bulanık ağırlıklar vektörü şu şekilde gösterilir.

$$\tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n] \quad (3.66)$$

Burada \tilde{w}_j , ($j=1,2,\dots,n$) olmak üzere 1'den n'ye kadar olan dilsel değişkenlerdir.

Bunlar $\tilde{w}_j = \tilde{w}_{j1}, \tilde{w}_{j2}, \tilde{w}_{j3}$ şeklinde üçgen bulanık sayılar olarak tanımlanabilir.

3.5.6. Normalize bulanık karar matrisi

B fayda kriterlerini, C maliyet kriterini göstermek üzere üçgen bulanık sayıların normalizasyonu $\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}$ şu şekilde elde edilir.

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), \quad c_j^* = \max_i c_{ij} \quad j \in B \quad (3.67)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}^*}, \frac{a_j^-}{b_{ij}^*}, \frac{a_j^-}{a_{ij}^*} \right), \quad a_j^- = \min_i a_{ij} \quad j \in C \quad (3.68)$$

Her bir kriterin farklı önem dereceleri için ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi şu formülle bulunur.

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \cdot \tilde{w}_j \quad (3.69)$$

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1,2,3, \dots, m \text{ ve } j = 1,2,3, \dots, n \quad (3.70)$$

Pozitif ve negatif ideal çözüm değerleri

Bulanık pozitif ideal çözüm (FPIS)= A^* ve bulanık negatif ideal çözüm (FNIS)= A^- şu şekilde ifade edilir.

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*), \quad \tilde{v}_j^* = (1,1,1) \text{ ve } j = 1,2, \dots, n \quad (3.71)$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-), \quad \tilde{v}_j^- = (0,0,0) \text{ ve } j = 1,2, \dots, n \quad (3.72)$$

3.5.7. Alternatiflerin ideal ve negatif ideal değerlere uzaklığı

Vertex metoduyla bulunan iki bulanık sayı arasındaki mesafe $d(.., ..)$ ile gösterilmek üzere alternatiflerin pozitif ideal çözüme uzaklığı şu şekilde hesaplanır.

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.73)$$

Vertex metoduyla bulunan iki bulanık sayı arasındaki mesafe $d(.., ..)$ ile gösterilmek üzere alternatiflerin negatif ideal çözüme uzaklığı şu şekilde hesaplanır.

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.74)$$

3.5.8. İdeal çözüme yakınlık ve sıralama

Her bir alternatifin pozitif ve negatif ideal değere yakınlık değerlerine göre ideal çözüme yakınlık dereceleri şu şekilde hesaplanır.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.75)$$

3.5.9. Bulanık TOPSİS yöntemi işlem adımları

1. adım: Kriter ve alternatifler, uzmanlar tarafından dilsel değişkenlerle değerlendirilir.

2. adım: Dilsel değişkenler, karşılık geldikleri üçgen bulanık sayılara dönüştürülür.

3. adım: Alternatiflerle ilgili üçgen bulanık sayıların toplamı, uzman sayısına bölünerek alternatifler için ortalama üçgen bulanık sayı (bulanık karar matrisi) bulunur.

4. adım: Kriterlerle ilgili üçgen bulanık sayıların toplamı, uzman sayısına bölünerek kriterler için ortalama üçgen bulanık sayı (bulanık karar matrisi) bulunur.

5. adım: Formül (5.22) kullanılarak normalize karar matrisi bulunur

6. adım: Vertex metodu ile üçgen bulanık sayılar arasındaki mesafeler bulunarak formül (5.28) ve (5.29) yardımıyla alternatiflerin ideal ve negatif ideal değerlere uzaklığı bulunur.

7. adım: Alternatiflerin ideal çözüme yakınlığına göre sıralaması yapılır.

3.6. Bulanık TOPSİS Uygulaması

3.6.1. Kriterlerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi

Uzmanlar tarafından kriterlerin Çok Düşük (ÇD), Düşük (D), Orta (O), Yüksek (Y), Çok Yüksek (ÇY) şeklinde dilsel ifadelerle derecelendirilmesi Tablo (3.35.)-(3.38.)'de gösterilmiştir.

Tablo 3.35. Ekonomik kriterlerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi

Kriterler (Ekonomik)	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6
(K1) Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	Y	ÇD	D	ÇY	D	D
(K2) Yatırım geri ödeme süresi	D	ÇY	ÇD	ÇD	ÇD	ÇD
(K3) Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	ÇD	O	ÇY	ÇD	Y	ÇD
(K4) Kentsel altyapı	Y	Y	O	O	Y	ÇY

Tablo 3.36. Çevresel kriterlerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi

Kriterler (Çevresel)	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6
(K5) Müşterilere yakınlık	ÇD	ÇD	ÇD	O	ÇD	ÇD
(K6) Tedarikçilere yakınlık	ÇD	ÇD	O	ÇD	ÇD	D
(K7) Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	ÇY	D	O	ÇD	D	D
(K8) Trafik yoğunluğu	ÇY	ÇY	O	ÇD	ÇY	Y

Tablo 3.37. Sosyal kriterlerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi

Kriterler (Sosyal)	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6
(K9) İş imkanlarının sağlanması	D	ÇY	O	ÇY	O	O
(K10) Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	Y	D	D	D	O	O
(K11) Teşvik/ bölgesel teşvik	D	ÇD	D	ÇD	ÇD	D
(K12) Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi	ÇD	ÇD	ÇD	ÇD	O	ÇD

Tablo 3.38. Teknolojik kriterlerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi

Kriterler (Teknolojik)	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6
(K13) Servis kalitesi	D	ÇD	O	ÇY	Y	ÇD
(K14) Bilgi altyapısı	D	Y	D	ÇD	ÇD	O
(K15) İletişim/ akıllı engelsiz iletişim	D	O	ÇD	ÇD	ÇD	ÇD

3.6.2. Alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi

Uzmanlar tarafından kritere göre alternatiflerin Çok Zayıf (ÇZ), Zayıf (Z), Orta (O), İyi (İ), Çok İyi (Çİ) şeklinde dilsel ifadelerle derecelendirmesi Tablo (3.39-3.53.)’de gösterilmiştir.

Tablo 3.39. Kriter 1'e göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6
(K1) Yatırım maliyeti (Kurulum ve arazi dahil)	Yeşilbayır/İSTANBUL	ÇZ	ÇZ	O	Çİ	ÇZ	İ
	Filyos/ZONGULDAK	O	O	İ	Z	O	Z
	Çandarlı/İZMİR	ÇZ	ÇZ	İ	İ	ÇZ	O
	Mardin	Çİ	İ	O	ÇZ	Çİ	ÇZ
	Habur/ ŞIRNAK	Çİ	İ	O	ÇZ	Çİ	ÇZ

Tablo 3.40. Kriter 2'ye göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6
(K2) Yatırım geri ödeme süresi	Yeşilbayır/İSTANBUL	ÇZ	ÇZ	Çİ	Çİ	Çİ	O
	Filyos/ZONGULDAK	O	O	Çİ	ÇZ	O	ÇZ
	Çandarlı/İZMİR	ÇZ	ÇZ	O	O	Çİ	O
	Mardin	Çİ	İ	İ	ÇZ	ÇZ	ÇZ
	Habur/ ŞIRNAK	Çİ	İ	Çİ	ÇZ	ÇZ	Z

Tablo 3.41. Kriter 3'e göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6
(K3) Taşıma maliyeti / lojistik maliyeti	Yeşilbayır/İSTANBUL	ÇZ	Çİ	Çİ	Çİ	İ	İ
	Filyos/ZONGULDAK	O	Z	İ	Z	İ	ÇZ
	Çandarlı/İZMİR	ÇZ	O	Z	O	İ	O
	Mardin	Çİ	ÇZ	İ	ÇZ	Z	Z
	Habur/ ŞIRNAK	ÇZ	ÇZ	Çİ	ÇZ	Z	ÇZ

Tablo 3.42. Kriter 4'e göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6
(K4) Kentsel altyapı	Yeşilbayır/İSTANBUL	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ	İ
	Filyos/ZONGULDAK	İ	Z	İ	O	O	ÇZ
	Çandarlı/İZMİR	Çİ	Çİ	O	Çİ	Çİ	Z
	Mardin	O	Z	İ	O	Z	ÇZ
	Habur/ ŞIRNAK	ÇZ	ÇZ	İ	ÇZ	ÇZ	ÇZ

Tablo 3.43. Kriter 5'e göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6
(K5) Müşterilere yakınlık	Yeşilbayır/İSTANBUL	O	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ	Z
	Filyos/ZONGULDAK	İ	Z	İ	Z	İ	ÇZ
	Çandarlı/İZMİR	O	O	Z	İ	İ	O
	Mardin	Çİ	ÇZ	O	ÇZ	Z	Z
	Habur/ ŞIRNAK	Çİ	ÇZ	Z	ÇZ	ÇZ	ÇZ

Tablo 3.44. Kriter 6'ya göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6
(K6) Tedarikçilere yakınlık	Yeşilbayır/İSTANBUL	O	Çİ	Z	Çİ	Çİ	O
	Filyos/ZONGULDAK	İ	Z	O	ÇZ	O	Z
	Çandarlı/İZMİR	O	O	Çİ	İ	Çİ	İ
	Mardin	Çİ	ÇZ	Çİ	ÇZ	ÇZ	ÇZ
	Habur/ ŞIRNAK	Çİ	ÇZ	O	ÇZ	ÇZ	ÇZ

Tablo 3.45. Kriter 7'ye göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6
(K7) Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	Yeşilbayır/İSTANBUL	Çİ	Çİ	İ	Çİ	Çİ	İ
	Filyos/ZONGULDAK	Çİ	Z	O	Z	İ	ÇZ
	Çandarlı/İZMİR	Çİ	O	Z	İ	Çİ	O
	Mardin	Z	ÇZ	İ	O	Z	Z
	Habur/ ŞIRNAK	ÇZ	ÇZ	Çİ	O	ÇZ	ÇZ

Tablo 3.46. Kriter 8'e göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6
(K8) Trafik yoğunluğu	Yeşilbayır/İSTANBUL	ÇZ	Z	İ	Çİ	ÇZ	O
	Filyos/ZONGULDAK	İ	İ	O	ÇZ	O	ÇZ
	Çandarlı/İZMİR	ÇZ	Z	ÇZ	O	ÇZ	O
	Mardin	Çİ	Çİ	O	ÇZ	İ	ÇZ
	Habur/ ŞIRNAK	Çİ	Çİ	O	ÇZ	Çİ	ÇZ

Tablo 3.47. Kriter 9'a göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6
(K9) İş imkanlarının sağlanması	Yeşilbayır/İSTANBUL	Çİ	İ	Z	Çİ	ÇZ	O
	Filyos/ZONGULDAK	Çİ	O	Z	O	O	Z
	Çandarlı/İZMİR	Çİ	İ	Çİ	Çİ	ÇZ	O
	Mardin	Çİ	ÇZ	İ	O	Çİ	ÇZ
	Habur/ ŞIRNAK	Çİ	ÇZ	O	O	Çİ	ÇZ

Tablo 3.48. Kriter 10'a göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6
(K10) Güvenlik / çevre ve terminal güvenliği	Yeşilbayır/İSTANBUL	O	O	Z	Çİ	Çİ	İ
	Filyos/ZONGULDAK	İ	O	O	Çİ	Çİ	ÇZ
	Çandarlı/İZMİR	O	İ	O	Çİ	Çİ	İ
	Mardin	Z	ÇZ	O	O	İ	Z
	Habur/ ŞIRNAK	ÇZ	ÇZ	O	O	O	ÇZ

Tablo 3.49. Kriter 11'e göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6
(K11) Teşvik / bölgesel teşvik	Yeşilbayır/İSTANBUL	O	O	ÇZ	Çİ	ÇZ	O
	Filyos/ZONGULDAK	İ	O	Z	O	Z	ÇZ
	Çandarlı/İZMİR	O	O	Z	Çİ	ÇZ	O
	Mardin	Çİ	ÇZ	İ	ÇZ	Çİ	ÇZ
	Habur/ ŞIRNAK	Çİ	ÇZ	İ	ÇZ	Çİ	Z

Tablo 3.50. Kriter 12'ye göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6
(K12) Kent çekiciliği ve gelişimine etkisi	Yeşilbayır/İSTANBUL	Çİ	İ	ÇZ	ÇZ	ÇZ	Çİ
	Filyos/ZONGULDAK	Çİ	Z	Z	ÇZ	Z	Z
	Çandarlı/İZMİR	Çİ	İ	Çİ	ÇZ	ÇZ	İ
	Mardin	Çİ	Z	O	Z	İ	ÇZ
	Habur/ ŞIRNAK	Çİ	ÇZ	O	Z	Çİ	ÇZ

Tablo 3.51. Kriter 13'e göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6
(K13) Servis kalitesi	Yeşilbayır/İSTANBUL	Çi	i	i	Çi	Çi	i
	Filyos/ZONGULDAK	Çi	i	i	Çi	i	ÇZ
	Çandarlı/İZMİR	Çi	i	i	Çi	Çi	Z
	Mardin	O	O	i	O	Z	Z
	Habur/ ŞIRNAK	Z	O	i	O	ÇZ	Z

Tablo 3.52. Kriter 14'e göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6
(K14) Bilgi altyapısı	Yeşilbayır/İSTANBUL	Çi	Çi	Çi	Çi	Çi	O
	Filyos/ZONGULDAK	Çi	O	O	i	Çi	Z
	Çandarlı/İZMİR	Çi	Çi	Z	Çi	Çi	Çi
	Mardin	O	Z	i	Z	O	ÇZ
	Habur/ ŞIRNAK	Z	Z	i	Z	Z	Z

Tablo 3.53. Kriter 15'e göre alternatiflerin dilsel ifadelerle derecelendirilmesi

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6
(K15) İletişim / akıllı engelsiz iletişim	Yeşilbayır/İSTANBUL	Çi	Çi	Çi	Çi	Çi	O
	Filyos/ZONGULDAK	Çi	i	i	Çi	i	ÇZ
	Çandarlı/İZMİR	Çi	Çi	O	Çi	Çi	Çi
	Mardin	O	Z	i	O	O	ÇZ
	Habur/ ŞIRNAK	Z	Z	i	O	ÇZ	ÇZ

3.6.3. Kriterlerin bulanık sayı karşılığı ve önem derecesi

Uzmanlar tarafından dilsel ifadelerle değerlendirilen kriterlerin karşılık geldiği üçgen bulanık sayılar ve ortalamaları (Kriter ağırlıkları) Tablo (3.54.-3.57.) da gösterilmiştir.

(K1) Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil), (K2) Yatırım geri ödeme süresi, (K3) Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti, (K4) Kentsel altyapı kriterlerinin karşılık geldiği üçgen bulanık sayılar ve ortalamaları Tablo 3.54.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.54. Ekonomik alt kriterlerinin üçgen bulanık sayı karşılıkları

Kriter	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6	Ortalama
(K1)	0,5 0,7 0,9	0,0 0,1 0,3	0,1 0,3 0,5	0,7 0,9 1,0	0,1 0,3 0,5	0,1 0,3 0,5	0,2500 0,4333 0,6167
(K2)	0,1 0,3 0,5	0,7 0,9 1,0	0,0 0,1 0,3	0,0 0,1 0,3	0,0 0,1 0,3	0,0 0,1 0,3	0,1333 0,2667 0,4500
(K3)	0,0 0,1 0,3	0,3 0,5 0,7	0,7 0,9 1,0	0,0 0,1 0,3	0,5 0,7 0,9	0,0 0,1 0,3	0,2500 0,4000 0,5833
(K4)	0,5 0,7 0,9	0,5 0,7 0,9	0,3 0,5 0,7	0,3 0,5 0,7	0,5 0,7 0,9	0,7 0,9 1,0	0,4667 0,6667 0,8500

(K5) Müşterilere yakınlık, (K6) Tedarikçilere yakınlık, (K7) Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik, (K8) Trafik yoğunluğu kriterlerinin karşılık geldiği üçgen bulanık sayılar ve ortalamaları Tablo 3.55.' de gösterilmiştir.

