



POLİTEKNİK DERGİSİ

JOURNAL of POLYTECHNIC

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.org.tr/politeknik>



Elâzığ ilinin sürdürülebilir kentsel lojistik performans analizi

Sustainable urban logistics performance analysis of Elâzığ province

Yazar(lar) (Author(s)): Belkız TORĞUL¹

ORCID¹: 0000-0002-7341-9334

ERKEN GÖRÜNÜM

To cite to this article: Torğul B., “Elâzığ İlinin Sürdürülebilir Kentsel Lojistik Performans Analizi”, *Journal of Polytechnic*, *(*) : *, (*).

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz: Torğul B., “Elâzığ İlinin Sürdürülebilir Kentsel Lojistik Performans Analizi”, *Politeknik Dergisi*, *(*) : *, (*).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.org.tr/politeknik/archive>

DOI: 10.2339/politeknik.1648629

Elâzığ İlinin Sürdürülebilir Kentsel Lojistik Performans Analizisi

Sustainable Urban Logistics Performance Analysis of Elâzığ Province

Önemli noktalar (Highlights)

- ❖ Elâzığ'ın kentsel lojistik profili / Elâzığ's urban logistics profile
- ❖ Sürdürülebilir kentsel lojistik performans kriterleri / Sustainable urban logistics performance criteria
- ❖ FUCOM çok kriterli karar verme yaklaşımı / FUCOM multi-criteria decision-making approach

Grafik Özet (Graphical Abstract)

Sürdürülebilir kentsel lojistik performans kriterlerinin ağırlıkları ve endeks puanları aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Altıncı sütunun alt satırında bu sütunun toplam değeri, yani Elâzığ uygulamasının sürdürülebilir kentsel lojistik performans puanı elde edilmiştir. / The weights and index scores of sustainable urban logistics performance criteria are presented in the table below. In the bottom row of the sixth column of the table, the total value of this column, i.e. the sustainable urban logistics performance score of Elâzığ application, is obtained.

Tablo. Elâzığ ilinin endeks puan tablosu /Table. Index score table of Elâzığ province

Criteria	Weights	Index Score
Economic	0.460	0.0617
Economic Infrastructure	0.271	0.0616
Quality of Economic Logistics Services	0.102	0.0001
Ease of Shipment at Economic Competitive Prices	0.087	0.0000
Environmental	0.243	0.0768
Environmental Infrastructure	0.095	0.0143
Quality of Environmental Logistics Services	0.073	0.0202
Environmental Sustainability	0.075	0.0423
Social	0.298	0.1624
Social Infrastructure	0.093	0.0390
Quality of Social Logistics Services	0.073	0.0146
Social Livability	0.132	0.1088
<i>Elâzığ's sustainable urban logistics performance score</i>		0.3011

Amaç (Aim)

Kentsel ulaşım hakkında fikir vermek üzere Elâzığ kentinin kentsel lojistik potansiyeli belirlenmiştir. / This study aims to determine the urban logistics potential of Elâzığ city to give an idea about urban transportation.

Tasarım ve Yöntem (Design & Methodology)

Kentsel lojistik performans unsurlarında dikkate alınacak kriterler literatüre dayalı olarak elde edilmiş ve anketler ve FUCOM kullanılarak farklı alanlardan uzmanların desteğiyle değerlendirilmiştir. / The criteria to be considered in urban logistics performance elements were obtained based on literature and evaluated with the support of experts from different fields using surveys and FUCOM.

Özgünlük (Originality)

Elâzığ için kentsel lojistik performansının değerlendirilmesi üzerine yapılan ilk çalışmadır. Bu konuda yapılan daha önceki benzer çalışmalarda kullanılan yöntemlerden farklı olarak FUCOM'un uygulanması bilime somut katkısıdır. / It is the first study on the urban logistics performance evaluation for Elâzığ. The application of FUCOM is a concrete contribution to science, unlike methods used in similar studies.

Bulgular (Findings)

Analizler sonucunda Elâzığ ilinin sürdürülebilir kentsel lojistik performans puanı 0,3011 olarak hesaplanmıştır. Sürdürülebilirlik parametreleri açısından sosyal boyut 0,1624 puan, çevresel boyut 0,0768 puan ve ekonomik boyut 0,0617 puan almıştır. Bu durum sosyal etkilerin ve yaşam kalitesinin daha fazla önem taşıdığını göstermektedir. / The sustainable urban logistics performance score of Elâzığ province was calculated as 0.3011 as a result of the analyses. Concerning sustainability parameters, the social dimension received 0.1624 points, the environmental dimension received 0.0768 points and the economic dimension received 0.0617 points. This indicates that social impacts and quality of life are of greater importance.

Sonuç (Conclusion)

Elâzığ yönetimi, tüm lojistik süreçlerini düzenlemeli, şehir vizyonu doğrultusunda hedefler koymalı ve ilgili tüm paydaşların katılımıyla yol haritası oluşturmalıdır. / Elâzığ administration should organize all logistics processes, set targets in line with the city vision, and create a road map with the participation of all relevant stakeholders.

Etik Standartların Beyanı (Declaration of Ethical Standards)

Bu makalenin yazarı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler. / The author of this article declare that the materials and methods used in this study do not require ethical committee permission and/or legal-special permission.

Elâzığ İlinin Sürdürülebilir Kentsel Lojistik Performans Analizi

Araştırma Makalesi / Research Article

Belkız TORĞUL^{1*}

¹Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Erzurum Teknik Üniversitesi, Türkiye
(Geliş/Received : 28.02.2025 ; Kabul/Accepted : 05.06.2025 ; Erken Görünüm/Early View : 18.07.2025)