Tablo 3.55. Çevresel alt kriterlerinin üçgen bulanık sayı karşılıkları

Kriter	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6	Ortalama
(K5)	0,0 0,1 0,3	0,0 0,1 0,3	0,0 0,1 0,3	0,3 0,5 0,7	0,0 0,1 0,3	0,0 0,1 0,3	0,0500 0,1667 0,3667
(K6)	0,0 0,1 0,3	0,0 0,1 0,3	0,3 0,5 0,7	0,0 0,1 0,3	0,0 0,1 0,3	0,1 0,3 0,5	0,0667 0,2000 0,4000
(K7)	0,7 0,9 1,0	0,1 0,3 0,5	0,3 0,5 0,7	0,0 0,1 0,3	0,1 0,3 0,5	0,1 0,3 0,5	0,2167 0,4000 0,5833
(K8)	0,7 0,9 1,0	0,7 0,9 1,0	0,3 0,5 0,7	0,0 0,1 0,3	0,7 0,9 1,0	0,5 0,7 0,9	0,4833 0,6667 0,8167

(K9) İş imkanlarının sağlanması, (K10) Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği, (K11) Teşvik/ bölgesel teşvik (K12) Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi kriterlerinin karşılık geldiği üçgen bulanık sayılar ve ortalamaları Tablo 3.56.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.56. Sosyal alt kriterlerinin üçgen bulanık sayı karşılıkları

Kriter	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6	Ortalama
(K9)	0,1 0,3 0,5	0,7 0,9 1,0	0,3 0,5 0,7	0,7 0,9 1,0	0,3 0,5 0,7	0,3 0,5 0,7	0,4000 0,6000 0,7667
(K10)	0,5 0,7 0,9	0,1 0,3 0,5	0,1 0,3 0,5	0,1 0,3 0,5	0,3 0,5 0,7	0,3 0,5 0,7	0,2333 0,4333 0,6333
(K11)	0,1 0,3 0,5	0,0 0,1 0,3	0,1 0,3 0,5	0,0 0,1 0,3	0,0 0,1 0,3	0,1 0,3 0,5	0,0500 0,2000 0,4000
(K12)	0,0 0,1 0,3	0,0 0,1 0,3	0,0 0,1 0,3	0,0 0,1 0,3	0,3 0,5 0,7	0,0 0,1 0,3	0,0500 0,1667 0,3667

(K13) Servis kalitesi, (K14) Bilgi altyapısı, (K15) İletişim/ akıllı engelsiz iletişim kriterlerinin karşılık geldiği üçgen bulanık sayılar ve ortalamaları Tablo 3.57.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.57. Teknolojik alt kriterlerinin üçgen bulanık sayı karşılıkları

Kriter	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6	Ortalama
(K13)	0,1 0,3 0,5	0,0 0,1 0,3	0,3 0,5 0,7	0,7 0,9 1,0	0,5 0,7 0,9	0,0 0,1 0,3	0,2667 0,4333 0,6167
(K14)	0,1 0,3 0,5	0,5 0,7 0,9	0,1 0,3 0,5	0,0 0,1 0,3	0,0 0,1 0,3	0,3 0,5 0,7	0,1667 0,3333 0,5333
(K15)	0,1 0,3 0,5	0,3 0,5 0,7	0,0 0,1 0,3	0,0 0,1 0,3	0,0 0,1 0,3	0,0 0,1 0,3	0,0667 0,2000 0,4000

3.6.4. Alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılığı ve önem derecesi

Uzmanlar tarafından kriterlere göre dilsel ifadelerle değerlendirilen alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları Tablo (3.58.-3.72.)'de gösterilmiştir.

(K1) kriterine göre (A1) Yeşilbayır/İSTANBUL, (A2) Filyos/ZONGULDAK, (A3) Çandarlı/İZMİR, (A4) Mardin, (A5) Habur/ ŞIRNAK alternatiflerinin karşılık geldiği üçgen bulanık sayılar ve ortalamaları Tablo 3.58.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.58. (K1) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6	Ortalama (Bulanık karar matrisi)
(K1) Yatırım maliyeti (Kurulum ve arazi dahil)	A1	0 1 3	0 1 3	3 5 7	7 9 10	0 1 3	5 7 9	2,5000 4,0000 5,8333
	A2	3 5 7	3 5 7	5 7 9	1 3 5	3 5 7	1 3 5	2,6667 4,6667 6,6667
	A3	0 1 3	0 1 3	5 7 9	5 7 9	0 1 3	3 5 7	2,1667 3,6667 5,6667
	A4	7 9 10	5 7 9	3 5 7	0 1 3	7 9 10	0 1 3	3,6667 5,3333 7,0000
	A5	7 9 10	5 7 9	3 5 7	0 1 3	7 9 10	0 1 3	3,6667 5,3333 7,0000

(K2) kriterine göre (A1) Yeşilbayır/İSTANBUL, (A2) Filyos/ZONGULDAK, (A3) Çandarlı/İZMİR, (A4) Mardin, (A5) Habur/ ŞIRNAK alternatiflerinin karşılık geldiği üçgen bulanık sayılar ve ortalamaları Tablo 3.59.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.59. (K2) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6	Ortalama (Bulanık karar matrisi)
(K2) Yatırım geri ödeme süresi	A1	0 1 3	0 1 3	7 9 10	7 9 10	7 9 10	3 5 7	4,0000 5,6667 7,1667
	A2	3 5 7	3 5 7	7 9 10	0 1 3	3 5 7	0 1 3	2,6667 4,3333 6,1647
	A3	0 1 3	0 1 3	3 5 7	3 5 7	7 9 10	3 5 7	2,6667 4,3333 6,1667
	A4	7 9 10	5 7 9	5 7 9	0 1 3	0 1 3	0 1 3	2,8333 4,3333 6,1667
	A5	7 9 10	5 7 9	7 9 10	0 1 3	0 1 3	1 3 5	3,3333 5,0000 6,6667

(K3) kriterine göre (A1) Yeşilbayır/İSTANBUL, (A2) Filyos/ZONGULDAK, (A3) Çandarlı/İZMİR, (A4) Mardin, (A5) Habur/ ŞIRNAK alternatiflerinin karşılık geldiği üçgen bulanık sayılar ve ortalamaları Tablo 3.60.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.60. (K3) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6	Ortalama (Bulanık karar matrisi)
(K3) Taşıma maliyeti / lojistik maliyeti	A1	0 13	7 9 10	7 9 10	7 9 10	5 7 9	5 7 9	5,1667 7,0000 8,5000
	A2	3 5 7	1 3 5	5 7 9	1 3 5	5 7 9	0 1 3	2,5000 4,3333 6,3333
	A3	0 1 3	3 5 7	1 3 5	3 5 7	5 7 9	3 5 7	2,5000 4,3333 6,3333
	A4	7 9 10	0 1 3	5 7 9	0 1 3	1 3 5	1 3 5	2,3333 4,0000 5,8333
	A5	0 1 3	0 1 3	7 9 10	0 1 3	1 3 5	0 1 3	1,3333 2,6667 4,5000

(K4) kriterine göre (A1) Yeşilbayır/İSTANBUL, (A2) Filyos/ZONGULDAK, (A3) Çandarlı/İZMİR, (A4) Mardin, (A5) Habur/ ŞIRNAK alternatiflerinin karşılık geldiği üçgen bulanık sayılar ve ortalamaları Tablo 3.61.'da gösterilmiştir.

Tablo 3.61. (K4) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6	Ortalama (Bulanık karar matrisi)
(K4) Kentsel altyapı	A1	7 9 10	7 9 10	7 9 10	7 9 10	7 9 10	5 7 9	6,6667 8,6667 9,8333
	A2	5 7 9	1 3 5	5 7 9	3 5 7	3 5 7	0 1 3	2,8333 4,6667 6,6667
	A3	7 9 10	7 9 10	3 5 7	7 9 10	7 9 10	1 3 5	5,3333 7,3333 8,6667
	A4	3 5 7	1 3 5	5 7 9	3 5 7	1 3 5	0 1 3	2,1667 4,0000 6,0000
	A5	0 1 3	0 1 3	5 7 9	0 1 3	0 1 3	0 1 3	0,8333 2,0000 4,0000

(K5) kriterine göre (A1) Yeşilbayır/İSTANBUL, (A2) Filyos/ZONGULDAK, (A3) Çandarlı/İZMİR, (A4) Mardin, (A5) Habur/ ŞIRNAK alternatiflerinin karşılık geldiği üçgen bulanık sayılar ve ortalamaları Tablo 3.62.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.62. (K5) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6	Ortalama (Bulanık karar matrisi)
(K5) Müşterilere yakınlık	A1	3 5 7	7 9 10	7 9 10	7 9 10	7 9 10	1 3 5	5,3333 7,3333 8,6667
	A2	5 7 9	1 3 5	5 7 9	1 3 5	5 7 9	0 1 3	2,8333 4,6667 6,6667
	A3	3 5 7	3 5 7	1 3 5	5 7 9	5 7 9	3 5 7	3,3333 5,3333 7,3333
	A4	7 9 10	0 1 3	3 5 7	0 1 3	1 3 5	1 3 5	2,0000 3,6667 5,5000
	A5	7 9 10	0 1 3	1 3 5	0 1 3	0 1 3	0 1 3	1,3333 2,6667 4,5000

(K6) kriterine göre (A1) Yeşilbayır/İSTANBUL, (A2) Filyos/ZONGULDAK, (A3) Çandarlı/İZMİR, (A4) Mardin, (A5) Habur/ ŞIRNAK alternatiflerinin karşılık geldiği üçgen bulanık sayılar ve ortalamaları Tablo 3.63.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.63. (K6) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6	Ortalama (Bulanık karar matrisi)
(K6) Tedarikçilere yakınlık	A1	3 5 7	7 9 10	1 3 5	7 9 10	7 9 10	3 5 7	4,6667 6,6667 8,1667
	A2	5 7 9	1 3 5	3 5 7	0 1 3	3 5 7	1 3 5	2,1667 4,0000 6,0000
	A3	3 5 7	3 5 7	7 9 10	5 7 9	7 9 10	5 7 9	5,0000 7,0000 8,6667
	A4	7 9 10	0 1 3	7 9 10	0 1 3	0 1 3	0 1 3	2,3333 3,6667 5,3333
	A5	7 9 10	0 1 3	3 5 7	0 1 3	0 1 3	0 1 3	1,6667 3,0000 4,8333

(K7) kriterine göre (A1) Yeşilbayır/İSTANBUL, (A2) Filyos/ZONGULDAK, (A3) Çandarlı/İZMİR, (A4) Mardin, (A5) Habur/ ŞIRNAK alternatiflerinin karşılık geldiği üçgen bulanık sayılar ve ortalamaları Tablo 3.64.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.64. (K7) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6	Ortalama (Bulanık karar matrisi)
(K7) Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	A1	7 9 10	7 9 10	5 7 9	7 9 10	7 9 10	5 7 9	6,3333 8,3333 9,6667
	A2	7 9 10	1 3 5	3 5 7	1 3 5	5 7 9	0 1 3	2,8333 4,6667 6,5000
	A3	7 9 10	3 5 7	1 3 5	5 7 9	7 9 10	3 5 7	4,3333 6,3333 8,0000
	A4	1 3 5	0 1 3	5 7 9	3 5 7	1 3 5	1 3 5	1,8333 3,6667 5,6667
	A5	0 1 3	0 1 3	7 9 10	3 5 7	0 1 3	0 1 3	1,6667 3,0000 4,8333

(K8) kriterine göre (A1) Yeşilbayır/İSTANBUL, (A2) Filyos/ZONGULDAK, (A3) Çandarlı/İZMİR, (A4) Mardin, (A5) Habur/ ŞIRNAK alternatiflerinin karşılık geldiği üçgen bulanık sayılar ve ortalamaları Tablo 3.65.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.65. (K8) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6	Ortalama (Bulanık karar matrisi)
(K8) Trafik yoğunluğu	A1	0 1 3	1 3 5	5 7 9	7 9 10	0 1 3	3 5 7	2,6667 4,3333 6,1667
	A2	5 7 9	5 7 9	3 5 7	0 1 3	3 5 7	0 1 3	2,6667 4,3333 6,3333
	A3	0 1 3	1 3 5	0 1 3	3 5 7	0 1 3	3 5 7	1,1667 2,6667 4,6667
	A4	7 9 10	7 9 10	3 5 7	0 1 3	5 7 9	0 1 3	3,6667 5,3333 7,0000
	A5	7 9 10	7 9 10	3 5 7	0 1 3	7 9 10	0 1 3	4,0000 5,6667 7,1667

(K9) kriterine göre (A1) Yeşilbayır/İSTANBUL, (A2) Filyos/ZONGULDAK, (A3) Çandarlı/İZMİR, (A4) Mardin, (A5) Habur/ ŞIRNAK alternatiflerinin karşılık geldiği üçgen bulanık sayılar ve ortalamaları Tablo 3.66.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.66. (K9) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6	Ortalama (Bulanık karar matrisi)
(K9) İş imkanlarının sağlanması	A1	7 9 10	5 7 9	1 3 5	7 9 10	0 1 3	3 5 7	3,8333 5,6667 7,3333
	A2	7 9 10	3 5 7	1 3 5	3 5 7	3 5 7	1 3 5	3,0000 5,0000 6,8333
	A3	7 9 10	5 7 9	7 9 10	7 9 10	0 1 3	3 5 7	4,8333 6,6667 8,1667
	A4	7 9 10	0 1 3	5 7 9	3 5 7	7 9 10	0 1 3	3,6667 5,3333 7,0000
	A5	7 9 10	0 1 3	3 5 7	3 5 7	7 9 10	0 1 3	3,3333 5,0000 6,6667

(K10) kriterine göre (A1) Yeşilbayır/İSTANBUL, (A2) Filyos/ZONGULDAK, (A3) Çandarlı/İZMİR, (A4) Mardin, (A5) Habur/ ŞIRNAK alternatiflerinin karşılık geldiği üçgen bulanık sayılar ve ortalamaları Tablo 3.67.'da gösterilmiştir.

Tablo 3.67. (K10) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6	Ortalama (Bulanık karar matrisi)
(K10) Güvenlik / çevre ve terminal güvenliği	A1	3 5 7	3 5 7	1 3 5	7 9 10	7 9 10	5 7 9	4,3333 6,3333 8,0000
	A2	5 7 9	3 5 7	3 5 7	7 9 10	7 9 10	0 1 3	4,1667 6,0000 7,6667
	A3	3 5 7	5 7 9	3 5 7	7 9 10	7 9 10	5 7 9	5,0000 7,0000 8,6667
	A4	1 3 5	0 1 3	3 5 7	3 5 7	5 7 9	1 3 5	2,1667 4,0000 6,0000
	A5	0 1 3	0 1 3	3 5 7	3 5 7	3 5 7	0 1 3	1,5000 3,0000 5,0000

(K11) kriterine göre (A1) Yeşilbayır/İSTANBUL, (A2) Filyos/ZONGULDAK, (A3) Çandarlı/İZMİR, (A4) Mardin, (A5) Habur/ ŞIRNAK alternatiflerinin karşılık geldiği üçgen bulanık sayılar ve ortalamaları Tablo 3.68.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.68. (K11) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6	Ortalama (Bulanık karar matrisi)
(K11) Teşvik / bölgesel teşvik	A1	3 5 7	3 5 7	0 1 3	7 9 10	0 1 3	3 5 7	2,6667 4,3333 6,1667
	A2	5 7 9	3 5 7	1 3 5	3 5 7	1 3 5	0 1 3	2,1667 4,0000 6,0000
	A3	3 5 7	3 5 7	1 3 5	7 9 10	0 1 3	3 5 7	2,8333 4,6667 6,5000
	A4	7 9 10	0 1 3	5 7 9	0 1 3	7 9 10	0 1 3	3,1667 4,6667 6,3333
	A5	7 9 10	0 1 3	5 7 9	0 1 3	7 9 10	1 3 5	3,3333 5,0000 6,6667

(K12) kriterine göre (A1) Yeşilbayır/İSTANBUL, (A2) Filyos/ZONGULDAK, (A3) Çandarlı/İZMİR, (A4) Mardin, (A5) Habur/ ŞIRNAK alternatiflerinin karşılık geldiği üçgen bulanık sayılar ve ortalamaları Tablo 3.69.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.69. (K12) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6	Ortalama (Bulanık karar matrisi)
(K12) Kent'in çekiciliği ve gelişimine etkisi	A1	7 9 10	5 7 9	0 1 3	0 1 3	0 1 3	7 9 10	3,1667 4,6667 6,3333
	A2	7 9 10	1 3 5	1 3 5	0 1 3	1 3 5	1 3 5	1,8333 3,6667 5,5000
	A3	7 9 10	5 7 9	7 9 10	0 1 3	0 1 3	5 7 9	4,0000 5,6667 7,3333
	A4	7 9 10	1 3 5	3 5 7	1 3 5	5 7 9	0 1 3	2,8333 4,6667 6,5000
	A5	7 9 10	0 1 3	3 5 7	1 3 5	7 9 10	0 1 3	3,0000 4,6667 6,3333

(K13) kriterine göre (A1) Yeşilbayır/İSTANBUL, (A2) Filyos/ZONGULDAK, (A3) Çandarlı/İZMİR, (A4) Mardin, (A5) Habur/ ŞIRNAK alternatiflerinin karşılık geldiği üçgen bulanık sayılar ve ortalamaları Tablo 3.70.'da gösterilmiştir.