ÖZ

Çağımızda, küreselleşme ve dijitalleşmenin etkisiyle lojistik faaliyetler, şehir yaşamını büyük ölçüde etkilemektedir. Kentsel lojistik, şehirlerdeki halkın ve ekosistemin lojistik faaliyetlerden kaynaklanan olumsuz etkilerden en az şekilde etkilenmesini sağlamak amacıyla ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda, kent yönetimlerinin bu etkileri analiz ederek doğru ve sağlıklı kararlar alabilmeleri için gerekli çalışmalar yapmaları büyük önem taşımaktadır. Bir kentin kentsel lojistik performansı, ekonomik, sosyal ve çevresel faktörler olmak üzere sürdürülebilirliğin temel bileşenlerine dayanmalıdır. Sürdürülebilir kentsel lojistik kavramı, şehirlerdeki ürün ve hizmet akışlarını eniyilemeyi ve ekonomik, sosyal ve çevresel yönlerden sürdürülebilirlik ilkelerine uygun şekilde yönetmeyi hedefler. Bu yaklaşım, kentlerin karmaşık lojistik sistemlerini çevre dostu, etkin ve toplumsal ihtiyaçlara uygun bir hale getirme amacını taşır. Kentlerin hızla büyümesiyle birlikte, lojistik uygulamaların başarılı ve sürdürülebilir olması için kentsel lojistik performansının artırılması kritik bir öneme sahiptir. Bu çalışmanın amacı, Elâzığ ilinin şehir içi hareket akışı üzerine bir değerlendirme yapmak için kentsel lojistik potansiyelinin belirlenmesidir. Bu bağlamda, çalışmada esas olarak kentsel lojistik performans unsurlarına yönelik kriterler literatüre dayalı olarak elde edilmiş, anketler ve çok kriterli karar verme yöntemlerinden FUCOM (Tam Tutarlılık Yöntemi) kullanılarak farklı alanlardan uzmanların desteğiyle değerlendirilmiştir. Belirlenen kriterlerin önem derecelerinin hesaplanmasının ardından, Elâzığ ilinin sürdürülebilir kentsel lojistik performansı tespit edilmiştir. Ayrıca, uzman görüşlerindeki farklılıkların model sonuçları üzerindeki etkisini incelemek ve hesaplamaların etkinliği ile sağlamlığını kontrol etmek amacıyla duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, çalışma sürdürülebilir kentsel lojistik alanında önemli ve dikkat çekici bulgular ortaya koymuştur. Bu bulguların, yetkililerin Elâzığ'a özgü kentsel lojistik uygulamalarını değerlendirip geliştirme yolunda stratejik planlar yapmalarına ve sürdürülebilir faaliyetlere odaklanmalarına destek sağlaması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, lojistik, kentsel lojistik, Elâzığ, FUCOM.

Sustainable Urban Logistics Performance Analysis of Elâzığ Province

ABSTRACT

In our era, due to the impact of globalization and digitalization, logistics activities have a profound effect on urban life. Urban logistics has emerged to ensure that the people and ecosystem in cities are minimally affected by the negative effects of logistics activities. In this regard, it is crucial for city administrations to analyze these effects and conduct the necessary studies to make correct and healthy decisions. A city's urban logistics performance should be based on the basic components of sustainability (economic, social, and environmental factors). The concept of sustainable urban logistics aims to optimize the goods and services flow in cities and manage them in line with the principles of sustainability in terms of the environment, economy, and social aspects. This approach aims to transform the complex logistics systems of cities into more environmentally friendly, efficient and socially responsive systems. With the rapid growth of cities, improving urban logistics performance is critical to the success and sustainability of logistics applications. The aim of this study is to determine the urban logistics potential of Elâzığ province in order to make an evaluation on urban movement flow. In this context, the criteria for the elements of urban logistics performance were obtained based on literature and evaluated with the support of experts from different fields using surveys and Full Consistency Method (FUCOM), a multi-criteria decision-making method. After calculating the importance levels of the criteria, the sustainable urban logistics performance of Elâzığ province was evaluated. Furthermore, a sensitivity analysis was conducted to assess the impact of variations in expert judgments on the model outcomes, as well as to evaluate the robustness and reliability of the calculations. This study revealed remarkable findings on sustainable urban logistics. It is expected that these findings will assist the authorities in evaluating and developing urban logistics applications specific to Elâzığ in order to make strategic plans and focus on sustainable activities.

Keywords: Sustainability, logistics, urban logistics, Elâzığ, FUCOM.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Kentler, insanların sosyal ve ekonomik faaliyetlerinin yoğunlaştığı dünya çapında modern uygarlığın önemli bir ögesidir [1, 2]. Eğitim, iş, sağlık, kültür, kişisel gelişim ve güvenlik gibi çeşitli ihtiyaçları karşılamak

amacıyla daha uygun koşullar sunduklarından dünya nüfusunun büyük çoğunluğu kentlerde yaşamaktadır. 1800 yılında dünya nüfusunun yalnızca %3'ü kentlerdeyken, bu oran 2010 yılında %51,6'ya, 2020 yılında ise %56,2'ye çıkmış ve 2050 yılına kadar hızla %86,6'ya

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)
e-posta : belkiz.torgul@erzurum.edu.tr

çıkması beklenmektedir. Kırsal alanlardan kentlere göçün artması kentlerdeki nüfus artışına neden olmakta ve ekonomik büyüme, ürün ve hizmetlere olan talebin artmasını beraberinde getirmektedir [3]. Talepteki artış, kentsel ulaşımın artmasına neden olarak kentsel hareketlilik açısından muazzam zorluklar yaratmaktadır, özellikle de tıkanıklık sorunları, özel ulaşım hâkimiyeti, hava kalitesi, gürültü ve enerji bağımlılığı vb. [4]. Sonuç olarak artan kirlilik, yüksek enerji maliyetleri, azalan trafik güvenliği, zaman kaybı gibi faktörler kentteki lojistik sorunlarını arttırmaktadır.

Lojistik, müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla başlangıç noktası ile son tüketim noktası arasında malların, hizmetlerin ve bilgilerin etkili, verimli bir şekilde ileri-tersine akışını ve depolanmasını planlayan, uygulayan, kontrol eden ve yöneten tedarik zinciri sürecinin temel bir bileşeni olarak tanımlanmaktadır [5]. Bu bakımdan lojistik faaliyetlerindeki gelişmeler, ülkelerin ekonomik alanda ilerlemesi için önemlidir. Ekonomik büyüme ve sürdürülebilir kalkınma, kentsel fırsatların artmasıyla mümkün olmaktadır. Kentsel lojistik kavramı ise, kentlerin ekonomik, çevresel, ticari ve benzeri birçok alanda gelişimi ile yakından ilişkilidir. Kentsel lojistik, üretim, tüketim ve dağıtım taleplerinin karşılanmasını sağlayan tüm faaliyetleri içerir. Bir kent çok sayıda farklı ekonomik sektöre ev sahipliği yaptığı için, yüzlerce farklı tedarik zinciri barındırır ve bu da kentsel lojistiği çok karmaşık ve çeşitli hale getirir [6, 7]. Kentsel yük lojistiği karmaşık bir yapıya sahiptir; ancak tüm şehirlerde ortak ihtiyaç, malların verimli bir şekilde dağıtımını sağlamak ve ekonomik, sosyal ve çevresel maliyetler dâhil olmak üzere operasyonların toplam maliyetini azaltacak yenilikçi planları teşvik etmektedir. Nihai amaç, lojistik şirketlerinin çıkarları ile kentsel mobiliteye dâhil olan diğer paydaş gruplarının çıkarları arasındaki çatışmayı azaltmaktır. Bu, yük dağıtım sektöründeki çözümlerin kabul edilebilirliğini sağlamak için kritik bir unsurdur [8].