Tablo 3.70. (K13) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6	Ortalama (Bulanık karar matrisi)
(K13) Servis kalitesi	A1	7 9 10	5 7 9	5 7 9	7 9 10	7 9 10	5 7 9	6,0000 8,0000 9,5000
	A2	7 9 10	5 7 9	5 7 9	7 9 10	5 7 9	0 1 3	4,8333 6,6667 8,3333
	A3	7 9 10	5 7 9	5 7 9	7 9 10	7 9 10	1 3 5	5,3333 7,3333 8,8333
	A4	3 5 7	3 5 7	5 7 9	3 5 7	1 3 5	1 3 5	2,6667 4,6667 6,6667
	A5	1 3 5	3 5 7	5 7 9	3 5 7	0 1 3	1 3 5	2,1667 4,0000 6,0000

(K14) kriterine göre (A1) Yeşilbayır/İSTANBUL, (A2) Filyos/ZONGULDAK, (A3) Çandarlı/İZMİR, (A4) Mardin, (A5) Habur/ ŞIRNAK alternatiflerinin karşılık geldiği üçgen bulanık sayılar ve ortalamaları Tablo 3.71.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.71. (K14) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6	Ortalama (Bulanık karar matrisi)
(K14) Bilgi altyapısı	A1	7 9 10	7 9 10	7 9 10	7 9 10	7 9 10	3 5 7	6,3333 8,3333 9,5000
	A2	7 9 10	3 5 7	3 5 7	5 7 9	7 9 10	1 3 5	4,3333 6,3333 8,0000
	A3	7 9 10	7 9 10	1 3 5	7 9 10	7 9 10	7 9 10	6,0000 8,0000 9,1667
	A4	3 5 7	1 3 5	5 7 9	1 3 5	3 5 7	0 1 3	2,1667 4,0000 6,0000
	A5	1 3 5	1 3 5	5 7 9	1 3 5	1 3 5	1 3 5	1,6667 3,6667 5,6667

(K15) kriterine göre (A1) Yeşilbayır/İSTANBUL, (A2) Filyos/ZONGULDAK, (A3) Çandarlı/İZMİR, (A4) Mardin, (A5) Habur/ ŞIRNAK alternatiflerinin karşılık geldiği üçgen bulanık sayılar ve ortalamaları Tablo 3.72.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.72. (K15) kriterine göre alternatiflerin üçgen bulanık sayı karşılıkları

Kriter	Alternatif	Uzm. 1	Uzm. 2	Uzm. 3	Uzm. 4	Uzm. 5	Uzm. 6	Ortalama (Bulanık karar matrisi)
(K15) İletişim / akıllı engelsiz iletişim	A1	7 9 10	7 9 10	7 9 10	7 9 10	7 9 10	3 5 7	6,3333 8,3333 9,5000
	A2	7 9 10	5 7 9	5 7 9	7 9 10	5 7 9	0 1 3	4,8333 6,6667 8,3333
	A3	7 9 10	7 9 10	3 5 7	7 9 10	7 9 10	7 9 10	6,3333 8,3333 9,5000
	A4	3 5 7	1 3 5	5 7 9	3 5 7	3 5 7	0 1 3	2,5000 4,3333 6,3333
	A5	1 3 5	1 3 5	5 7 9	3 5 7	0 1 3	0 1 3	1,6667 3,3333 5,3333

3.6.5. Normalize bulanık karar matrisi

(K1) Yatırım maliyeti (Kurulum ve arazi dahil), (K2) Yatırım geri ödeme süresi, (K3) Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti ve (K8) Trafik yoğunluğu kriterleri minimum olması istenen maliyet kriterleridir. Diğer kriterler maksimum olması istenen fayda kriterleridir. Kriterlere ait normalize bulanık karar matrisi Tablo (3.73.-3.77.)'da gösterilmiştir.

Tablo 3.73. K1,K2,K3 kriterlerine ait normalize bulanık karar matrisi

ALTERNATİFLER	(K1) Yatırım maliyeti (Kurulum ve arazi dahil)	(K2) Yatırım geri ödeme süresi	(K3) Taşıma maliyeti / lojistik maliyeti
Yeşilbayır/İSTANBUL	0,8667 0,5417 0,3714	0,6667 0,4706 0,3721	0,2581 0,1905 0,1569
Filyos/ZONGULDAK	0,8125 0,4643 0,3250	1,0000 0,6154 0,4324	0,5333 0,3077 0,2105
Çandarlı/İZMİR	1,0000 0,5909 0,3824	1,0000 0,6154 0,4324	0,5333 0,3077 0,2105
Mardin	0,5909 0,4063 0,3095	0,9412 0,6154 0,4324	0,5714 0,3333 0,2286
Habur/ ŞIRNAK	0,5909 0,4063 0,3095	0,8000 0,5333 0,4000	1,0000 0,5000 0,2963

Tablo 3.74. K4,K5,K6 kriterlerine ait normalize bulanık karar matrisi

	(K4) Kentsel altyapı	(K5) Müşterilere yakınlık	(K6) Tedarikçilere yakınlık
Yeşilbayır/İSTANBUL	0,6780 0,8814 1,0000	0,6154 0,8462 1,0000	0,5385 0,7692 0,9423
Filyos/ZONGULDAK	0,2881 0,4746 0,6780	0,3269 0,5385 0,7692	0,2500 0,4615 0,6923
Çandarlı/İZMİR	0,5424 0,7458 0,8814	0,3846 0,6154 0,8462	0,5769 0,8077 1,0000
Mardin	0,2203 0,4068 0,6102	0,2308 0,4231 0,6346	0,2692 0,4231 0,6154
Habur/ ŞIRNAK	0,0847 0,2034 0,4068	0,1538 0,3077 0,5192	0,1923 0,3462 0,5577

Tablo 3.75. K7,K8,K9 kriterlerine ait normalize bulanık karar matrisi

	(K7) Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	(K8) Trafik yoğunluğu	(K9) İş imkanlarının sağlanması
Yeşilbayır/İSTANBUL	0,6552 0,8621 1,0000	0,4375 0,2692 0,1892	0,4694 0,6939 0,8980
Filyos/ZONGULDAK	0,2931 0,4828 0,6724	0,4375 0,2692 0,1842	0,3673 0,6122 0,8367
Çandarlı/İZMİR	0,4483 0,6552 0,8276	1,0000 0,4375 0,2500	0,5918 0,8163 1,0000
Mardin	0,1897 0,3793 0,5862	0,3182 0,2188 0,1667	0,4490 0,6531 0,8571
Habur/ ŞIRNAK	0,1724 0,3103 0,5000	0,2917 0,2059 0,1628	0,4082 0,6122 0,8163

Tablo 3.76. K10,K11,K12 kriterlerine ait normalize bulanık karar matrisi

	(K10) Güvenlik / çevre ve terminal güvenliği	(K11) Teşvik / bölgesel teşvik	(K12) Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi
Yeşilbayır/İSTANBUL	0,5000 0,7308 0,9231	0,4000 0,6500 0,9250	0,4318 0,6364 0,8636
Filyos/ZONGULDAK	0,4808 0,6923 0,8846	0,3250 0,6000 0,9000	0,2500 0,5000 0,7500
Çandarlı/İZMİR	0,5769 0,8077 1,0000	0,4250 0,7000 0,9750	0,5455 0,7727 1,0000
Mardin	0,2500 0,4615 0,6923	0,4750 0,7000 0,9500	0,3864 0,6364 0,8864
Habur/ ŞIRNAK	0,1731 0,3462 0,5769	0,5000 0,7500 1,0000	0,4091 0,6364 0,8636

Tablo 3.77. K13,K14,K15 kriterlerine ait normalize bulanık karar matrisi

	(K13) Servis kalitesi	(K14) Bilgi altyapısı	(K15) İletişim / akıllı engelsiz iletişim
Yeşilbayır/İSTANBUL	0,6316 0,8421 1,0000	0,6667 0,8772 1,0000	0,6667 0,8772 1,0000
Filyos/ZONGULDAK	0,5088 0,7018 0,8772	0,4561 0,6667 0,8421	0,5088 0,7018 0,8772
Çandarlı/İZMİR	0,5614 0,7719 0,9298	0,6316 0,8421 0,9649	0,6667 0,8772 1,0000
Mardin	0,2807 0,4912 0,7018	0,2281 0,4211 0,6316	0,2632 0,4561 0,6667
Habur/ ŞIRNAK	0,2281 0,4211 0,6316	0,1754 0,3860 0,5965	0,1754 0,3509 0,5614

3.6.6. Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi

Her bir kritere ait normalize bulanık karar matrisinin ilgili kriter ağırlıkları vektörüyle çarpılması sonucu elde edilen ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi Tablo (3.78.- 3.82.)'de gösterilmiştir.

Tablo 3.78. K1,K2,K3 kriterlerine ait ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi

	(K1) Yatırım maliyeti (Kurulum ve arazi dahil)	(K2) Yatırım geri ödeme süresi	(K3) Taşıma maliyeti / lojistik maliyeti
Yeşilbayır/İSTANBUL	0,2167 0,2347 0,2290	0,0889 0,1255 0,1674	0,0645 0,0762 0,0915
Filyos/ZONGULDAK	0,2031 0,2012 0,2004	0,1333 0,1641 0,1946	0,1333 0,1231 0,1228
Çandarlı/İZMİR	0,2500 0,2561 0,2358	0,1333 0,1641 0,1946	0,1333 0,1231 0,1228
Mardin	0,1477 0,1760 0,1909	0,1255 0,1641 0,1946	0,1429 0,1333 0,1333
Habur/ ŞIRNAK	0,1477 0,1760 0,1909	0,1067 0,1422 0,1800	0,2500 0,2000 0,1728

Tablo 3.79. K4,K5,K6 kriterlerine ait ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi

	(K4) Kentsel altyapı	(K5) Müşterilere yakınlık	(K6) Tedarikçilere yakınlık
Yeşilbayır/İSTANBUL	0,3164 0,5876 0,8500	0,0308 0,1410 0,3667	0,0359 0,1538 0,3769
Filyos/ZONGULDAK	0,1345 0,3164 0,5763	0,0163 0,0897 0,2821	0,0167 0,0923 0,2769
Çandarlı/İZMİR	0,2531 0,4972 0,7492	0,0192 0,1026 0,3103	0,0385 0,1615 0,4000
Mardin	0,1028 0,2712 0,5186	0,0115 0,0705 0,2327	0,0179 0,0846 0,2462
Habur/ ŞIRNAK	0,0395 0,1356 0,3458	0,0077 0,0513 0,1904	0,0128 0,0692 0,2231

Tablo 3.80. K7,K8,K9 kriterlerine ait ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi

	(K7) Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	(K8) Trafik yoğunluğu	(K9) İş imkanlarının sağlanması
Yeşilbayır/İSTANBUL	0,1420 0,3448 0,5833	0,2115 0,1795 0,1545	0,1878 0,4163 0,6884
Filyos/ZONGULDAK	0,0635 0,1931 0,3922	0,2115 0,1795 0,1504	0,1469 0,3673 0,6415
Çandarlı/İZMİR	0,0971 0,2621 0,4828	0,4833 0,2917 0,2042	0,2367 0,4898 0,7667
Mardin	0,0411 0,1517 0,3420	0,1538 0,1458 0,1361	0,1796 0,3918 0,6571
Habur/ ŞIRNAK	0,0374 0,1241 0,2917	0,1410 0,1373 0,1329	0,1633 0,3673 0,6259

Tablo 3.81. K10,K11,K12 kriterlerine ait ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi

	(K10) Güvenlik / çevre ve terminal güvenliği	(K11) Teşvik / bölgesel teşvik	(K12) Kentın çekiciliği ve gelişimine etkisi
Yeşilbayır/İSTANBUL	0,1167 0,3167 0,5846	0,0200 0,1300 0,3700	0,0216 0,1061 0,3167
Filyos/ZONGULDAK	0,1122 0,3000 0,5603	0,0163 0,1200 0,3600	0,0125 0,0833 0,2750
Çandarlı/İZMİR	0,1346 0,3500 0,6333	0,0213 0,1400 0,3900	0,0273 0,1288 0,3667
Mardin	0,0583 0,2000 0,4385	0,0238 0,1400 0,3800	0,0193 0,1061 0,3250
Habur/ ŞIRNAK	0,0404 0,1500 0,3654	0,0250 0,1500 0,4000	0,0205 0,1061 0,3167

Tablo 3.82. K13,K14,K15 kriterlerine ait ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi

	(K13) Servis kalitesi	(K14) Bilgi altyapısı	K15) İletişim / akıllı engelsiz iletişim
Yeşilbayır/İSTANBUL	0,1684 0,3649 0,6167	0,1111 0,2924 0,5333	0,0444 0,1754 0,4000
Filyos/ZONGULDAK	0,1357 0,3041 0,5409	0,0760 0,2222 0,4491	0,0339 0,1404 0,3509
Çandarlı/İZMİR	0,1497 0,3345 0,5734	0,1053 0,2807 0,5146	0,0444 0,1754 0,4000
Mardin	0,0749 0,2129 0,4327	0,0380 0,1404 0,3368	0,0175 0,0912 0,2667
Habur/ ŞIRNAK	0,0608 0,1825 0,3895	0,0292 0,1287 0,3181	0,0117 0,0702 0,2246

3.6.7. Alternatiflerin ideal değerlere uzaklığı

Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi değerlerinin ideal çözüm değerlerine ($A^* = [(1,1,1), (1,1,1), \dots, (1,1,1)]$) olan uzaklıkları Tablo (3.83.-3.87.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.83. K1,K2,K3 kriterlerine göre alternatiflerin ideal değerlere uzaklığı

	(K1) Yatırım maliyeti (Kurulum ve arazi dahil)	(K2) Yatırım geri ödeme süresi	(K3) Taşıma maliyeti / lojistik maliyeti
Yeşilbayır/İSTANBUL	0,7833 0,7653 0,7710	0,9111 0,8745 0,8326	0,9355 0,9238 0,9085
Filyos/ZONGULDAK	0,7969 0,7988 0,7996	0,8667 0,8359 0,8054	0,8667 0,8769 0,8772
Çandarlı/İZMİR	0,7500 0,7439 0,7642	0,8667 0,8359 0,8054	0,8667 0,8769 0,8772
Mardin	0,8523 0,8240 0,8091	0,8745 0,8359 0,8054	0,8571 0,8667 0,8667
Habur/ ŞIRNAK	0,8523 0,8240 0,8091	0,8933 0,8578 0,8200	0,7500 0,8000 0,8272

Tablo 3.84. K4,K5,K6 kriterlerine göre alternatiflerin ideal değerlere uzaklığı

	(K4) Kentsel altyapı	(K5) Müşterilere yakınlık	(K6) Tedarikçilere yakınlık
Yeşilbayır/İSTANBUL	0,6836 0,4124 0,1500	0,9692 0,8590 0,6333	0,9641 0,8462 0,6231
Filyos/ZONGULDAK	0,8655 0,6836 0,4237	0,9837 0,9103 0,7179	0,9833 0,9077 0,7231
Çandarlı/İZMİR	0,7469 0,5028 0,2508	0,9808 0,8974 0,6897	0,9615 0,8384 0,6000
Mardin	0,8972 0,7288 0,4814	0,9885 0,9295 0,7673	0,9821 0,9154 0,7538
Habur/ ŞIRNAK	0,9605 0,8644 0,6542	0,9923 0,9487 0,8096	0,9872 0,9308 0,7769

Tablo 3.85. K7,K8,K9 kriterlerine göre alternatiflerin ideal değerlere uzaklığı

	(K7) Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	(K8) Trafik yoğunluğu	(K9) İş imkanlarının sağlanması
Yeşilbayır/İSTANBUL	0,8580 0,6552 0,4167	0,7885 0,8205 0,8455	0,8122 0,5837 0,3116
Filyos/ZONGULDAK	0,9365 0,8069 0,6078	0,7885 0,8205 0,8496	0,8531 0,6327 0,3585
Çandarlı/İZMİR	0,9029 0,7379 0,5172	0,5167 0,7083 0,7958	0,7633 0,5102 0,2333
Mardin	0,9589 0,8483 0,6580	0,8462 0,8542 0,8639	0,8204 0,6082 0,3429
Habur/ ŞIRNAK	0,9626 0,8759 0,7083	0,8590 0,8627 0,8671	0,8367 0,6327 0,3741

Tablo 3.86. K10,K11,K12 kriterlerine göre alternatiflerin ideal değerlere uzaklığı

	(K10) Güvenlik / çevre ve terminal güvenliği	(K11) Teşvik / bölgesel teşvik	(K12) Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi
Yeşilbayır/İSTANBUL	0,8833 0,6833 0,4154	0,9800 0,8700 0,6300	0,9784 0,8939 0,6833
Filyos/ZONGULDAK	0,8878 0,7000 0,4397	0,9838 0,8800 0,6400	0,9875 0,9167 0,7250
Çandarlı/İZMİR	0,8654 0,6500 0,3667	0,9788 0,8600 0,6100	0,9727 0,8712 0,6333
Mardin	0,9417 0,8000 0,5615	0,9763 0,8600 0,6200	0,9807 0,8939 0,6750
Habur/ ŞIRNAK	0,9596 0,8500 0,6346	0,9750 0,8500 0,6000	0,9795 0,8939 0,6833

Tablo 3.87. K13,K14,K15 kriterlerine göre alternatiflerin ideal değerlere uzaklığı

	(K13) Servis kalitesi	(K14) Bilgi altyapısı	(K15) İletişim / akıllı engelsiz iletişim
Yeşilbayır/İSTANBUL	0,8316 0,6351 0,3833	0,8889 0,7076 0,4667	0,9556 0,8246 0,6000
Filyos/ZONGULDAK	0,8643 0,6959 0,4591	0,9240 0,7778 0,5509	0,9661 0,8596 0,6491
Çandarlı/İZMİR	0,8503 0,6655 0,4266	0,8947 0,7193 0,4854	0,9556 0,8246 0,6000
Mardin	0,9251 0,7871 0,5673	0,9620 0,8596 0,6632	0,9825 0,9088 0,7333
Habur/ ŞIRNAK	0,9392 0,8175 0,6105	0,9708 0,8713 0,6819	0,9883 0,9298 0,7754

3.6.8. Alternatiflerin negatif ideal değerlere uzaklığı

Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi değerlerinin negatif ideal çözüm değerlerine ($A^* = [(0,0,0), (0,0,0), \dots, (0,0,0)]$) olan uzaklıklarıdır.

3.6.9. Alternatiflerin ideal ve negatif ideal çözüme uzaklığı

Bulanık sayıların ideal çözüm değerlerine uzaklığı Tablo 3.88.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.88. Bulanık sayıların ideal çözüme uzaklığı ve toplam uzaklık

	A1	A2	A3	A4	A5
K1	0,7732	0,7984	0,7528	0,8286	0,8286
K2	0,8733	0,8364	0,8364	0,8391	0,8576
K3	0,9227	0,8736	0,8736	0,8635	0,7930
K4	0,4690	0,6822	0,5396	0,7229	0,8362
K5	0,8323	0,8778	0,8647	0,9000	0,9202
K6	0,8233	0,8782	0,8140	0,8889	0,9027
K7	0,6681	0,7953	0,7365	0,8311	0,8555
K8	0,8185	0,8199	0,6836	0,8548	0,8629
K9	0,6048	0,6472	0,5469	0,6220	0,6430
K10	0,6879	0,7004	0,6598	0,7836	0,8259
K11	0,8395	0,8469	0,8306	0,8321	0,8232
K12	0,8609	0,8834	0,8379	0,8596	0,8613
K13	0,6434	0,6933	0,6703	0,7740	0,8007
K14	0,7091	0,7664	0,7196	0,8375	0,8498
K15	0,8068	0,8354	0,8068	0,8811	0,9023
Toplam (di*)	11,3330	11,9347	11,1731	12,3187	12,5629

Bulanık sayıların negatif ideal çözüme uzaklığı Tablo 3.89.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.89. Bulanık sayıların negatif ideal çözüme uzaklığı ve toplam uzaklık

	A1	A2	A3	A4	A5
K1	0,2269	0,2016	0,2474	0,1725	0,1725
K2	0,1313	0,1659	0,1659	0,1639	0,1461
K3	0,0782	0,1265	0,1265	0,1366	0,2101
K4	0,6239	0,3874	0,5393	0,3431	0,2156
K5	0,2275	0,1711	0,1890	0,1405	0,1139
K6	0,2360	0,1688	0,2500	0,1506	0,1351
K7	0,3997	0,2551	0,3221	0,2173	0,1843
K8	0,1833	0,1822	0,3466	0,1454	0,1371
K9	0,4770	0,4351	0,5427	0,4537	0,4295
K10	0,3897	0,3726	0,4249	0,2803	0,2292
K11	0,2267	0,2193	0,2395	0,2342	0,2471
K12	0,1932	0,1661	0,2249	0,1977	0,1932
K13	0,4250	0,3667	0,3929	0,2818	0,2508
K14	0,3570	0,2926	0,3439	0,2118	0,1988
K15	0,2535	0,2191	0,2535	0,1630	0,1360
Toplam (di)	4,4289	3,7301	4,6092	3,2924	2,9991

3.6.10. Alternatiflerin ideal çözüme yakınlık sıralanması

Alternatiflerin ideal çözüme yakınlık sıralaması Tablo 3.90.'da gösterilmiştir.

Tablo 3.90. Alternatiflerin ideal çözüme yakınlık sırası

Alternatifler	CC _i	Sıralama
Yeşilbayır/İSTANBUL	0,2810	2
Filyos/ZONGULDAK	0,2381	3
Çandarlı/İZMİR	0,2920	1
Mardin	0,2109	4
Habur/ ŞIRNAK	0,1927	5

4. BULGULAR

Ana kriterlerin karşılaştırmasında ekonomik kriteri %49,86'lık bir oranla en önemli ana kriter olduğu, bunu %20,61'lik bir oran ile sosyal kriterinin ikinci önemli ana kriter olduğu, %20,05'lik bir oran ile çevresel ana kriterinin üçüncü önemli ana kriter olduğu ve %9,48'lik bir oran ile teknolojik ana kriterinin yer aldığı görülmektedir.

Ekonomik ana kriterine ait alt kriterlerin karşılaştırılmasında da %72,62'lik bir oranla en önemli kriterin kentsel altyapı olduğu, %13,23'lük bir oranla yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil) kriterinin ikinci önemli kriter olduğu, %11,43'lük bir oranla taşıma maliyeti/ lojistik maliyetinin üçüncü önemli kriter olduğu ve %2,72'lik bir oranla yatırım geri ödeme süresinin en düşük öneme sahip kriter olduğu görülmektedir.

Çevresel ana kriterine ait alt kriterlerin karşılaştırılmasında %63,32'lik bir oranla trafik yoğunluğunun en önemli kriter olduğu, %28,61'lik bir oranla çok modlu taşımaya bağlanabilirliğin en önemli ikinci kriter olduğu, %4,13'lük bir oranla müşterilere yakınlık kriterinin üçüncü sırada olduğu ve %3,94'lük bir oranla tedarikçilere yakınlık kriterinin en önemsiz kriter olduğu görülmektedir.

Sosyal ana kriterine ait alt kriterlerin karşılaştırılmasında %61,47'lik bir oranla iş imkanlarının sağlanmasının en önemli kriter olduğu, %28,18'lik bir oranla güvenlik/çevre ve terminal güvenliğinin ikinci en önemli kriter olduğu, %5,80'lik bir oranla teşvik/ bölgesel teşviğin üçüncü sırada olduğu ve %4,54'lük bir oranla kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi kriterinin en önemsiz kriter olduğu görülmektedir.

Teknolojik ana kriterine ait alt kriterlerin karşılaştırılmasında %56,21'lik bir oranla servis kalitesinin en önemli kriter olduğu, %36,52'lik bir oranla bilgi altyapısının ikinci sırada olduğu ve %7,27'lik bir oranla iletişim/ akıllı engelsiz iletişimin en önemsiz kriter olduğu görülmektedir.

Alt kriterlerin ağırlıklarının ana kriter ağırlıklarıyla çarpılmasından elde edilen bütünlük kriter ağırlıklarına bakıldığında %36,21'lik bir oranla birinci sırada kentsel altyapı, %12,69'luk bir oranla ikinci sırada trafik yoğunluğu, %12,67'lik bir oranla üçüncü sırada iş imkanlarının sağlanması, %6,60 'lık bir oranla dördüncü sırada yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil), %5,81'lik bir oranla beşinci sırada güvenlik/çevre ve terminal güvenliği, %5,74'lük bir oranla altıncı sırada çok modlu taşımaya bağlanabilirlik, %5,70'lik bir oranla yedinci sırada taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti %5,33'lük bir oranla sekizinci sırada servis kalitesi, %3,46'lık bir oranla dokuzuncu sırada bilgi altyapısı %1,36'lık bir oranla onuncu sırada yatırım geri ödeme süresi,

%1,20'lik bir oranla on birinci sırada teşvik/ bölgesel teşvik, %0,94'lük bir oranla on ikinci sırada kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi, %0,83'lük bir oranla on üçüncü sırada müşterilere yakınlık, %0,79'luk bir oranla on dördüncü sırada tedarikçilere yakınlık %0,69'luk bir oranla son sırada iletişim/ akıllı engelsiz iletişim yer almaktadır.

TOPSİS yöntemine göre alternatiflerin sıralaması gerçekleştirildiğinde 0,8909'lik oranla Yeşilbayır/İSTANBUL ilk sırada yer alırken, 0,6941'lik oranla ikinci sırada Çandarlı/İZMİR, 0,2878'lik oranla üçüncü sırada Filyos/ZONGULDAK, 0,2816'lık oranla dördüncü sırada Mardin ve 0,1713'lük bir oranla Habur/ŞIRNAK son sırada yer almaktadır.

Bulanık TOPSİS yöntemine göre alternatiflerin sıralaması gerçekleştirildiğinde 0,2920'lik bir oranla Çandarlı/ İZMİR ilk sırada yer alırken, 0,2810'luk bir oranla ikinci sırada Yeşilbayır/İSTANBUL, 0,2381'lik oranla üçüncü sırada Filyos/ZONGULDAK, 0,2109'luk oranla dördüncü sırada Mardin ve 0,1927'lik bir oranla Habur/ŞIRNAK son sırada yer almaktadır.

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda kullanılan kriterler daha önce yapılan lojistik köy yeri seçim çalışmalarında kullanılan ölçütler arasından seçilmiş olup, lojistik altyapısının şekillenmesinde Paris iklim anlaşmasının gerekleri de dikkate alınarak sürdürülebilir lojistiğe katkı sağlayacağı düşünülen kriterlerdir. Kullanılan kriterler sürdürülebilirliğin ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarına ek olarak teknolojik ana kriteri altında kategorize edilmiştir. Ekonomik ana kriteri altında yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil), yatırım geri ödeme süresi, taşıma maliyeti / lojistik maliyeti, kentsel altyapı yer almaktadır. Çevresel ana kriteri altında müşterilere yakınlık, tedarikçilere yakınlık, çok modlu taşımaya bağlanabilirlik, trafik yoğunluğu yer almaktadır. Sosyal ana kriteri altında iş imkanlarının sağlanması, güvenlik / çevre ve terminal güvenliği, teşvik / bölgesel teşvik, kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi yer almaktadır. Teknolojik ana kriteri altında servis kalitesi, bilgi altyapısı, iletişim / akıllı engelsiz iletişim yer almaktadır.

Türkiye coğrafi konumu ve medeniyetler arası köprü olmasının yanı sıra birçok yer altı ve yer üstü zenginliklerini barındırması ve bereketli topraklarıyla geçmişten günümüze birçok medeniyete ev sahipliği yapmıştır. Genç iş gücü varlığıyla bu kaynakların ürün ve hizmete dönüştürmesi ve nihai kullanıcıya ulaştırılmasının sağlanması konusunda da son zamanlarda yaptığı yeni hava alanları, duble yollar, köprü ve tünellerle ulaştırma ve lojistik konusunda da önemli yatırımlara imza atılmıştır. Büyüyen ekonomik göstergeler ve artan ihracat rakamlarının yanında ülkemizin tarihi ipek yolundan beri geçiş güzergahında bulunması yönüyle sınır komşularının yapmış oldukları lojistik faaliyetlerinden kaynaklı yoğunluktan etkilenmesi de bize göstermektedir ki ulaştırma ve lojistik altyapısı ve bunların verimli kullanımının önemi her geçen gün artmaktadır. Buna bağlı olarak lojistik faaliyetlerden kaynaklı çevre kirliliği ve egzoz emisyonlarında da artış kaçınılmazdır. Paris iklim anlaşmasının hedefleri doğrultusunda lojistik köylerin konumlandırılması, düzenlenmesi organizasyonunda optimum şartların sağlanmasına yönelik çalışmalar, lojistik faaliyetlerin daha çevreci gerçekleştirilmesi konusunda önemli bir misyon üstlenmektedir.

Lojistik köy yeri seçim kriterlerini karşılaştırdığımızda en önemli kriterin %36,21'lik bir oranla kentsel altyapı olduğu görülmektedir. Lojistik merkez için kentin yolları, bağlantı noktaları, konaklama, ulaşım ve sosyal imkanları, park yerleri gibi ihtiyaçları karşılayacak altyapıya sahip olması gerekmektedir. Bu kriteri %12,69'luk bir

oran ile ikinci en önemli kriter olan trafik yoğunluğu kriteri takip etmektedir. Bilindiği üzere trafikte lojistik araçların sık dur kalk yapması hem yakıt maliyetini arttırmakta buna bağlı fazla egzoz emisyonuna ve trafikte fazladan zaman kaybına yol açacağı için Lojistik köy yerinin trafik yoğunluğu az olduğu yerler tercih edilmektedir. Üçüncü en önemli kriter olan iş imkanlarının sağlanması %12,67'lik bir orana sahiptir. Kurulacak lojistik köyün istihdama katkı sağlaması sosyal açıdan fayda sağlaması önemlidir.

Küreselleşen Dünya'da teknolojik imkanlar ve E-Ticaret'in yaygınlaşmasıyla artık müşteri ve tedarikçi bir yerde değil her yerdedir. Bu durum Türkiye gibi çeşitli yer altı ve yer üstü kaynaklarına sahip iki kıtayı birbirine bağlayan ve kara, hava, deniz, demiryolu ve boru hattı gibi taşıma modlarının hepsinin kullanımına uygun, büyüyen ekonomiye sahip olan ülkemiz için çok daha geçerli bir söylemdir. Sürdürülebilir lojistik açısından egzoz emisyonunun azalması yönüyle lojistik köy yeri seçim kriterlerinde kullandığımız müşteriye yakınlık kriterinin %0,83'lük bir oranla on üçüncü sırada çıkması, tedarikçiye yakınlık kriterlerinin %0,79'luk bir oranla on dördüncü sırada olması ve oranlarının oldukça düşük çıkması Türkiye'de yapılacak lojistik köy yeri seçimlerinde bu kriterlerin ihmal edilebileceği gerçeği karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca iletişim/ akıllı ve engelsiz iletişim kriterinin %0,69'luk bir oranla son sırada olması lojistik köy yeri seçiminde diğer kriterlere göre oldukça etkisiz bir kriter olduğu görülmektedir. Bu kriter de Türkiye'de yapılacak lojistik köy yeri seçimi çalışmaları için ihmal edilebilecek bir kriterdir.

Paris iklim anlaşmasında küresel ısınmanın sanayi devriminden günümüze kadar 1 santigrat dereceye ulaşan yerküre ısınmasının 2 santigrat dereceye ulaşmaması bu değer in altında ve mümkün olduğu kadar 1,5 °C seviyelerinde tutulmasına karar verilmiştir. Öngörülen bu oranların sağlanabilmesi için emisyonda en büyük paya sahip sektörlerden ulaştırma ve lojistik önemle dikkate alınmalıdır. Bu sektörlerdeki emisyon azaltma çalışmalarına gerek planlamalar ve altyapı düzeltmeleri, gerekse de dönüşümlerle katkıda bulunulmalıdır. Lojistik köylerinin trafik yoğunluğunu azaltacak şekilde yerleştirilmesi, daha az emisyon oluşturan taşıma modlarının da rahat bir şekilde kullanılabilirdiği ulaşım altyapısının nispeten daha iyi olduğu lokasyonlarda organize olması, bu bağlamda önem taşımaktadır.

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından hazırlanan ve 2024-2028 yıllarını kapsayan On İkinci Kalkınma Planı'nda da yer alan Lojistik ve Ulaştırma amaçlarına bakıldığında Türkiye'de modlar arası ve çok modlu taşımacılığın geliştirilerek lojistikte bölgesel üs olma potansiyelinden yeterince

faaydalanılması hedeflenmektedir. Bu anlamda lojistik köylerin önemi bir kez daha ortaya konulmaktadır.