"Kentsel lojistik" kavramının en önemli temellerinden biri, akış yönetiminin ana parçalarından biri olan sürdürülebilirliktir [9]. Son on yılda e-ticaretin yükselişi, kentsel lojistik üzerindeki baskıyı artırarak önemli sürdürülebilirlik zorluklarını gündeme getirdi. COVID-19 salgını bu durumu daha da kötüleştirdi ve e-ticaretin sosyal sürdürülebilirlikle ilgili zorluklarının ele alınması gerektiğini vurguladı. Bu süreç, toplumun ihtiyaçları ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri ile uyumlu bir lojistik sisteminin önemini ön plana çıkardı. Etkin bir kentsel lojistik sistemi, ekonomik büyümeyi destekleyebilir, gereksiz işlem maliyetlerini azaltarak verimliliği artırabilir ve yatırım ortamını geliştirebilir. Ayrıca, yabancı yatırımları teşvik ederek şehirdeki işsizlik oranını azaltabilir ve bölgesel ekonomiyi iyileştirebilir [2]. Dolayısıyla verimli kentsel lojistik, şehirlerin ekonomisi ve yaşanabilirliği için temel bir ön koşul olarak görülebilir. Buna göre, kentsel lojistiğin olumsuz etkilerini azaltmak ve performansını iyileştirmek için yenilikçi çözümler aramak zorunludur [10].

Kentsel lojistik, Fransa ve Avrupa'da 20 yıldan fazla, Amerika Birleşik Devletleri'nde ise 40 yıldan fazla süredir araştırmacılar ve uygulayıcılar için ilgi çekici bir konu olmuştur. Kentsel lojistik gelişimi, çeşitli engellerle karşı karşıya kalmaktadır. Bu engeller arasında, sektördeki geleneksel alışkanlık ve değişime karşı direnç, teknolojik bilgi eksiklikleri, özel sektörün planlamadaki belirleyici rolü ve trafik kısıtlamaları gibi faktörler öne çıkmaktadır. Bu zorluklar, kentsel lojistik sistemlerinin daha etkin ve modern hale gelmesini zorlaştırmaktadır. Bununla birlikte, tanımlarda ve önerilen yöntemlerdeki birlik eksikliği ile aktörlerin çeşitliliği ve mevcut yöntemlerin çok disiplinli yapısı, konunun ele alınmasını zorlaştırmaya devam etmektedir [11].

Bu çalışma, Elâzığ şehrinin kent içi ulaşımını değerlendirmek amacıyla sürdürülebilir kentsel lojistik potansiyelini belirlemeyi hedeflemektedir. Bu kapsamda, sürdürülebilirlik kriterleri literatür taraması ile belirlenmiş ve gerekli veriler toplanmıştır. Kriterlerin ağırlıkları, farklı alanlardan uzmanların katıldığı anketler aracılığıyla FUCOM yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. İlgili kriterlerin önem dereceleri belirlendikten sonra, Elâzığ ilinin sürdürülebilir kentsel lojistik performansı hesaplanmış ve hesaplamaların etkinliği ile sağlamlığını kontrol etmek amacıyla duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular, Elâzığ ilinin lojistik durum analizinde ve gelecekteki kentsel lojistik planlamalarında kullanılabilecek veriler sunmaktadır. Çalışmanın genel çerçevesi hakkında bilgi verildikten sonra, ikinci bölümde geçmiş akademik çalışmalar incelenerek bir literatür taraması yapılmıştır. Üçüncü bölümde, sürdürülebilir kentsel lojistik kavramı açıklanmış ve çalışmada kullanılmak üzere belirlenen kriterler ile alt kriterler tanımlanmıştır. Dördüncü bölümde, kriterlerin değerlendirilmesinde kullanılacak ÇKKV yöntemlerinden FUCOM'un adımları detaylı bir şekilde sunulmuştur. Beşinci bölümde ise Elâzığ'ın kentsel lojistik profili incelenerek sürdürülebilir kentsel lojistik performansı değerlendirilmiş ve duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Sonuç bölümü ile elde edilen bulgular özetlenmiş ve çalışma sonlandırılmıştır.

2. LİTERATÜR (LITERATURE)

Son yıllarda giderek önem kazanan kentsel lojistik çalışma konusu, doğası gereği farklı bilimsel alanlarla bağlantılıdır. Şehir içindeki hareketlerin anlamlandırılması ve analiz edilmesi, disiplinler arası bir yaklaşım ve çaba gerektirmektedir. Kentsel lojistik alanında gerçekleştirilen araştırmalarda, ilgili paydaşların kaynak paylaşımındaki çekimserlik ve bilgi sistemlerindeki eksiklikler yazarları zorlayan bazı durumlar arasında öne çıkmaktadır [12]. Kentsel lojistiği konu alan literatürde çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Türkiye'de yapılan ulusal çalışmalar arasında Erdumlu [13], İnaç [14], Bilişik [15], Yardımcı [16], Turan [17], Kasımoğlu [18], Baraçlı [19], Çimtay [20] ve Alp [21], İstanbul; Erdir [22] ve Öztürk [23], İzmir; Yeşilyurt [24],

Kastamonu; Arslaner [25], Çorum; Mızrak [26], Şanlıurfa; Arıkan [27], Bursa; Özer [28]; Bingöl [29], Diyarbakır illerinde kentsel lojistik uygulamaları üzerine tez çalışmaları gerçekleştirmişlerdir.

Akben ve Bahçeci [30], kentsel lojistiğin kentlerin gelişimi üzerindeki önemini vurgulamak için disiplinler arası bir yaklaşım kullanarak Gaziantep ilinin durumunu incelemişlerdir. Kılıç ve Turğut [31] İstanbul ve Atatürk Havalimanı'nı kapasite ve kentsel lojistik açısından karşılaştırarak değerlendirmişlerdir. İnan [2], Elâzığ ilinde kentsel lojistik ile lojistik köy performansları arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla 276 işletme çalışanına anket uygulamış ve elde ettiği verileri analiz etmiştir. Sonuç olarak, kentsel lojistik ile lojistik köy performansları arasında istatistiksel olarak anlamlı-pozitif yönlü çok güçlü bir ilişki olduğunu öne sürmüştür. Serin [32], benzer bir çalışmayı Bursa ili için, Artuğ [33] ve Nurov [34] ise Kastamonu ili için gerçekleştirmişlerdir. Yeşilyurt [35] yine Kastamonu ili için firma performansı, kentsel ve dağıtım lojistiği arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Korucuk [36], Giresun ve Ordu illerinde lojistik performans unsurlarının önem derecelerini tespit ederek iki şehri kentsel lojistik performans unsurlarına göre kıyaslamışlardır. Büyükoğkan ve Mukul [37] İstanbul'da akıllı kentsel lojistik için en kritik teknolojik gereksinimlerin belirlenmesi ve önceliklendirilmesine yönelik bir metodoloji önermişlerdir. Sonuçlar, Kalite Fonksiyon Göçerimi yaklaşımının Kalite Evi matrisi ve Bulanık SAW tekniği kullanılarak analiz edilmiştir. Kılıç ve Delipınar [38] Afyonkarahisar, Hatay ve Gaziantep illerini karşılaştırarak kentsel lojistik ve destinasyon yeteneklerin ilgili gastronomi kentleri ile ilişkisi ve etkilerini inceleyen bir çalışma yapmışlardır.