Lojistik köyler için en uygun lokasyonlarının belirlenmesi lojistik faaliyetlerde çeşitli kolaylıklar sağlayarak verimliliği artıracak, böylelikle hem zaman hem kaynak tasarrufu sağlayacaktır. TCDD ülkemizde şu ana kadar işletmeye açtığı lojistik köylerle karayolunun yanı sıra daha ekonomik ve çevre dostu taşıma modlarının kullanılmasına imkân sağlamakta ve açmayı planladığı yeni lojistik köylerle bu misyonunu geliştirmeye yönelik adımlar atmaktadır. Çalışmamızda alternatif olarak ele aldığımız lojistik köy yerleri, TCDD'nin gelecekte faaliyete geçirmeyi planladığı etüt ve planlama aşamasında olan lojistik köy yerleridir.

Lojistik alanında faaliyet gösteren şirketlerin üst düzey yöneticileri ve akademisyenlerden oluşan 6 uzmanın tecrübe ve görüşüne başvurularak kriterlerin ikili karşılaştırmasının yapılması istenmiş ve AHP yöntemiyle kriter ağırlıkları bulunmuş ve bulunan ağırlıklara göre alternatiflerin TOPSİS yöntemi ile sıralaması yapılmıştır. Yine aynı uzmanların kriter ve alternatifleri dilsel ifadelerle derecelendirmesinden elde edilen veriler kullanılarak Bulanık TOPSİS yöntemiyle alternatiflerin yeniden sıralaması yapılmış ve çıkan sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Uzmanlar tarafından alt kriterlere göre 1 ve 5 arasında puan verilerek derecelendirilen alternatifler TOPSİS yöntemi kullanılarak sıralanmıştır. Bu sıralamaya göre birinci sırada Yeşilbayır/ İSTANBUL, ikinci sırada Çandarlı/ İZMİR, üçüncü sırada Filyos/ ZONGULDAK, dördüncü sırada Mardin ve son sırada Habur/ ŞIRNAK yer almaktadır.

Uzmanlar tarafından dilsel ifadelerle derecelendirilen alternatifler ve kriterler üçgen bulanık sayılara dönüştürülerek Bulanık TOPSİS yöntemi kullanılarak yeniden sıralama yapılmıştır bu yöntemde ise birinci sırada Çandarlı/ İZMİR, ikinci sırada Yeşilbayır/ İSTANBUL, üçüncü sırada Fiyos/ ZONGULDAK, dördüncü sırada Mardin ve son sırada Habur/ ŞIRNAK yer almaktadır.

TOPSİS yönteminde ilk sırada Yeşilbayır/ İSTANBUL, ikinci sırada Çandarlı/ İZMİR olarak bulunurken Bulanık TOPSİS yönteminde ilk sırada Çandarlı/ İZMİR ikinci sırada Yeşilbayır/ İSTANBUL olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer alternatiflerin her iki yöntemde de sıralamasının değişmediği görülmektedir.

Çalışmamız sonucunda ortaya çıkan verilere bakıldığında TCDD'nin etüt ve planlama aşamasında olan 5 (Beş) adet aday lojistik köy yeri içerisinde işletmeye

açılmasına öncelik verilmesi Paris iklim anlaşması ve sürdürülebilir lojistiğe en fazla katkı sağlayacağı görülen Yeşilbayır/ İSTANBUL ve Çandarlı/ İZMİR lojistik köyleridir.

Bu çalışmada kullanılan kriterler ağırlıkları nispetinde ileride yapılacak lojistik merkez ve lojistik köy yeri seçimi çalışmalarında kullanılabilir. Kriter ağırlıkları, sonraki çalışmalar için araştırmacılara fikir verebilir. Farklı alternatifler üzerinde çalışılarak ya da farklı uzman görüşleri kullanılarak sonuçlar geliştirilebilir. Farklı yöntemler kullanılarak sonuçlar karşılaştırılabilir. Alternatifler bölgesel çalışmalara indirgenerek bölgesel lojistik merkez seçim çalışması yapılabilir.



6. KAYNAKLAR

- Abdur Razzaque, M. (1997). Challenges to logistics development: The case of a Third World country - Bangladesh. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 27(1), 18–38. <https://doi.org/10.1108/09600039710162268>
- Agrawal, S., Singh, R. K., & Murtaza, Q. (2016). Disposition decisions in reverse logistics by using AHP-fuzzy TOPSIS approach. *Journal of Modelling in Management*, 11(4), 932–948. <https://doi.org/10.1108/JM2-12-2014-0091>
- Akın, G. (2006). Küresel ısınma, nedenleri ve sonuçları. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 2, 029–043. https://doi.org/10.1501/dtcfder_0000000673
- Alberto, P. (2000). The logistics of industrial location decisions: An application of the Analytic Hierarchy Process methodology. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 3(3), 273–289. <https://doi.org/10.1080/713682767>
- Aljohani, K., & Thompson, R. G. (2020). A multi-criteria spatial evaluation framework to optimise the siting of freight consolidation facilities in inner-city areas. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 138, 51–69. <https://doi.org/10.1016/J.TRA.2020.05.020>
- Amiri, M. P. (2010). Project selection for oil-fields development by using the AHP and fuzzy TOPSIS methods. *Expert Systems with Applications*, 37(9), 6218–6224. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.02.103>
- Asadi, S., Hussin, A. R. C., & Dahlan, H. M. (2017). Organizational research in the field of Green IT: A systematic literature review from 2007 to 2016. *Telematics and Informatics*, 34(7), 1191–1249. <https://doi.org/10.1016/J.TELE.2017.05.009>
- Aşıkoğlu, N. O. (2015). *KOBİ'lerde tepe yöneticilerinin niteliklerinin kümelenme stratejisine etkileri: Afyonkarahisar mermer sektörü örneği. (Doktora tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü.*
- Awasthi, A., & Chauhan, S. S. (2012). A hybrid approach integrating Affinity Diagram, AHP and fuzzy TOPSIS for sustainable city logistics planning. *Applied Mathematical Modelling*, 36(2), 573–584. <https://doi.org/10.1016/J.APM.2011.07.033>
- Awasthi, A., Chauhan, S. S., & Goyal, S. K. (2011). A multi-criteria decision making approach for location planning for urban distribution centers under uncertainty. *Mathematical and Computer Modelling*, 53(1–2), 98–109. <https://doi.org/10.1016/J.MCM.2010.07.023>
- Aydın, G. T., & Ögüt, K. S. (2008b). *Avrupa ve Türkiye'de lojistik köyleri. 2. Uluslararası Demiryolu Sempozyumu 15-17 Ekim 2008, İstanbul*, 1471–1481.
- Aydın, G. T., & Ögüt, K. S. (2008a). *Lojistik köy nedir? 2. Uluslararası Demiryolu Sempozyumu 15-17 Ekim 2008, İstanbul*, 1439–1448.
- Azizkhani, M., Vakili, A., Noorollahi, Y., & Naseri, F. (2017). Potential survey of photovoltaic power plants using Analytical Hierarchy Process (AHP) method in Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 1198–1206. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.103>
- Bedük, F., & Aydın, M. E. (2012). *Yeşil lojistik uygulamaları. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, 10-12 Mayıs 2012, Konya*, 42–48.

- Björklund, M. (2011). Influence from the business environment on environmental purchasing — Drivers and hinders of purchasing green transportation services. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 17(1), 11–22. <https://doi.org/10.1016/J.PURSUP.2010.04.002>
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Cooper, M. B. (2002). *Supply Chain Logistics Management*. New York: Mc Graw Hill.
- Brito, M. P. De, & Dekker, R. (2002). Reverse Logistics - a framework. *Econometric Institute Report EI 2002*, 38, 1–19.
- Carter, C. R., & Rogers, D. S. (2008). A framework of sustainable supply chain management: Moving toward new theory. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 38(5), 360–387. <https://doi.org/10.1108/09600030810882816>
- Çetin, C., Akın, B., & Erol, V. (1998). *Toplam kalite yönetimi ve ISO 9000 kalite güvence sistemi*. İstanbul: Beta Yayınları.
- Çevik, O., & Gülcan, B. (2011). Lojistik faaliyetlerin çevresel sürdürülebilirliği ve Marco Polo programı. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 13(20), 35–44.
- Chen, C.-T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 114(1), 1–9. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(97\)00377-1](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(97)00377-1)
- Crainic, T. G. (2016). Transportation science special issue on freight transportation and logistics, Part II. *Transportation Science*, 50(4), 1204–1205. <https://doi.org/10.1287/trsc.2016.0713>
- Cristea, M., & Cristea, C. (2016). a Multicriteria Decision-Making Approach Used for the Selection of a Logistics Center Location. *ANNALS OF THE ORADEA UNIVERSITY. Fascicle of Management and Technological Engineering.*, Volume XXV(1). <https://doi.org/10.15660/auofmte.2016-1.3202>
- Dağdeviren, M. (2007). Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile personel seçimi ve bir uygulama. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22(4).
- Deakin, E. (2001). Sustainable development and sustainable transportation : strategies for economic prosperity , environmental quality , and equity. In *Sustainable Development* (Working Paper 2001-3).
- Denizcilik Bilgileri. (2019). *Yeni gemi yakıtı VLSF*.
- Dey, A., LaGuardia, P., & Srinivasan, M. (2011). Building sustainability in logistics operations: A research agenda. *Management Research Review*, 34(11), 1237–1259. <https://doi.org/10.1108/01409171111178774>
- Dulkadiroğlu, H. (2018). Türkiye’de elektrik üretiminin sera gazı emisyonları açısından incelenmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(1), 67–74. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.369948>
- Dündar, A. O., & Kolay, A. (2021). Karayolu yük ve yolcu taşımacılığının çevresel sürdürülebilirlik bakımından değerlendirilmesi ve Konya ili sera gazı emisyonunun hesaplanması. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(1), 317–334. <https://doi.org/10.25287/ohuiibf.786463>
- Ekol Lojistik. (n.d.). *Ekol kurumsal sosyal sorumluluk çevre*. <https://www.ekol.com/tr/kurumsal/kurumsal-sosyal-sorumluluk/cevre/> (Erişim tarihi:

26.05.2023)

Eleren, A. (2007). Kuruluş yeri seçiminin Fuzzy Topsis yöntemi ile belirlenmesi: Deri sektörü örneği. *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, 7(13), 280–295.

Elgün, M. N., & Aşıkoğlu, N. O. (2016). Lojistik köy yeri seçiminde Topsis yöntemiyle merkezlerin değerlendirilmesi. *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(1), 161–170. <https://doi.org/10.5578/jeas.27638>

Erdal, M. (2014). *Satınalma ve Tedarik Zinciri Yönetimi*. İstanbul: Beta Basım Yayın.

Erol, İ., & Özmen, A. (2008). Çevresel düzeyde sürdürülebilirlik performansının ölçülmesi: Perekende sektöründe bir uygulama. *Iktisat İşletme ve Finans*, 23(266), 70–94.

Erol, İ., Velioğlu, M. N., & Şerifoğlu, F. S. (2006). AB uyum yasaları ve sürdürülebilir kalkınma bağlamında tersine tedarik zinciri yönetimi: Türkiye'ye yönelik araştırma fırsatları ve önerileri. *Iktisat İşletme ve Finans*, 21(244), 86–106.

Ertuğrul, İ., & Karakaşoğlu, N. (2009). Performance evaluation of Turkish cement firms with fuzzy analytic hierarchy process and TOPSIS methods. *Expert Systems with Applications*, 36(1), 702–715. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.10.014>

Eryuruk, S. H., Kalaoğlu, F., & Baskak, M. (2013). Comparison of logistics and clothing sectors for a logistics center site selection using AHP. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 2(98), 13–18.

Farahani, R. Z., SteadieSeifi, M., & Asgari, N. (2010). Multiple criteria facility location problems: A survey. *Applied Mathematical Modelling*, 34(7), 1689–1709. <https://doi.org/10.1016/J.APM.2009.10.005>

Figliozzi, M. (2010). Vehicle routing problem for emissions minimization. *Transportation Research Record*, 2197(1), 1–7.

Flypgs. (2022). *Pegasus, Sürdürülebilir Havacılık Yakıtı (SAF) ile Türkiye'de ilk uçuşunu gerçekleştirdi.* 02.03.2022 <https://www.flypgs.com/basin-bultenleri/pegasus-surdurulebilir-havacilik-yakiti-saf-ile-turkiyede-ilk-ucusunu-gerceklestirdi>, (Erişim tarihi: 08.06.2023)

Garcia-Aunon, P., Roldán, J. J., & Barrientos, A. (2019). Monitoring traffic in future cities with aerial swarms: Developing and optimizing a behavior-based surveillance algorithm. *Cognitive Systems Research*, 54, 273–286. <https://doi.org/10.1016/J.COGSYS.2018.10.031>

Genç, E., & Coşmuş, Ş. (2021). Lojistik köylerin yönetim özellikleri ve Türkiye'deki lojistik köyler. *Journal Of Social, Humanities And Administrative Sciences*, 7(35), 68–79. <https://doi.org/10.31589/JOSHAS.511>

Geng, Y., Ji, W., Wang, Z., Lin, B., & Zhu, Y. (2019). A review of operating performance in green buildings: Energy use, indoor environmental quality and occupant satisfaction. *Energy and Buildings*, 183, 500–514. <https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2018.11.017>

Gianfrate, G., & Peri, M. (2019). The green advantage: Exploring the convenience of issuing green bonds. *Journal of Cleaner Production*, 219, 127–135. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.02.022>

Giri, B. C., Chakraborty, A., & Maiti, T. (2017). Pricing and return product collection decisions in a closed-loop supply chain with dual-channel in both forward and reverse logistics. *Journal of Manufacturing Systems*, 42, 104–123.

<https://doi.org/10.1016/J.JMSY.2016.11.007>

Guarnieri, P., e Silva, L. C., & Levino, N. A. (2016). Analysis of electronic waste reverse logistics decisions using Strategic Options Development Analysis methodology: A Brazilian case. *Journal of Cleaner Production*, 133, 1105–1117. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.06.025>

Gürdal, S. (2006). *Türkiye lojistik sektörü altyapı analizi*. İstanbul:İstanbul Ticaret Odası.

Güvercin, S. (2018). Sürdürülebilir kalkınma için yeşil lojistiğin önemi Dünya ve Türkiye'deki uygulama örnekleri. *The Journal of Social Sciences*, 19(19), 465–481. <https://doi.org/10.16990/SOBIDER.4003>

Hassini, E., Surti, C., & Searcy, C. (2012). A literature review and a case study of sustainable supply chains with a focus on metrics. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 69–82. <https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2012.01.042>

He, Y., Wang, X., Lin, Y., Zhou, F., & Zhou, L. (2017). Sustainable decision making for joint distribution center location choice. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 55, 202–216. <https://doi.org/10.1016/J.TRD.2017.07.001>

He, Z., Chen, P., Liu, H., & Guo, Z. (2017). Performance measurement system and strategies for developing low-carbon logistics: A case study in China. *Journal of Cleaner Production*, 156, 395–405. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2017.04.071>

Holmberg, J., & Sandbrook, R. (2019). Sustainable development: what is to be done? In *Policies for a small planet* (pp. 19–38). Routledge.

Ilgin, M. A., & Gupta, S. M. (2010). Environmentally conscious manufacturing and product recovery (ECMPRO): A review of the state of the art. *Journal of Environmental Management*, 91(3), 563–591. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2009.09.037>

International Transport Forum. (2010). *Transport greenhouse gas emissions*. <http://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/10ghgcountry.pdf>, (Erişim: 03.04.2023)

Jayant, A., Gupta, P., Garg, S. K., & Khan, M. (2014). TOPSIS-AHP based approach for selection of reverse logistics service provider: A case study of mobile phone industry. *Procedia Engineering*, 97, 2147–2156. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.458>

Jurík, L., Hornáková, N., Šantavá, E., Cagaňová, D., & Sablik, J. (2022). Application of AHP method for project selection in the context of sustainable development. *Wireless Networks*, 28(2), 893–902. <https://doi.org/10.1007/s11276-020-02322-2>

Kalkınma Bakanlığı. (2013). *Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018*.

Kangari, R., & Riggs, L. S. (1989). Construction risk assessment by linguistics. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 36(2), 126–131. <https://doi.org/10.1109/17.18829>

Karakaya, E. (2016). Paris İklim Anlaşması: İçeriği ve Türkiye üzerine bir değerlendirme. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 1–12. <https://doi.org/10.30803/adusobed.188842>

Kaynak, M., & Zeybek, H. (2007). İntermodal terminallerin gelişiminde lojistik merkezler, dağıtım parkları ve Türkiye'deki durum. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(2), 39–58.

Kazançoğlu, Y., Özbiltekin, M., & Özkan-Özen, Y. D. (2019). Sustainability benchmarking for logistics center location decision. *Management of Environmental*

Quality: An International Journal, 31(5), 1239–1260. <https://doi.org/10.1108/MEQ-08-2019-0177>

Keskin, M. H. (2020). Fiziki lojistik faaliyetler: Taşımacılık, depolama ve elleçleme. In A. Z. Acar (Ed.), *Lojistik Yönetimi* (pp. 120–153).

Kieu, P. T., Nguyen, V. T., Nguyen, V. T., & Ho, T. P. (2021). A Spherical Fuzzy Analytic Hierarchy Process (SF-AHP) and Combined Compromise Solution (CoCoSo) Algorithm in Distribution Center Location Selection: A Case Study in Agricultural Supply Chain. *Axioms*, 10(2), 53. <https://doi.org/10.3390/axioms10020053>

Kılıç, Y., Aycan Karaatlı, M., Demiral, M. F., & Pala, Y. (2009). *Gelişmekte olan ülkelerde sürdürülebilir kalkınma açısından lojistik köyler: Türkiye örneği. Uluslararası Davraz Kongresi 24-27 Eylül 2009 Isparta*, 13–14.

Komchornrit, K. (2017). The Selection of Dry Port Location by a Hybrid CFA-MACBETH-PROMETHEE Method: A Case Study of Southern Thailand. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 33(3), 141–153. <https://doi.org/10.1016/J.AJSL.2017.09.004>

Konur, D., & Schaefer, B. (2014). Integrated inventory control and transportation decisions under carbon emissions regulations: LTL vs. TL carriers. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 68, 14–38. <https://doi.org/10.1016/J.TRE.2014.04.012>

Kozlu, C. (2003). *Uluslararası pazarlama; İlkeler ve uygulamalar*. İstanbul:Türkiye İş Bankası Yayınları.

Küçükertan, O. (2016). *Omsan çevreci hizmete odaklandı*. 27.07.2016 <https://www.transmedya.com/omsan-cevreci-hizmete-odaklandi>, (Erişim tarihi: 26.05.2023)

Kumar, A., & Anbanandam, R. (2019). Location selection of multimodal freight terminal under STEEP sustainability. *Research in Transportation Business & Management*, 33, 100434. <https://doi.org/10.1016/J.RTBM.2020.100434>

Lambert, D., Stock, J. R., & Ellram, L. M. (1998). *Fundamentals of logistics management*. McGraw-Hill/Irwin.

Li, X., Zhao, X., & Bai, D. (2020). Marine transport efficiency evaluation of cross-border logistics based on AHP-TOPSIS Method. *Journal of Coastal Research*, 110(sp1). <https://doi.org/10.2112/JCR-SI110-023.1>

Li, Y., Liu, X., & Chen, Y. (2011). Selection of logistics center location using Axiomatic Fuzzy Set and TOPSIS methodology in logistics management. *Expert Systems with Applications*, 38(6), 7901–7908. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2010.12.161>

Lieb, K. J., & Lieb, R. C. (2010). Environmental sustainability in the third-party logistics (3PL); industry. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 40(7), 524–533. <https://doi.org/10.1108/09600031011071984>

Lin, B., & Du, Z. (2017). Can urban rail transit curb automobile energy consumption? *Energy Policy*, 105, 120–127. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2017.02.038>

Lin, Z.-C., & Yang, C.-B. (1996). Evaluation of machine selection by the AHP method. *Journal of Materials Processing Technology*, 57(3–4), 253–258. [https://doi.org/10.1016/0924-0136\(95\)02076-4](https://doi.org/10.1016/0924-0136(95)02076-4)

Liu, J., & Wei, Q. (2018). Risk evaluation of electric vehicle charging infrastructure

- public-private partnership projects in China using fuzzy TOPSIS. *Journal of Cleaner Production*, 189, 211–222. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.103>
- Lojiport. (2013). *OMSAN’la arabam tatilde*. 17 Mayıs 2013 <https://www.lojiport.com/omsanla-arabam-tatilde-59122h.htm>, (Erişim tarihi: 18.05.2023)
- Long, R., Li, H., Wu, M., & Li, W. (2021). Dynamic evaluation of the green development level of China’s coal-resource-based cities using the TOPSIS method. *Resources Policy*, 74, 102415. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102415>
- Loukopoulos, P. (2007). A Classification of Travel Demand Management Measures. In *Threats from Car Traffic to the Quality of Urban Life* (pp. 273–292). Emerald Group Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/9780080481449-015>
- Luu, C., von Meding, J., & Mojtahedi, M. (2019). Analyzing Vietnam’s national disaster loss database for flood risk assessment using multiple linear regression-TOPSIS. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 40, 101153. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101153>
- Markley, M. J., & Davis, L. (2007). Exploring future competitive advantage through sustainable supply chains. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 37(9), 763–774. <https://doi.org/10.1108/09600030710840859>
- Mars Logistics. (2012). *Mars lojistik sürdürülebilirlik raporu 2012*. https://www.marslogistics.com/content/images/web/pdf/surdurulebilirlik_2012.pdf. (Erişim tarihi: 14.05.2023)
- Mayyas, A., Omar, M. A., & Hayajneh, M. T. (2016). Eco-material selection using fuzzy TOPSIS method. *International Journal of Sustainable Engineering*, 1–13. <https://doi.org/10.1080/19397038.2016.1153168>
- Mehra, K. S., Goel, V., Singh, S., Pant, G., & Singh, A. K. (2023). Experimental investigation of emission characteristics of CI engine using biodiesel-diesel blends and best fuel selection: An AHP-TOPSIS approach. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.02.237>
- Mentzer, J. T., Keebler, J. S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining supply chain management. *Journal of Business*, 22(2), 1–25.
- Mücevher, M. H. (2021). Sürdürülebilir lojistik için üç öncelikli strateji: Yeşil lojistik, tersine lojistik ve yalın lojistik. *EnderuDergisi*, 5(1), 39–54.
- Murphy, P. R., & Poist, R. F. (2003). Green perspectives and practices: A “comparative logistics” study. *Supply Chain Management*, 8(2), 122–131. <https://doi.org/10.1108/13598540310468724>
- Naumann, S., Davis, M., Kaphengst, T., Pieterse, M., & Rayment, M. (2011). Design, implementation and cost elements of Green Infrastructure projects. *Final Report, European Commission, Brussels*, 138.
- Ngai, E. W. T., & Chan, E. W. C. (2005). Evaluation of knowledge management tools using AHP. *Expert Systems with Applications*, 29(4), 889–899. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2005.06.025>
- Nong, T. N. M. (2022). A hybrid model for distribution center location selection. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 38(1), 40–49. <https://doi.org/10.1016/J.AJSL.2021.10.003>

- Öncü, E., & Özdemir, Ö. (2020). Ekonomik Büyüme ve Ulaştırma Altyapı Kalitesinin CO2 Emisyonuna Etkisinin İncelenmesi. *Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8, 45–54.
- Öz, M. (2011). Lojistikte Yeni Yaklaşımlar. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(1), 141–155.
- Özcan, E., Ünlüsoy, S., & Eren, T. (2017). ANP ve TOPSIS yöntemleriyle Türkiye’ de yenilenebilir enerji yatırım alternatiflerinin Değerlendirilmesi. *Selcuk University Journal of Engineering ,Science and Technology*, 5(2), 204–219. <https://doi.org/10.15317/Scitech.2017.82>
- Özceylan, E., Erbaş, M., Tolon, M., Kabak, M., & Durut, T. (2016). Evaluation of freight villages: A GIS-based multi-criteria decision analysis. *Computers in Industry*, 76, 38–52. <https://doi.org/10.1016/J.COMPIND.2015.12.003>
- Özkök, G. A., & Yardımcı, İ. (2016). *Perakende sektöründe yeşil lojistik uygulamaları. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi Mersin.*
- Paksoy, T., & Altıparmak, F. (2003). Dağıtım ağlarının tasarımı ve eniyilemesi kapsamında tedarik zinciri ve lojistik yönetimine bir bakış: Son gelişmeler ve genel durum. *Yıldız Teknik Üniversitesi Dergisi*, 4, 149–167.
- Perçin, S., & Sönmez, Ö. (2018). Bütünleşik Entropi Ağırlık ve Topsis yöntemleri kullanılarak Türk sigorta şirketlerinin performansının ölçülmesi*. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 18. Eyl Özel sayısı, 565–568. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.347924>
- Pham, T. Y., Ma, H. M., & Yeo, G. T. (2017). Application of Fuzzy Delphi TOPSIS to Locate Logistics Centers in Vietnam: The Logisticians’ Perspective. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 33(4), 211–219. <https://doi.org/10.1016/J.AJSL.2017.12.004>
- Pooler, V. H., Pooler, D. J., & Farney, S. D. (2007). *Global purchasing and supply management: Fulfill the vision.* Springer Science & Business Media, USA.
- Rahimi, K., & Davoudi, M. (2018). Electric vehicles for improving resilience of distribution systems. *Sustainable Cities and Society*, 36, 246–256. <https://doi.org/10.1016/J.SCS.2017.10.006>
- Rane, N. L., Achari, A., Choudhary, S. P., Mallick, S. K., Pande, C. B., Srivastava, A., & Moharir, K. N. (2023). A decision framework for potential dam site selection using GIS, MIF and TOPSIS in Ulhas river basin, India. *Journal of Cleaner Production*, 423, 138890. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138890>
- Rao, C., Goh, M., Zhao, Y., & Zheng, J. (2015). Location selection of city logistics centers under sustainability. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 36, 29–44. <https://doi.org/10.1016/J.TRD.2015.02.008>
- Regmi, M. B., & Hanaoka, S. (2013). Location analysis of logistics centres in Laos. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 16(3), 227–242. <https://doi.org/10.1080/13675567.2013.812194>
- Richardson, B. C. (1999). Toward a Policy on a Sustainable Transportation System. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1670(1), 27–34. <https://doi.org/10.3141/1670-05>
- Rogers, D. S., & Tibben-Lembke, R. (2001). An examination of reverse logistics practices. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 129–148. <https://doi.org/10.1002/j.2158->

1592.2001.tb00007.x

Roh, S., Jang, H., & Han, C. (2013). Warehouse location decision factors in humanitarian relief logistics. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 29(1), 103–120. <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2013.05.006>

Rześny-Cieplińska, J., & Szmelter-Jarosz, A. (2020). Environmental sustainability in city logistics measures. *Energies*, 13(6), 1303. <https://doi.org/10.3390/en13061303>

Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. paperback edition, RWS Publications, Pittsburgh, P A. First appeared 1980, McGraw Hill, New York., 1990.

Saaty, T. L. (2001). *Decision making with dependence and Feedback The Analytic Network Process*,. RWS Publications.

Saeidi, R., Noorollahi, Y., Aghaz, J., & Chang, S. (2023). FUZZY-TOPSIS method for defining optimal parameters and finding suitable sites for PV power plants. *Energy*, 282, 128556. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.128556>

Sandık, U. (2015). *Pirinç ve karahindibadan lastik ürettiler. 27 Haziran 2015* <https://www.sabah.com.tr/yazarlar/cumartesi/sandik/2015/06/27/pirinc-ve-karahindibadan-lastik-urettiler>, (Erişim tarihi: 17.05.2023)

Santos, M. dos, Costa, I. P. de A., & Gomes, C. F. S. (2021). Multicriteria decision-making in the selection of warships: A new approach to the AHP method. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 13(1). <https://doi.org/10.13033/ijahp.v13i1.833>

Sarkis, J. (2003). A strategic decision framework for green supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 11(4), 397–409. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00062-8)

Sarkis, J., Helms, M. M., & Hervani, A. A. (2010). Reverse logistics and social sustainability. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 17(6), 337–354. <https://doi.org/10.1002/csr.220>

Sims, R. E. H., Mabee, W., Saddler, J. N., & Taylor, M. (2010). An overview of second generation biofuel technologies. *Bioresource Technology*, 101(6), 1570–1580. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2009.11.046>

Singh, R. K., Chaudhary, N., & Saxena, N. (2018). Selection of warehouse location for a global supply chain: A case study. *IIMB Management Review*, 30(4), 343–356. <https://doi.org/10.1016/J.IIMB.2018.08.009>

Singh, R. K., Gunasekaran, A., & Kumar, P. (2018). Third party logistics (3PL) selection for cold chain management: a fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS approach. *Annals of Operations Research*, 267(1–2), 531–553. <https://doi.org/10.1007/s10479-017-2591-3>

Soba, M., Şimşek, A., & Bayhan, M. (2014). Bulanık Topsis yöntemi ile alışveriş merkezi kuruluş yeri seçimi: Uşak ilinde bir uygulama. *Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 103–132.

Soleimani, H., Chaharlang, Y., & Ghaderi, H. (2018). Collection and distribution of returned-remanufactured products in a vehicle routing problem with pickup and delivery considering sustainable and green criteria. *Journal of Cleaner Production*, 172, 960–970. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2017.10.124>

Srivastava, S. K. (2007). Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review. *International Journal of Management Reviews*, 9(1), 53–80.

<https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2007.00202.x>

Stević, Ž., Veskovi, S., Vasiljevi, M., & Tepi, G. (2015). *The selection of the logistics center location using AHP method*. 86–91. <http://logic.sf.bg.ac.rs/wp-content/uploads/Papers/LOGIC2015/ID-15.pdf>

Stock, J. R. (1997). Applying theories from other disciplines to logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 27(9/10), 515–539. <https://doi.org/10.1108/09600039710188576>

Stock, J. R., & Lambert, D. M. (2001). *Strategic logistics management* (4'th ed.). New York:McGraw-Hill.

Sun, C.-C., & Lin, G. T. R. (2009). Using fuzzy TOPSIS method for evaluating the competitive advantages of shopping websites. *Expert Systems with Applications*, 36(9), 11764–11771. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.04.017>

Swamidass, P. M. (2000). Encyclopedia of production and manufacturing management. In *Encyclopedia of Production and Manufacturing Management* (pp. 827–827). Springer US. https://doi.org/10.1007/1-4020-0612-8_1037

T.C. Dışişleri Bakanlığı. (n.d.). *Paris Anlaşması. Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı* <https://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa>, (Erişim tarihi: 13.03.2023)

T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı. (2012). Lojistik Performans Endeksi 2012. *Ekonomik Analiz ve Değerlendirme Dairesi, Yayın No.138*.

Tadić, S., Krstić, M., Roso, V., & Brnjac, N. (2020). Dry Port Terminal Location Selection by Applying the Hybrid Grey MCDM Model. *Sustainability*, 12(17), 6983. <https://doi.org/10.3390/su12176983>

Tadić, S., Zečević, S., & Krstić, M. (2014). A novel hybrid MCDM model based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy VIKOR for city logistics concept selection. *Expert Systems with Applications*, 41(18), 8112–8128. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2014.07.021>

Tanyaş, M. (2009). *Akademi lojistik: Lojistik kavram ve terimleri rehber kitabı. Mersin Ticaret ve Sanayi Odası Yayını*, 8.

TCDD. (n.d.). *Lojistik merkezler*. <https://www.tcdd.gov.tr/kurumsal/lojistik-merkezler>, Erişim tarihi: 08.08.2023.

Transmedya. (2017). *Mars Logistics 'den yeşil başarı*. <https://www.transmedya.com/mars-logisticsden-yesil-basari>. (Erişim tarihi: 14.05.2023)

Turgut, M., & Şahin, A. Y. (2019). Analitik hiyerarşi prosesi yöntemi ile yaş sebze ve meyve depo yeri seçimi: Mersin İli Uygulaması. *Denizcilik ve Lojistik Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 42–59.

Turskis, Z., & Zavadskas, E. K. (2010). A new fuzzy additive ratio assessment method (ARAS-F). Case study: The analysis of fuzzy Multiple Criteria in order to select the logistic centers location. *Transport*, 25(4), 423–432. <https://doi.org/10.3846/transport.2010.52>

United Nations. (2005). *2005 World Summit Outcome. United Nations, New York*.

Uysal, H. T., & Yavuz, K. (2014). Selection of Logistics Centre Location via ELECTRE Method : A Case Study in Turkey. *International Journal of Business and Social Science*, 5(9), 276–289.

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1050.9078&rep=rep1&type=pdf>

Uzel Aydınocak, E. (2020). Lojistikte talep yönetimi, sipariş yönetimi ve müşteri ilişkileri. In A. Z. Acar (Ed.), *Lojistik Yönetimi* (pp. 94–119).

Varsei, M. (2016). Sustainable supply chain management: A brief literature review. *The Journal of Developing Areas*, 50(6), 411–419. <https://doi.org/10.1353/jda.2016.0129>

Vatansever, K. (2013). Tedarikçi seçim kararlarında bulanık TOPSIS yönteminin kullanımı ve bir uygulama. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(3), 155–168.