Sürdürülebilir kentsel lojistik, hem geleneksel kâr ve zarar ölçümlerinde hem de sosyal ve çevresel boyutları kapsayan performans kriterlerinde yüksek başarı gösteren bir sistemdir. Mevcut literatürde, sürdürülebilir lojistiğin tüm yönlerini ele alan bazı çalışmalar bulunmaktadır [7]. Morana ve Gonzalez-Feliu [39] operasyonel lojistik yöneticilerinin bakış açısından kentsel teslimat sistemlerinin sürdürülebilir performansın değerlendirilme için sürdürülebilir bir gösterge paneli önermişlerdir. Ortak yapıcı bir yöntem kullanılarak, bir grup uzmana önce ayrı ayrı, ardından küçük gruplar halinde danışılmış ve daha sonra üzerinde anlaşılan bir gösterge kümesi bulmak için bir grup geri yükleme ve fikir birliği arama süreci yapılmıştır. Sonuçlar, bireysel aşamada seçilen göstergeler ile küçük gruplarda tanımlanan göstergeler arasında bir fark olduğunu göstermiştir. Duarte vd. [4] Lizbon'daki sürdürülebilir kentsel lojistik uygulamaları çerçevesinde pil elektrikli araçların yeterliliğini değerlendirmişlerdir. Analiz sonucunda, araç teknolojisi değişiminin lojistik operasyon performansını etkilemediği gözlemlenmiş ve pil elektrikli araç teknolojisinin belirli kentsel lojistik uygulamaları için uygunluğu doğrulanmıştır. Morfoulaki vd. [40], Yunanistan'daki Serres şehri için Sürdürülebilir Kentsel Lojistik Planı'nın (SULP) hazırlanması

çerçevesinde çok kriterli bir analiz yoluyla değerlendirilen küçük-orta ölçekli şehirlerde kentsel lojistik prosedürlerinin iyileştirilmesine ilişkin özel politika önlemlerini sunmuşlardır. Giret ve vd. [6] kentsel bölgelerdeki teslimat rotaları ve planları için bir dizi sürdürülebilir Anahtar Performans Göstergesi (KPI) kaydetmeye ve ölçmeye yardımcı olan bir çerçeve önermişlerdir. Genel olan bu yaklaşım uzmanlaşmış araştırma alanından iyi tanımlanmış bir dizi KPI'ya dayanmaktadır. Giret [7], akıllı tekniklerin, akıllı ve sürdürülebilir kentsel lojistik uygulamalarını desteklemeye yardımcı olabilecek temel yaklaşımlardan biri olduğunu öne sürerek kentsel lojistik alanındaki sorunlar için bazı çözümlere atıfta bulunmuştur. Büyükoğkan ve Öztürk [41] dayanıklı şehirler yaratmak üzere sürdürülebilir kentsel lojistik kapsamında son mil teslimat alanı için File Aras Seçimi problemini ele almışlardır. Metodolojinin dilsel değişkenlerle başa çıkmasını sağlamak için 2-Tuple dil tabanlı SAW-VIKOR tekniklerini önermişlerdir. Önerilen yöntemlerin geçerliliğini test etmek için Türkiye'den bir kargo şirketi ile bir vaka çalışması uygulamışlardır. Mızrak [26], Şanlıurfa'nın ekonomik, sosyal ve çevresel sorunlarını analiz etmiş ve bu sorunlara çözüm üretmek kentsel paydaşlara sürdürülebilirlik bağlamında yaşanabilir bir kentin gelecek nesillere göre tasarlanması için öneriler sunmuştur. Dossou ve Vermersch [42] Karayolu taşımacılığına alternatif bir çözüm geliştirmek amacıyla, yerel yönetimler, şirketler ve vatandaşlar gibi tüm paydaşları entegre eden ortak yaratma metodolojisine dayalı bir araştırma tanımlamışlardır. Bu çözümleri simüle etmek ve optimize etmek için sundukları karar destek aracının, ideal bir sürdürülebilir kentsel lojistik modelinin oluşturulmasına katkı sağlayacağı savunulmuştur. Tian vd. [43] kentsel lojistik bağlamında müşteri memnuniyeti için blok zinciri tabanlı bir değerlendirme yaklaşımı önermişlerdir. Kentsel lojistikte müşteri memnuniyetini etkileyen dört kriter belirlenerek gelecekteki dönemde müşteri memnuniyetini tahmin etmek için bir makine öğrenme algoritması Uzun Kısa Süreli Bellek (LSTM) benimsemişlerdir. Bir gıda lojistik zinciri bağlamında deneysel bir simülasyon yürütülmüş, önerilen yaklaşımın uygulanabilirliği tedarikçiler, lojistik işletmeleri ve perakendeciler olmak üzere üç katmanlı bir lojistik yapısı aracılığıyla değerlendirilmiştir. Yazarlar önerilen yaklaşımın, hükümetlerin ve bankaların sürdürülebilir kalkınma için daha iyi kararlar almasına yardımcı olabileceğini savunmaktadır. Guo vd. [44] Çin'deki yaklaşan karbon vergisi politikasını dikkate alarak, karbon emisyonları bağlamında çift seviyeli kentsel lojistik dağıtım ağının planlamasını incelemişlerdir. Bu amaçla, lojistik işletme maliyetleri ve karbon emisyon maliyetlerini göz önüne alan iki amaçlı karma tamsayı programlama modeli geliştirmiş ve problemin karmaşıklığını göz önünde bulundurarak iyileştirilmiş bir genetik algoritma tasarlamışlardır. Sayısal bir örnek üzerinden yapılan analizler, karbon vergisinin kentsel lojistik operatörleri için önemli mali yükler getireceğini ortaya koymuştur. Ayrıca, kentsel

lojistik ağının yeniden yapılandırılmasının, ekstra maliyetleri minimumda tutarak karbon emisyonunu azaltmada etkili bir önlem olduğu sonucuna varılmıştır. Önerilen akıllı algoritmanın, problem boyutu büyüdükçe her zaman kabul edilebilir zaman maliyetleriyle optimum çözümler sunabildiği belirtilmiştir.