Wackernagel, M., & Rees, W. (2004). What is an ecological footprint. *The Sustainable Urban Development Reader*, 211–219.

Wan Ahmad, W. N. K., Rezaei, J., Tavasszy, L. A., & de Brito, M. P. (2016). Commitment to and preparedness for sustainable supply chain management in the oil and gas industry. *Journal of Environmental Management*, 180, 202–213. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2016.04.056>

Wang, Y.-J. (2014). The evaluation of financial performance for Taiwan container shipping companies by fuzzy TOPSIS. *Applied Soft Computing*, 22, 28–35. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2014.03.021>

Wang, Y., Zhang, D., Hu, L., Yang, Y., & Lee, L. H. (2017). A Data-Driven and optimal bus scheduling model with time-dependent traffic and demand. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 18(9), 2443–2452. <https://doi.org/10.1109/TITS.2016.2644725>

Wilson, D. (2010). Tire management: A key sustainable logistics building block. *Dairy Foods*, 111(2), 62.

Wolnowska, A. E., & Konicki, W. (2019). Multi-criterial analysis of oversize cargo transport through the city, using the AHP method. *Transportation Research Procedia*, 39, 614–623. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.06.063>

Wong, W. P., Soh, K. L., Sinnandavar, C. M., & Mushtaq, N. (2018). Could the service consumption-production interface lift national logistics performance? *Resources, Conservation and Recycling*, 128, 222–239. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2016.10.002>

Yangınlar, G., & Bal, N. (2019). Yalın yönetim ve yalın lojistik kavramlarının irdelenmesi. *Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(1), 151–161. <https://doi.org/10.30692/sisad.492188>

Yangınlar, G., & Sari, K. (2014). *Yeşil lojistik uygulamaları ve işletme performansı üzerine bir literatür araştırması. 3.Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, 15-17 Mayıs, Trabzon.*

Yavuz, A. (2010). Sürdürülebilirlik kavramı ve işletmeler açısından sürdürülebilir üretim stratejileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(14), 63–86.

Yeşil Lojistikçiler. (2014). *İşte Arkas'ın sürdürülebilirlik projeleri. 27 Haziran 2015* <https://www.yesillojistikciler.com/lojistik/iste-arkasin-surdurulebilirlik-projeleri/3282>, (Erişim tarihi 15.05.2023)

Yeşil Lojistikçiler. (2015). *Türkiye'nin ilk yerli Trambüsleri Malatya'da seferlere başladı! 11 Mart 2015* <https://www.yesillojistikciler.com/karayolu/turkiyenin-ilk-yerli->

trambusleri-malatyada-seferlere-basladi/8848, (Erişim tarihi: 30.05.2023)

Yeşil Lojistikçiler. (2018). *Toyota, karbon ayak izini düşürecek yeni motor ve şanzimanlar geliştireyor.* 19.05.2018
<https://www.yesillojistikciler.com/surdurulebilirlik/toyota-karbon-ayak-izini-dusurecek-yeni-motor-ve-sanzimanlar/15704>, Erişim tarihi 08.06.2023.

Yeşil Lojistikçiler. (2021). *Rolls-Royce ve Etihad Havayolları'ndan, sürdürülebilir havacılık konusunda ortak vizyon taahhüdü.* 22.11.2021
<https://www.yesillojistikciler.com/surdurulebilirlik/rolls-royce-ve-etihad-havayollarindan-surdurulebilir-havacilik-konusunda/19351>, (Erişim tarihi: 08.06.2023)

Yeşil Lojistikçiler. (2022). *DHL Express'ten 800 milyon litrelik "Sürdürülebilir Havacılık Yakıtı" anlaşması.*

Yeşil Lojistikçiler. (2023a). *Boeing, ticari operasyonları için sürdürülebilir uçak yakıtı alımını iki katına çıkarıyor.* 24 Şubat 2023
<https://www.yesillojistikciler.com/surdurulebilirlik/boeing-ticari-operasyonlari-icin-surdurulebilir-ucak-yakiti-alimini-iki/20579>, (Erişim tarihi: 02.06.2023)

Yeşil Lojistikçiler. (2023b). *Goodyear, Sürdürülebilir Gerçeklik Araştırması'nın üçüncüsü için hazırlıklara başladı.* 11 Mayıs 2023
<https://www.yesillojistikciler.com/surdurulebilirlik/goodyear-surdurulebilir-gerceklik-arastirmasinin-ucuncusu-icin-hazirlikl/20832>, (Erişim tarihi: 08.06.2023)

Yildirim, B. F., & Önder, E. (2014). Evaluating Potential Freight Villages in Istanbul Using Multi Criteria Decision Making Techniques. *Journal of Logistics Management*, 2014(1), 1–10. <https://doi.org/10.5923/j.logistics.20140301.01>

Yılmaz, G. A., & Keser, H. Y. (2018). *Uluslararası taşımacılık sektörünün etkinliğinde yeşil lojistik. IV. International Caucasus-Central Asia Foreign Trade and Logistics Congress, September, 7-8, Didim/AYDIN*, 638–646. <http://ulk.ist/media/kitap/IV-UKODTLK/uluslararasi-tasimacilik-sektorunun-etkinliginde-yesil-lojistik.pdf>

Young, I. (2009). Sustainable logistics and supply chains. In *Chemical Week* (Vol. 171, Issue 23, p. 38).

Yu, M.-C., Wang, C.-N., & Ho, N.-N.-Y. (2016). A Grey forecasting approach for the sustainability performance of logistics companies. *Sustainability*, 8(9), 866. <https://doi.org/10.3390/su8090866>

Yurdakul, H. (2020). Satın alma ve stok yönetimi. In A. Z. Acar (Ed.), *Lojistik Yönetimi* (pp. 154–183).

Yusuf, Y. Y., Gunasekaran, A., Musa, A., El-Berishy, N. M., Abubakar, T., & Ambursa, H. M. (2013). The UK oil and gas supply chains: An empirical analysis of adoption of sustainable measures and performance outcomes. *International Journal of Production Economics*, 146(2), 501–514. <https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2012.09.021>

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)

Zak, J., & Węgliński, S. (2014). The Selection of the Logistics Center Location Based on MCDM/A Methodology. *Transportation Research Procedia*, 3, 555–564. <https://doi.org/10.1016/J.TRPRO.2014.10.034>

Zaralı, F., Yazgan, H. R., & Delice, Y. (2018). AHP ve VIKOR bütünlük yaklaşımıyla lojistik merkez yer seçimi: Kayseri ili örneği. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*

Dergisi, 34(3), 1–9.

Zhao, R., Gao, Y., Jia, F., & Gong, Y. (2022). Service design of green and low-carbon intracity logistics: an AHP approach. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 1–22. <https://doi.org/10.1080/13675567.2022.2129045>



7. EKLER

7.1. Uzmanların Kriterleri Değerlendirmesi

AHP yöntemi için her bir uzmanın kriterlerin karşılaştırmasına ilişkin değerlendirmeleri

7.1.1. Uzman 1

Uzman 1'in ana kriterler için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.1. Ana kriterler için Uzman 1'in değerlendirmesi

ANA KRİTERLER				
Kriter	Ekonomik	Çevresel	Sosyal	Teknolojik
Ekonomik	1	1/9	1/6	1/7
Çevresel	9	1	1	3
Sosyal	6	1	1	3
Teknolojik	7	1/3	1/3	1

Uzman 1'in ekonomik ana kriterinin alt kriterleri için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.2.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.2. Ekonomik alt kriterleri için Uzman 1'in değerlendirmesi

ALT KRİTERLER (EKONOMİK)				
Kriter	Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	Yatırım geri ödeme süresi	Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	Kentsel altyapı
Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	1	3	6	1
Yatırım geri ödeme süresi	1/3	1	3	1/5
Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	1/6	1/3	1	1/5
Kentsel altyapı	1	5	5	1

Uzman 1'in çevresel ana kriterinin alt kriteri için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.3.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.3. Çevresel alt kriterleri için Uzman 1'in değerlendirmesi

ALT KRİTERLER (ÇEVRESEL)				
Kriterler	Müşterilere yakınlık	Tedarikçilere yakınlık	Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	Trafik yoğunluğu
Müşterilere yakınlık	1	1	1/9	1/8
Tedarikçilere yakınlık	1	1	1/9	1/8
Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	9	9	1	1
Trafik yoğunluğu	8	8	1	1

Uzman 1'in sosyal ana kriterinin alt kriterleri için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.4.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.4. Sosyal alt kriterleri için Uzman 1'in değerlendirmesi

ALT KRİTERLER (SOSYAL)				
Kriterler	İş imkanlarının sağlanması	Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	Teşvik/bölgesel teşvik	Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi
İş imkanlarının sağlanması	1	1/7	1/3	1
Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	7	1	7	7
Teşvik/bölgesel teşvik	3	1/7	1	1
Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi	1	1/7	1	1

Uzman 1'in teknolojik ana kriterinin alt kriterleri için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.5.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.5. Teknolojik alt kriterleri Uzman 1'in değerlendirmesi

ALT KRİTERLER (TEKNOLOJİK)			
Kriterler	Servis kalitesi	Bilgi altyapısı	İletişim/ akıllı engelsiz iletişim
Servis kalitesi	1	1	1
Bilgi altyapısı	1	1	1
İletişim/ akıllı engelsiz iletişim	1	1	1

7.1.2. Uzman 2

Uzman 2'nin ana kriterler için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.6.'da gösterilmiştir.

Tablo 7.6. Ana kriterler için Uzman 2'nin değerlendirmesi

ANA KRİTERLER				
Kriter	Ekonomik	Çevresel	Sosyal	Teknolojik
Ekonomik	1	9	7	5
Çevresel	1/9	1	1	1/3
Sosyal	1/7	1	1	1/4
Teknolojik	1/5	3	4	1

Uzman 2'nin ekonomik ana kriterinin alt kriterleri için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.7.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.7. Ekonomik alt kriterleri için Uzman 2'nin değerlendirmesi

ALT KRİTERLER (EKONOMİK)				
Kriter	Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	Yatırım geri ödeme süresi	Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	Kentsel altyapı
Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	1	1/9	1/5	1/7
Yatırım geri ödeme süresi	9	1	5	1
Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	5	1/5	1	1/3
Kentsel altyapı	7	1	3	1

Uzman 2'nin çevresel ana kriterinin alt kriteri için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.8.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.8. Çevresel alt kriterleri için Uzman 2'nin değerlendirmesi

ALT KRİTERLER (ÇEVRESEL)				
Kriterler	Müşterilere yakınlık	Tedarikçilere yakınlık	Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	Trafik yoğunluğu
Müşterilere yakınlık	1	1	1/3	1/8
Tedarikçilere yakınlık	1	1	1/5	1/7
Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	3	5	1	1/4
Trafik yoğunluğu	8	7	4	1

Uzman 2'nin sosyal ana kriterinin alt kriterleri için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.9.'da gösterilmiştir.

Tablo 7.9. Sosyal alt kriterleri için Uzman 2'nin değerlendirmesi

ALT KRİTERLER (SOSYAL)				
Kriterler	İş imkanlarının sağlanması	Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	Teşvik/bölgesel teşvik	Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi
İş imkanlarının sağlanması	1	7	5	9
Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	1/7	1	1/2	4
Teşvik/bölgesel teşvik	1/5	2	1	3
Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi	1/9	1/4	1/3	1

Uzman 2'nin teknolojik ana kriterinin alt kriterleri için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.10.'da gösterilmiştir.

Tablo 7.10. Teknolojik alt kriterleri Uzman 2'nin değerlendirmesi

ALT KRİTERLER (TEKNOLOJİK)			
Kriterler	Servis kalitesi	Bilgi altyapısı	İletişim/ akıllı engelsiz iletişim
Servis kalitesi	1	1/6	1/7
Bilgi altyapısı	6	1	2
İletişim/ akıllı engelsiz iletişim	7	1/2	1

7.1.3. Uzman 3

Uzman 3'ün ana kriterler için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.11.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.11. Ana kriterler için Uzman 3'ün değerlendirmesi

ANA KRİTERLER				
Kriter	Ekonomik	Çevresel	Sosyal	Teknolojik
Ekonomik	1	2	1/2	4
Çevresel	1/2	1	1/5	6
Sosyal	2	5	1	9
Teknolojik	1/4	1/6	1/9	1

Uzman 3'ün ekonomik ana kriterinin alt kriterleri için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.12.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.12. Ekonomik alt kriterleri için uzman 3'ün değerlendirmesi

ALT KRİTERLER (EKONOMİK)				
Kriter	Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	Yatırım geri ödeme süresi	Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	Kentsel altyapı
Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	1	2	1/4	1/2
Yatırım geri ödeme süresi	1/2	1	1/4	1/5
Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	4	4	1	1/2
Kentsel altyapı	2	5	2	1

Uzman 3'ün çevresel ana kriterinin alt kriteri için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.13.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.13. Çevresel alt kriterleri için Uzman 3'ün değerlendirmesi

ALT KRİTERLER (ÇEVRESEL)				
Kriterler	Müşterilere yakınlık	Tedarikçilere yakınlık	Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	Trafik yoğunluğu
Müşterilere yakınlık	1	1/4	1/4	1/2
Tedarikçilere yakınlık	4	1	1/2	4
Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	4	2	1	4
Trafik yoğunluğu	2	1/4	1/4	1

Uzman 3'ün sosyal ana kriterinin alt kriterleri için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.14.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.14. Sosyal alt kriterleri için Uzman 3'ün değerlendirmesi

ALT KRİTERLER (SOSYAL)				
Kriterler	İş imkanlarının sağlanması	Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	Teşvik/bölgesel teşvik	Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi
İş imkanlarının sağlanması	1	2	2	5
Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	1/2	1	2	4
Teşvik/bölgesel teşvik	1/2	1/2	1	6
Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi	1/5	1/4	1/6	1

Uzman 3'in teknolojik ana kriterinin alt kriterleri için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.15.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.15. Teknolojik alt kriterleri Uzman 3'ün değerlendirmesi

ALT KRİTERLER (TEKNOLOJİK)			
Kriterler	Servis kalitesi	Bilgi altyapısı	İletişim/ akıllı engelsiz iletişim
Servis kalitesi	1	2	4
Bilgi altyapısı	1/2	1	4
İletişim/ akıllı engelsiz iletişim	1/4	1/4	1

7.1.4. Uzman 4

Uzman 4'ün ana kriterler için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.16.'da gösterilmiştir.

Tablo 7.16. Ana kriterler için Uzman 4'ün değerlendirmesi

ANA KRİTERLER				
Kriter	Ekonomik	Çevresel	Sosyal	Teknolojik
Ekonomik	1	4	5	2
Çevresel	1/4	1	2	2
Sosyal	1/5	1/2	1	1/2
Teknolojik	1/2	1/2	2	1

Uzman 4'ün ekonomik ana kriterinin alt kriterleri için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.17.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.17. Ekonomik alt kriterleri için Uzman 4'ün değerlendirmesi

ALT KRİTERLER (EKONOMİK)				
Kriter	Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	Yatırım geri ödeme süresi	Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	Kentsel altyapı
Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	1	9	6	7
Yatırım geri ödeme süresi	1/9	1	1/2	2
Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	1/6	2	1	2
Kentsel altyapı	1/7	1/2	1/2	1

Uzman 4'ün çevresel ana kriterinin alt kriteri için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.18.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.18. Çevresel alt kriterleri için Uzman 4'ün değerlendirmesi

ALT KRİTERLER (ÇEVRESEL)				
Kriterler	Müşterilere yakınlık	Tedarikçilere yakınlık	Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	Trafik yoğunluğu
Müşterilere yakınlık	1	5	9	7
Tedarikçilere yakınlık	1/5	1	3	2
Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	1/9	1/3	1	1/4
Trafik yoğunluğu	1/7	1/2	4	1

Uzman 4'ün sosyal ana kriterinin alt kriterleri için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.19.'da gösterilmiştir.