Macário vd. [8] Sürdürülebilir Kentsel Lojistik Planları (SULP) için yapılandırılmış bir metodoloji geliştirmiş ve çözümlerin aktarılabilirliği ile paydaşlarla başarılı bir şekilde başa çıkma yöntemlerini sunmuşlardır. Lizbon Metropol Alanı, Porto ve Funchal şehirlerini kapsayan farklı kentsel ölçeklerde Sulp geliştirilmesini raporlamış ve sonuç olarak her bölgenin kendine özgü mekânsal, demografik ve ekonomik özellikler sergilediğini belirtmişlerdir. Öztürk vd. [45], kentlerin lojistik performanslarını hesaplamak ve karşılaştırmak amacıyla standart bir Sürdürülebilir Kentsel Lojistik Performans Endeksi (SULPI) performans değerlendirme sistemi oluşturmayı hedeflemişlerdir. Çalışmada, SULPI için gerekli kriterler belirlenmiş ve sürdürülebilirlik boyutlarına uygun olarak sınıflandırılmıştır. AHP Yöntemiyle belirlenen kriterler, dört farklı kentsel lojistik uzmanı tarafından değerlendirilerek SULPI kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Uygulama çalışması İzmir ilinde gerçekleştirilmiştir. 0-1 Puanlama Yaklaşımıyla 0,45159 ve 0-5 Puanlama Yaklaşımıyla 2,15020 şeklinde hesaplanmıştır. Pourmohammad-Zia ve van Koningsveld [10] kentsel su yollarını ve son adım teslimatını entegre eden, kapsamlı su yolu ağlarına sahip şehirler için özel olarak tasarlanmış optimum bir dağıtım ağı sunmuşlardır. Vaka çalışması olarak rihtim duvarlarındaki zorlanma, tıkanıklık ve emisyonlar nedeniyle Amsterdam şehir merkezini incelemiş ve kentsel lojistik tasarımını yeniden değerlendirmişlerdir. Çözüm için zaman pencerelerine sahip iki aşamalı bir konum yönlendirme problemi olarak formüle edilen hibrit bir çözüm yaklaşımı sunulmuştur. Önerilen algoritma üstün bir çözüm kalitesiyle mevcut yöntemlerden sürekli olarak daha iyi performans göstererek, yerleşik ve yeni geliştirilen kıyaslama örnekleri arasında etkinliğini göstermiştir. Çalışmanın küresel şehir yöneticilerine sürdürülebilir lojistik için yenilikçi yaklaşımlar benimseme, verimliliği artırma, maliyetleri düşürme ve sürdürülebilir ulaşım uygulamalarını teşvik etme konusunda değerli iç görüler sağlayabileceği düşünülmektedir. Knapskog vd. [46] Sürdürülebilir kentsel yük taşımacılığına odaklanarak, Norveç ve Polonya'daki stratejik planlarda kentsel lojistiğin nasıl yer aldığını incelemişlerdir. Esnek ve sürdürülebilir stratejik planlara kentsel lojistiği entegre etmenin, sadece ayrı bir sürdürülebilir kentsel lojistik planı (Sulp) benimsemekten çok daha önemli olduğunu sonucuna varmışlardır.

3. SÜRDÜRÜLEBİLİR KENTSEL LOJİSTİK (SUSTAINABLE URBAN LOGISTICS)

Kentsel Lojistik, şehir altyapısı ve diğer imkânlarını lojistik yönden değerlendirmek için ortaya konmuş bir

kavramdır. Bu yaklaşım, şehirlerin yükleme, taşıma, boşaltma, depolama kapasiteleri ve ulaşım olanakları vb. lojistik performans faktörlerini analiz ederek, yerleşim yerlerinin güçlü ve zayıf yönlerini, fırsatlarını ve tehditlerini belirlemeye yöneliktir. Kentsel lojistik, bir şehirde tüm kesimleri dikkate alarak en uygun rota ve araçların belirlenmesiyle, canlı veya cansız tüm taşınma süreçlerinin doğru bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayan planlı işlem, uygulama ve faaliyetler bütünüdür. Bu sistem, taşımacılık, hareket ve ulaştırma süreçlerini optimize etmeyi amaçlar [47].

Lojistik faaliyetleri, özellikle taşımacılıkta fosil kaynakları en fazla kullanan sektördür. Dünya yük taşımacılığında dış ticaretin büyük çoğunluğu denizyolu ile yapılırken, karayolu taşımacılığı ikinci sırada yer alır. Türkiye'de 2022 yılı verilerine göre yük taşımacılığının %89,3'i karayolu ile sağlanmaktayken %6,1'i denizyolu ve %4,6'sı da demiryolu ile yapılmaktadır. Ayrıca, yurt içi şehirlerarası yolcu taşımacılığında karayolu %91,2'lik payıyla yine birinci sıradadır [3]. Kentsel lojistik operasyonları, şehir içi toplam trafik akışının %8-15'ini oluşturarak kentsel merkezlerdeki en önemli araç akışlarının birinden sorumludur. Bu operasyonlar kentsel alanlarda günlük olarak sağlanan yoğun hizmet türü nedeniyle, şehirlerdeki hava kalitesiyle ilgili önemli etkiye sahip bir sektördür [4]. Yüksek fosil kaynak kullanımı ciddi çevresel sorunlara neden olmaktadır. Bu noktada birçok ülke çevresel sürdürülebilirliğe önem vererek karbon emisyonlarını azaltmak için alternatif yollar aramakta ve alternatif araç teknolojilerinin kullanımını yaygınlaştırmaktadır. Son zamanlarda iklim değişikliği ve küresel ısınma gibi sorunları en aza indirmek için sürdürülebilir uygulamalar ön plana çıkmaktadır [3, 48]. Kentsel lojistik, şehirlerin verimlilik ve etkinliğini artırmayı, lojistik süreç ve faaliyetlerinin olumsuz etkilerini azaltmayı ve sürdürülebilir kalkınmasını desteklemeyi amaçlamaktadır [43].

Sürdürülebilirlik endeksi, bir şehrin çevresel, sosyal ve ekonomik performansını değerlendirir ve mevcut ihtiyaçları gelecekteki nesillerin yaşam standartlarına zarar vermeden karşılama yeteneğini ölçer [49]. Bu endeks; enerji verimliliği, atık yönetimi, biyolojik çeşitlilik ve sosyal katılım gibi konuları kapsar. Sürdürülebilirlik endeksleri, dünya çapında farklı boyutlardaki çalışmalarla oluşturulmaktadır. Ülkeler, şehirlerini ve alanlarını ulusal bazda ölçen çeşitli çalışmalar gerçekleştirmiştir. Yaşanabilirlik kavramı, şehir sakinlerinin yaşam kalitesini ve refahını hedefleyen çok boyutlu bir çerçeve sunar. Fiziksel altyapının yanı sıra sosyal, ekonomik, çevresel ve kültürel boyutları da dikkate alarak, sosyal yapı için adımlar atmaya amaçlar. Barınma ve sürdürülebilir ulaşım sistemleri gibi belirgin konuların yanı sıra, eşitlikçi, kapsayıcı ve sürdürülebilir kentsel ortamları teşvik etmeyi hedefleyen bütünsel bir yaklaşım sunar. Ulaştırma Politikası Beyaz Bülteni, CO2 içermeyen kentsel lojistiği 2030 yılına kadar ulaşılması gereken 10 hedeften biri olarak belirlemiştir [6, 7]. Kentsel lojistik süreçleri sadece ekonomik değil, bununla birlikte çatışmalara yol açabilecek çevresel ve sosyal

sorunları da içermektedir. AB'nin "Sürdürülebilir Kentsel Hareketlilik Planı Geliştirme ve Uygulama" yönergeleri, kentsel lojistik süreçlerinin optimizasyonuna odaklanan Sürdürülebilir Kentsel Lojistik Planı geliştirmek için şehir paydaşları ve teknisyenlerine gerçekçi ve basit yönergeler sağlamayı ve ekonomik sürdürülebilirliğini sağlayan ilgili enerji tüketimini ve çevresel etkileri azaltmayı amaçlamaktadır [6].

Sürdürülebilir kentsel lojistik, şehirlerde mamul ve hizmet akışlarını optimize ederek ekonomik, çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik prensibine uygun şekilde yürütmeyi amaçlayan bir yaklaşımdır. Bu kavram, şehirlerin karmaşık lojistik süreçlerini çevre dostu, topluma uygun ve verimli hale getirmeyi hedefler. Sürdürülebilir kentsel lojistiğin uygulanması için çeşitli stratejiler öne çıkmaktadır. Bunlar arasında elektrikli araçların kullanımı, akıllı ulaşım sistemlerinin entegrasyonu, raylı yolcu hizmetlerinin geliştirilmesi, paylaşımlı taşıma modellerinin benimsenmesi, yeşil dağıtım merkezlerinin oluşturulması, düşük emisyonlu ve çevre dostu ambalajların tercih edilmesi ile kentsel dönüşüm ve planlama uygulamaları bulunmaktadır. Bu yöntemler, şehirlerin lojistik süreçlerini daha sürdürülebilir ve etkili hale getirmek için kritik öneme sahiptir [50]. Sürdürülebilir Kentsel Lojistik Planı, ekonomik verimliliği çevresel sürdürülebilirlik ve sosyal faydayla dengeleyerek hem kentsel yük taşımacılığı paydaşlarına hem de topluma en uygun model çözümleri teşvik etmeyi amaçlamaktadır.

4. TAM TUTARLILIK YÖNTEMİ (FUCOM)

Pamuçar vd. [51] tarafından 2018 yılında geliştirilen FUCOM yöntemi, ÇKKV yöntemleri arasında doğrusal programlama temelli bir model olarak, ağırlık değerlerinin en uygun şekilde atanmasını sağlar. Bu yöntem, her hiyerarşi seviyesindeki tüm elemanların ağırlık katsayılarını karşılıklı olarak karşılaştırarak tutarlı koşullar oluşturur. Gerçekle, ikili karşılaştırma değerleri $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$ (burada a_{ij} , kriter i 'nin kriter j 'ye göre göreceli tercihini gösterirken w_i ve w_j , sırasıyla kriter i ve j 'nin ağırlıklarını gösterir) kesin ölçümlere değil, öznel tahminlere dayanmaktadır. Ayrıca, a_{ij} değerlerinin ideal oran olan $\frac{w_i}{w_j}$ 'den sapma gösterebilir [51].

Diğer öznel modeller (AHP, BWM, SWARA ve DEMATEL) gibi, kriterlerin ağırlığını belirlemek için karar vericiden gelen öznel girdilere dayanan FUCOM, uygulanabilirliğini artırmak ve karşılaştırmalardaki tutarsızlıkları tespit etmek amacıyla BWM gibi basit bir algoritma kullanır. Her iki yöntem de basit algoritmalara dayansa da BWM, n kriter ile $2n-3$ karşılaştırma yaparken, FUCOM yalnızca $n-1$ karşılaştırma yapmaktadır. Bu durum, FUCOM'un işlem yükünü azaltmasına ve tutarsızlıkları engelleyerek daha güvenilir sonuçlar elde edilmesine olanak tanır. Ayrıca, SMART gibi tutarlılığı kontrol etmeyen veya $n(n-1)/2$ karşılaştırma yaparak çok fazla zaman alan AHP gibi yöntemlere kıyasla FUCOM daha verimlidir. Bununla

birlikte, FUCOM, kriterler için ağırlık katsayısı değerlerinin optimum değerlere göre minimum varyasyon göstermesi açısından öne çıkmaktadır. Yöntemin adımları aşağıda verilmiştir.

Adım 1. Kriterlerin sıralanması: Önceden tanımlanmış değerlendirme kriterleri sıralanır. Sıralama, kriterlerin önemine göre; en büyük ağırlık katsayısına sahip olması beklenen kriterden en az öneme sahip/en küçük ağırlık katsayısına sahip olması beklenen kriterine doğru yapılır. Böylece, ağırlık katsayılarının beklenen değerlerine göre sıralanan kriterler elde edilir:

$$C_{j(1)} > C_{j(2)} > \dots > C_{j(k)} \quad (3)$$

Buradaki k , gözlenen kriterin sıralamasını temsil eder. Aynı öneme sahip birden fazla kriterin olduğuna dair bir hüküm varsa, Eşitlik (3)'teki kriterler arasında ">" yerine "=" konur.

Adım 2. Kriterlerin önem derecesinin belirlenmesi: Sıralanmış kriterler karşılaştırılarak değerlendirme kriterlerinin karşılaştırmalı önceliği ($\varphi_{k/(k+1)}$, $k = 1, 2, \dots, n$) belirlenir.

Değerlendirme kriterlerinin karşılaştırmalı önceliği $\varphi_{k/(k+1)}$ $C_{j(k)}$ kriter sıralamasının $C_{j(k+1)}$ kriter sıralamasına kıyasla avantajını temsil eder. Değerlendirme kriterlerinin karşılaştırmalı önceliklerinin vektörleri Eş. 4 ile elde edilir:

$$\Phi = (\varphi_{1/2}, \varphi_{2/3}, \dots, \varphi_{k/(k+1)}) \quad (4)$$

FUCOM yöntemi, kriterlerin ikili karşılaştırılmasında tam sayı değerleri, ondalık değerler veya önceden tanımlanmış ölçek değerlerinin kullanılmasına olanak tanır.