Tablo 7.19. Sosyal alt kriterleri için Uzman 4'ün değerlendirmesi

ALT KRİTERLER (SOSYAL)				
Kriterler	İş imkanlarının sağlanması	Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	Teşvik/bölgesel teşvik	Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi
İş imkanlarının sağlanması	1	8	7	7
Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	1/8	1	2	2
Teşvik/bölgesel teşvik	1/7	1/2	1	1
Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi	1/7	1/2	1	1

Uzman 4'ün teknolojik ana kriterinin alt kriterleri için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.20.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.20. Teknolojik alt kriterleri Uzman 4'ün değerlendirmesi

ALT KRİTERLER (TEKNOLOJİK)			
Kriterler	Servis kalitesi	Bilgi altyapısı	İletişim/ akıllı engelsiz iletişim
Servis kalitesi	1	9	7
Bilgi altyapısı	1/9	1	1/2
İletişim/ akıllı engelsiz iletişim	1/7	2	1

7.1.5. Uzman 5

Uzman 5'in ana kriterler için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.21.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.21. Ana kriterler için Uzman 5'in değerlendirmesi

ANA KRİTERLER				
Kriter	Ekonomik	Çevresel	Sosyal	Teknolojik
Ekonomik	1	5	7	8
Çevresel	1/5	1	2	4
Sosyal	1/7	1/2	1	3
Teknolojik	1/8	1/4	1/3	1

Uzman 5'in ekonomik ana kriterinin alt kriterleri için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.22.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.22. Ekonomik alt kriterleri için uzman 5'in değerlendirmesi

ALT KRİTERLER (EKONOMİK)				
Kriter	Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	Yatırım geri ödeme süresi	Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	Kentsel altyapı
Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	1	4	1/6	1/4
Yatırım geri ödeme süresi	1/4	1	1/8	1/6
Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	6	8	1	2
Kentsel altyapı	4	6	1/2	1

Uzman 5'in çevresel ana kriterinin alt kriteri için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.23.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.23. Çevresel alt kriterleri için Uzman 5'in değerlendirmesi

ALT KRİTERLER (ÇEVRESEL)				
Kriterler	Müşterilere yakınlık	Tedarikçilere yakınlık	Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	Trafik yoğunluğu
Müşterilere yakınlık	1	3	1/3	1/4
Tedarikçilere yakınlık	1/3	1	1/5	1/6
Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	3	5	1	1/2
Trafik yoğunluğu	4	6	2	1

Uzman 5'in sosyal ana kriterinin alt kriterleri için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.24.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.24. Sosyal alt kriterleri için Uzman 5'in değerlendirmesi

ALT KRİTERLER (SOSYAL)				
Kriterler	İş imkanlarının sağlanması	Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	Teşvik/bölgesel teşvik	Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi
İş imkanlarının sağlanması	1	3	2	1/3
Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	1/3	1	1/2	1/3
Teşvik/bölgesel teşvik	1/2	2	1	1/2
Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi	3	3	2	1

Uzman 5'in teknolojik ana kriterinin alt kriterleri için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.25.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.25. Teknolojik alt kriterleri Uzman 5'in değerlendirmesi

ALT KRİTERLER (TEKNOLOJİK)			
Kriterler	Servis kalitesi	Bilgi altyapısı	İletişim/ akıllı engelsiz iletişim
Servis kalitesi	1	4	6
Bilgi altyapısı	1/4	1	2
İletişim/ akıllı engelsiz iletişim	1/6	1/2	1

7.1.6. Uzman 6

Uzman 6'nın ana kriterler için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.26.'da gösterilmiştir.

Tablo 7.26. Ana kriterler için Uzman 6'nın değerlendirmesi

ANA KRİTERLER				
Kriter	Ekonomik	Çevresel	Sosyal	Teknolojik
Ekonomik	1	1/3	1/3	1/3
Çevresel	3	1	1/2	1/3
Sosyal	3	2	1	1/3
Teknolojik	3	3	3	1

Uzman 6'nın ekonomik ana kriterinin alt kriterleri için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.27.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.27. Ekonomik alt kriterleri için uzman 6'nın değerlendirmesi

ALT KRİTERLER (EKONOMİK)				
Kriter	Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	Yatırım geri ödeme süresi	Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	Kentsel altyapı
Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	1	3	2	1/6
Yatırım geri ödeme süresi	1/3	1	1/2	1/9
Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	1/2	2	1	1/5
Kentsel altyapı	6	9	5	1

Uzman 6'nın çevresel ana kriterinin alt kriteri için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.28.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.28. Çevresel alt kriterleri için Uzman 6'nın değerlendirmesi

ALT KRİTERLER (ÇEVRESEL)				
Kriterler	Müşterilere yakınlık	Tedarikçilere yakınlık	Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	Trafik yoğunluğu
Müşterilere yakınlık	1	1/2	1/3	1/3
Tedarikçilere yakınlık	2	1	2	1/3
Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	3	1/2	1	1/2
Trafik yoğunluğu	3	3	2	1

Uzman 6'nın sosyal ana kriterinin alt kriterleri için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.29.'da gösterilmiştir.

Tablo 7.29. Sosyal alt kriterleri için Uzman 6'nın değerlendirmesi

ALT KRİTERLER (SOSYAL)				
Kriterler	İş imkanlarının sağlanması	Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	Teşvik/bölgesel teşvik	Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi
İş imkanlarının sağlanması	1	1/4	2	1
Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	4	1	4	1
Teşvik/bölgesel teşvik	1/2	1/4	1	1/5
Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi	1	1	5	1

Uzman 6'nın teknolojik ana kriterinin alt kriterleri için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.30.'da gösterilmiştir.

Tablo 7.30. Teknolojik alt kriterleri Uzman 6'nın değerlendirmesi

ALT KRİTERLER (TEKNOLOJİK)			
Kriterler	Servis kalitesi	Bilgi altyapısı	İletişim/ akıllı engelsiz iletişim
Servis kalitesi	1	1/4	2
Bilgi altyapısı	4	1	4
İletişim/ akıllı engelsiz iletişim	1/2	1/4	1

7.2. Uzmanların Alternatifleri Değerlendirmesi

TOPSİS yöntemi için uzmanların alternatifleri değerlendirilmesi

7.2.1. Uzman 1

Uzman 1'in kriterlere göre alternatif şehirler için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.31.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.31. Uzman 1'in alternatif şehirleri değerlendirilmesi

		ALTERNATİF ŞEHİRLER					
		Yeşilbayır/ İSTANBUL	Filyos/ ZONGULDAK	Çandarlı/ İZMİR	Mardin	Habur ŞIRNAK	
KRİTERLER	Ekonomik	Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	5	3	5	1	1
		Yatırım geri ödeme süresi	5	3	5	1	1
		Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	5	3	5	1	5
		Kentsel altyapı	5	4	5	3	1
	Çevresel	Müşterilere yakınlık	3	4	3	5	5
		Tedarikçilere yakınlık	3	4	3	5	5
		Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	5	5	5	2	1
		Trafik yoğunluğu	5	2	5	2	1
	Sosyal	İş imkanlarının sağlanması	5	5	5	5	5
		Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	3	4	3	2	1
		Teşvik/ bölgesel teşvik	3	4	3	5	5
		Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi	5	5	5	5	5
	Teknolojik	Servis kalitesi	5	5	5	3	2
		Bilgi altyapısı	5	5	5	3	2
		İletişim/ akıllı engelsiz iletişim	5	5	5	3	2

7.2.2. Uzman 2

Uzman 2'nin kriterlere göre alternatif şehirler için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.32.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.32. Uzman 2'nin alternatif şehirleri değerlendirmesi

		ALTERNATİF ŞEHİRLER					
		Yeşilbayır/ İSTANBUL	Filyos/ ZONGULDAK	Çandarlı/ İZMİR	Mardin	Habur ŞIRNAK	
KRİTERLER	Ekonomik	Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	5	3	5	2	2
		Yatırım geri ödeme süresi	5	3	5	2	2
		Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	1	4	3	5	5
		Kentsel altyapı	5	2	5	2	1
	Çevresel	Müşterilere yakınlık	5	2	3	1	1
		Tedarikçilere yakınlık	5	2	3	1	1
		Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	5	2	3	1	1
		Trafik yoğunluğu	4	2	4	1	1
	Sosyal	İş imkanlarının sağlanması	4	3	4	1	1
		Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	3	3	4	1	1
		Teşvik/ bölgesel teşvik	3	3	3	1	1
		Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi	4	2	4	2	1
	Teknolojik	Servis kalitesi	4	4	4	3	3
		Bilgi altyapısı	5	3	5	2	2
		İletişim/ akıllı engelsiz iletişim	5	4	5	2	2

7.2.3. Uzman 3

Uzman 3'ün kriterlere göre alternatif şehirler için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.33.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.33. Uzman 3'ün alternatif şehirleri değerlendirmesi

		ALTERNATİF ŞEHİRLER					
		Yeşilbayır/ İSTANBUL	Filyos/ ZONGULDAK	Çandarlı/ İZMİR	Mardin	Habur ŞIRNAK	
KRİTERLER	Ekonomik	Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	3	2	2	3	3
		Yatırım geri ödeme süresi	1	1	3	2	1
		Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	1	2	4	2	1
		Kentsel altyapı	5	4	3	4	4
	Çevresel	Müşterilere yakınlık	5	4	2	3	2
		Tedarikçilere yakınlık	2	3	5	5	3
		Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	4	3	2	4	5
		Trafik yoğunluğu	2	3	5	3	3
	Sosyal	İş imkanlarının sağlanması	2	2	5	4	3
		Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	2	3	3	3	3
		Teşvik/ bölgesel teşvik	1	2	2	4	4
		Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi	1	2	5	3	3
	Teknolojik	Servis kalitesi	4	4	4	4	4
		Bilgi altyapısı	5	3	2	4	4
		İletişim/ akıllı engelsiz iletişim	5	4	3	4	4

7.2.4. Uzman 4

Uzman 4'ün kriterlere göre alternatif şehirler için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.34.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.34. Uzman 4'ün alternatif şehirleri değerlendirmesi

		ALTERNATİF ŞEHİRLER					
		Yeşilbayır/ İSTANBUL	Filyos/ ZONGULDAK	Çandarlı/ İZMİR	Mardin	Habur ŞIRNAK	
KRİTERLER	Ekonomik	Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	1	4	2	5	5
		Yatırım geri ödeme süresi	1	5	3	5	5
		Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	1	4	3	5	5
		Kentsel altyapı	5	3	5	3	1
	Çevresel	Müşterilere yakınlık	5	2	4	1	1
		Tedarikçilere yakınlık	5	1	4	1	1
		Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	5	2	4	3	3
		Trafik yoğunluğu	1	5	3	5	5
	Sosyal	İş imkanlarının sağlanması	5	3	5	3	3
		Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	5	5	5	3	3
		Teşvik/ bölgesel teşvik	5	3	5	1	1
		Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi	1	1	1	2	2
	Teknolojik	Servis kalitesi	5	5	5	3	3
		Bilgi altyapısı	5	4	5	2	2
		İletişim/ akıllı engelsiz iletişim	5	5	5	3	3

7.2.5. Uzman 5

Uzman 5'in kriterlere göre alternatif şehirler için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.35.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.35. Uzman 5'in alternatif şehirleri değerlendirmesi

		ALTERNATİF ŞEHİRLER					
		Yeşilbayır/ İSTANBUL	Filyos/ ZONGULDAK	Çandarlı/ İZMİR	Mardin	Habur ŞIRNAK	
KRİTERLER	Ekonomik	Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	5	3	5	1	1
		Yatırım geri ödeme süresi	1	3	1	5	5
		Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	2	2	2	4	4
		Kentsel altyapı	5	3	5	4	1
	Çevresel	Müşterilere yakınlık	5	4	4	2	1
		Tedarikçilere yakınlık	5	3	5	1	1
		Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	5	4	5	2	1
		Trafik yoğunluğu	5	3	5	2	1
	Sosyal	İş imkanlarının sağlanması	1	3	1	5	5
		Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	5	5	5	4	3
		Teşvik/ bölgesel teşvik	1	2	1	5	5
		Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi	1	2	1	4	5
	Teknolojik	Servis kalitesi	5	4	5	2	1
		Bilgi altyapısı	5	5	5	3	2
		İletişim/ akıllı engelsiz iletişim	5	4	5	3	1

7.2.6. Uzman 6

Uzman 6'nın kriterlere göre alternatif şehirler için yapmış olduğu değerlendirme Tablo 7.36.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.36. Uzman 6'nın alternatif şehirleri değerlendirmesi

		ALTERNATİF ŞEHİRLER					
		Yeşilbayır/ İSTANBUL	Filyos/ ZONGULDAK	Çandarlı/ İZMİR	Mardin	Habur ŞIRNAK	
KRİTERLER	Ekonomik	Yatırım maliyeti (kurulum ve arazi dahil)	2	4	3	5	5
		Yatırım geri ödeme süresi	3	5	3	5	4
		Taşıma maliyeti/ lojistik maliyeti	2	5	3	4	5
		Kentsel altyapı	4	1	2	1	5
	Çevresel	Müşterilere yakınlık	2	1	3	2	1
		Tedarikçilere yakınlık	3	2	4	1	1
		Çok modlu taşımaya bağlanabilirlik	4	1	3	2	1
		Trafik yoğunluğu	3	5	3	5	5
	Sosyal	İş imkanlarının sağlanması	3	2	3	1	1
		Güvenlik/ çevre ve terminal güvenliği	4	1	4	2	1
		Teşvik/ bölgesel teşvik	3	1	3	1	2
		Kentin çekiciliği ve gelişimine etkisi	5	2	4	1	1
	Teknolojik	Servis kalitesi	4	1	2	2	2
		Bilgi altyapısı	3	2	5	1	2
		İletişim/ akıllı engelsiz iletişim	3	1	5	1	1

7.3. Etik Kurul Raporu

Evrak Tarih ve Sayısı: 08.12.2023-157140

T.C.

ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ

Fen ve Mühendislik Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurul Kararı

TOPLANTI SAYISI	KARAR SAYISI	KARAR TARİHİ
05	02	06.12.2023

Karar Numarası: 2023/01

Prof. Dr. Mehmet GÜMÜŞ'ün Danışmanlığını yaptığı Yüksek Lisans öğrencisi Mustafa Said KAPLAN'ın Araştırmanın yürütücüsü olduğu 29.11.2023 tarihli ve 5774 E. No'lu "**Paris İklim Anlaşması Ve Sürdürülebilir Lojistik Kapsamında Lojistik Köy Yeri Seçimi: Türkiye Örneği**" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasına ait etik kurul başvurusunun görüşülmesi istemi.

Prof. Dr. Mehmet GÜMÜŞ'ün Danışmanlığını yaptığı Yüksek Lisans öğrencisi Mustafa Said KAPLAN'ın Araştırmanın yürütücüsü olduğu 29.11.2023 tarihli ve 5774 E. No'lu "**Paris İklim Anlaşması Ve Sürdürülebilir Lojistik Kapsamında Lojistik Köy Yeri Seçimi: Türkiye Örneği**" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasına ait başvurusunun fikri, hukuki ve telif hakları bakımından metot ve ölçeğine ilişkin sorumluluğun başvurucaya ait olmak üzere ekteki kriterler kapsamında değerlendirilmiş olup, araştırma süresince uygulanmasının **etik olarak uygun olduğuna** oybirliği ile karar verildi. **06.12.2023**

(e-imzalıdır)

Prof. Dr. Erhan CENGİZ
Kurul Başkanı

(e-imzalıdır)

Prof. Dr. Atılgan ATILGAN
(Kurul Başkan YRD)

(e-imzalıdır)

Prof. Dr. Kadir BİLEN
Üye

(e-imzalıdır)

Prof. Dr. Mustafa Ümit GÜMÜŞAY
Üye

(e-imzalıdır)

Prof. Dr. Mehmet KANOĞLU
Üye

(e-imzalıdır)

Prof. Dr. Alaattin KANOĞLU
Üye

(e-imzalıdır)

Prof. Dr. Fikri Serdar GÖKHAN
Üye

Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır..

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Mustafa Sait KAPLAN

Mezuniyet Bilgileri:

- 2002-2005 Manavgat Lisesi
-2010 Atatürk Üniversitesi Veteriner Sağlık Teknikerliği (Ön lisans)
-2020 Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme (Lisans)

Mesleki Geçmişi:

- 24.07.2006-10.09.2006 Petrol ve Madeni Yağ Perakende İşletmesi
16.09.2007-31.10.2007 Kaplanlar Petrol A.Ş./ Market-Kasiyer
01.07.2009-15.08.2009 Veteriner Hizmetleri Klinik Stajı
Akdeniz Veteriner Kliniği/ Stajyer
30.06.2010-13.05.2011 Perakende İşletmesi
Akdeniz Tahtakale Tic. İnş. Ltd. Şti./ Reyon Görevlisi
09.10.2012-17.01.2013 Süt Ürünleri Sanayi İşletmesi
Şelale Süt Tic. San. Ltd. Şti./Üretim Elemanı
12.01.2013-20.07.2013 Perakende İşletmesi
A101 Yeni Mağazacılık A.Ş./ Mağaza Sorumlu Yrd.
01.08.2013-29.08.2016 Perakende İşletmesi
Tahtakale Spot Mağazacılık A.Ş./Side Mağaza Yöneticisi
09.09.2016- 20.10.2017 ALKÜ Sağlık Kültür Spor Daire Bşk.
Akseki Öğrenci Yurdu/Yurt Sorumlusu
20.10.2017-Halen devam ALKÜ Rafet Kayış Mühendislik Fakültesi/ İdari Personel

Yabancı Dil Bilgisi:

İngilizce