Adım 3. Ağırlık katsayılarının nihai değerlerinin bulunması: Değerlendirme kriterlerinin nihai ağırlık katsayı değerleri $(w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ hesaplanır. Aşağıdaki iki koşulu karşılamaları gerekir:

1- Ağırlık katsayı oranları kriterler arasındaki karşılaştırmalı önceliğe eşit olmalıdır, yani aşağıdaki eşitlikle verilen koşul sağlanmalıdır:

$$\frac{w_k}{w_{k+1}} = \varphi_{k/(k+1)} \quad (5)$$

2- Ağırlık katsayılarının nihai değerleri, matematiksel geçişlilik şartını sağlamalıdır; yani, $\varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)} = \varphi_{k/(k+2)}$ olmalıdır. $\varphi_{k/(k+1)} = \frac{w_k}{w_{k+1}}$ ve $\varphi_{(k+1)/(k+2)} = \frac{w_{k+1}}{w_{k+2}}$ olduğundan, $\frac{w_k}{w_{k+1}} \otimes \frac{w_{k+1}}{w_{k+2}} = \frac{w_k}{w_{k+2}}$ elde edilir. Böylece, Eşitlik (6) ile tanımlanan koşulun sağlanması gerekir:

$$\frac{w_k}{w_{k+2}} = \varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)} \quad (6)$$

Tam tutarlılık, yani tam tutarlılıktan (χ) minimum sapma, yalnızca yukarıda verilen her iki koşul da sağlandığında sağlanır. Bu şekilde, maksimum tutarlılık, yani elde edilen ağırlık katsayısı değerleri için $\chi=0$ olur. Koşulların sağlanması için, ağırlık katsayısı değerleri $(w_1, w_2, \dots, w_n)^T$, $\left| \frac{w_k}{w_{k+1}} - \varphi_{k/(k+1)} \right| \leq \chi$ ve $\left| \frac{w_k}{w_{k+2}} - \varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)} \right| \leq \chi$ olarak

Elazığ'ın sürdürülebilir kentsel lojistik performans endeksini oluşturmak için öncelikle kriter envanteri belirlenmelidir. Yapılan literatür araştırmaları sonucunda elde edeceğimiz endeks puanını da karşılaştırabilme imkânı da bulabileceğimiz, Öztürk vd. [45]'de sunulan standart Sürdürülebilir Kentsel Lojistik Performans Endeksi değerlendirme sistemi kullanılmıştır. Bu çalışmada belirlenen kriter envanterinin kabul görülmesinin sebebi yakın zamanda yayınlanmasından kaynaklı çalışma alanındaki güncel durumu yansıtmayı, kapsamlı bir araştırma sonucu oluşturulması ve sürdürülebilirlik boyutunu tüm yönleriyle ele almasıdır. Önerilen sistem, literatür çalışmaları ve ilk kaynaklardan elde edilen istatistiksel veriler analiz edilerek, ülkelerin lojistik performanslarını karşılaştırmak amacıyla dünya genelinde en yaygın olarak kullanılan Lojistik Performans Endeksi'nden yararlanılarak oluşturulmuştur. Standart bir sürdürülebilir kentsel lojistik performans değerlendirme sistemi olarak önerilen bu sistem, sürdürülebilir bir nitelik taşıdığından ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları kapsayan bütünsel bir nitelik

taşımaktadır. Öztürk vd. [45]'de sunulan kriter envanteri, çalışmamız doğrultusunda ana yapısı korunarak, bazı eklemeler ve çıkarmalar yapılarak revize edilmiştir. Kriter envanteri, üç ana kriter (ekonomik, sosyal ve çevresel) ile birinci, ikinci ve üçüncü seviye alt kriterlerden oluşmaktadır. Tüm kriterlerin hiyerarşik yapısı Şekil 3'de sunulmuştur. Kriterlerin ayrıntılı tanımları, Ekler bölümünde yer alan Şekil 5-7'de yer almaktadır. Kriter açıklamaları detaylarına Öztürk [23] tez çalışmasından ulaşılabilir. İlgili çalışmada "Sosyal Lojistik Hizmetlerin Kalitesi" kriteri altında yer alan "Zaman/Araç Kısıtlamalarının Varlığı" alt kriteri kaldırılmıştır. Bu kriterin altında yer alan, "Tehlikeli Madde Taşımacılığına İlişkin Kısıtlamaların Varlığı" kriteri "Çevresel Alt Yapı" kriteriyle daha uyumlu olduğu düşünüldüğünden, bu kriterin altına dâhil edilmiştir. Benzer bir mantıkla "Sosyal Alt Yapı" kriterine bağlı olan "Yerel Atık Yönetimi Mevzuatının Varlığı" alt kriteri, çevresel performansla daha uyumlu olması nedeniyle çıkarılmıştır. "Çevresel Sürdürülebilirlik" kriteri altına, "Atık Miktarı" kriteri eklenmiştir. Bunun yanı sıra, "Sosyal Lojistik Hizmetlerin Kalitesi" kriterine "Trafik Kaza Oranı" alt kriteri dâhil edilmiştir. "Sosyal" ana kriteri altında, "Altyapı" ve "Lojistik Hizmetlerin Kalitesi" kriterlerine ek olarak, "Sosyal Yaşanabilirlik" kriteri ile buna bağlı olarak "Trafik Yoğunluğu" ve "Araç Sahipliği" alt kriterleri eklenmiştir. Bu yeni kriterler ilgili referans çalışmasında göz önünde bulundurulmamış, ancak lojistik sistemlerin etkinliği ve sürdürülebilirliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu düşünüldükten eklenmiştir. Böylece, kentlerin sürdürülebilir lojistik stratejileri ve uygulamalarıyla ilgili daha kapsamlı ve bütünsel bir değerlendirme yapılması hedeflenmiştir.

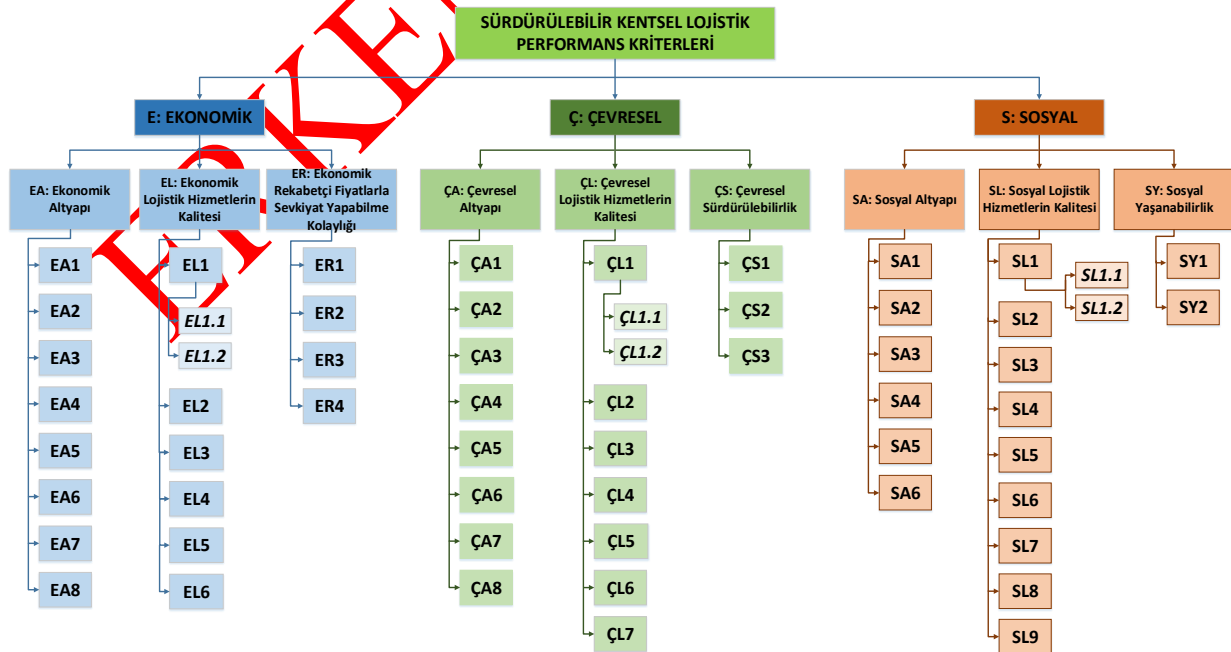
Sonraki aşamada Elâzığ ili için sürdürülebilir kentsel lojistik performans ölçüm kriter değerleri için gerekli

veriler toplanmış; kriter kodu, optimizasyon yönelimi (min. veya max. / var veya yok), ilgili kriter için Elâzığ verileri, en yüksek değere sahip il verileri, en düşük değere sahip il verileri, Türkiye geneli veriler, erişim tarihi ve elde edilen kaynak şeklinde tablolastırılmıştır (Tablo 1).

Maksimum, minimum ve var/yok şeklinde incelenen üç farklı kriter değeri bulunmaktadır. Nicel değerler için birinci kaynaklardan ulaşılabilen veriler dikkate alınırken var/yok olarak sorgulanan kriterler için "var" durumunda kriter değeri bir (1), "yok" durumunda kriter değeri sıfır (0) dır. Tüm verilerin 0-1 aralığında olması için doğrusal normalizasyon yöntemi uygulanmıştır. Ekonomik Rekabetçi Fiyatlarla Sevkiyat Yapabilme Kolaylığı Performans Kriterleri (ER1, ER2, ER3, ER4), ÇA4 ve ÇL5 için toplanan veriler oran biçimindedir ve bu nedenle 0-1 aralığındadır. Örneğin, ER1 (Kara yolunun kentteki yük taşımacılığındaki payı) kentte kara yolu ile taşınan yük miktarının, kentteki tüm yük hareketliliğine oranını ifade etmektedir. ÇA4 (Çevre dostu araçların kullanım oranı) ise kentte kullanılan çevre dostu araçların tüm araçlar içindeki oranını göstermektedir. Ancak, eğer minimizasyonu istenen bir kriter varsa, bu durumda elde edilen oran 1'den çıkarılarak hesaplanır. Kalan kriterler için ise minimize edilmesi istenen kriterlerde, kriterin aldığı değer maksimum değerden ne kadar uzaklaştığı (8); maksimize edilmesi istenen kriterlerde ise, veri değerinin minimum değerden ne kadar uzaklaştığı (9) hesaplanmaktadır. Elde edilen ölçek, söz konusu kriterin endeks değerini yansıtmaktadır. Bunun için Elâzığ ilinin karşılaştırılacağı ölçek değerleri Türkiye illeri olarak belirlenmiştir. Her kriter için 81 ilin verileri incelenerek tavan-taban değerleri tespit edilmiştir.

$$x^* = (x_{max} - x) / (x_{max} - x_{min}) \quad \text{minimizasyon} \quad (8)$$

$$x^* = (x - x_{min}) / (x_{max} - x_{min}) \quad \text{maksimizasyon} \quad (9)$$



Şekil 3. Sürdürülebilir kentsel lojistik performans kriterlerinin hiyerarşik yapısı (Hierarchical structure of sustainable urban logistics performance criteria).

Tablo 1. Elâzığ sürdürülebilir kentsel lojistik performans kriter verileri (Elâzığ sustainable urban logistics performance criteria data)

Kriter	Opt.	Elâzığ	En Yüksek	En Düşük	Türkiye	Erişim Tarihi	Kaynak
EA1	Var/yok	Yok	-	-	-	5.09.2024	Elâzığ Belediyesi Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğü (EBUHM)
EA2	Var/yok	Yok	-	-	-	5.09.2024	EBUHM
EA3	max	829,4 (Dveİ. Y.) 0 (O.Y)	3155,9 (Dveİ. Y.) 0 (O.Y) /Konya	131 (Dveİ. Y.) 33 (O.Y) /Yalova	64927,5 (Dveİ. Y.) 3726 (O.Y)	26.07.2024	Devlet ve İl Yolları (Dveİ. Y.) Otoyollar (O.Y) [56], [57]
EA4	max	314	828/Ankara	0/Ağrı, Giresun, ...	13128	26.07.2024	[58]
EA5	max	1	3/İstanbul	0/Ardahan, Bartın,...	59	26.07.2024	[59]
EA6	max	0	4/İzmir	0/Ağrı, ...	180	26.07.2024	[60]
EA7	Var/yok	Var	-	-	-	5.09.2024	EBUHM [61]
EA8	Var/yok	Yok	1/Samsun	0/Adana	12	26.07.2024	[62]
EL1.1	max	0	5/İstanbul	0/ Elâzığ	6	28.07.2024	[63] (2023 yılı verileri)
EL1.2	max	1	41/İstanbul	1/Elâzığ	208	27.07.2024	[64]
EL2	Var/yok	Var	-	-	-	5.09.2024	[65]
EL3	Var/yok	Yok	-	-	-	5.09.2024	EBUHM
EL4	Var/yok	Yok	-	-	-	5.09.2024	KUDEB- Harput
EL5	Var/yok	Yok	-	-	-	5.09.2024	EBUHM
EL6	Var/yok	Yok	1/Samsun	0/Adana	12	26.07.2024	[62]
ER1	min	1827037 bin ton	25072624 bin ton/ İstanbul	271570 bin ton/ Tunceli	335126 milyon ton	01.08.2024	[66]
ER2	max	1226681 ton	-	-	32,8 milyon ton	27.07.2024	[55]
ER3	max	0	-	-	-	27.07.2024	[67]
EL4	max	0	-	-	-	27.07.2024	[67]
ÇA1	Var/yok	Yok	-	-	-	5.09.2024	EBUHM
ÇA2	Var/yok	Yok	-	-	-	5.09.2024	EBUHM
ÇA3	Var/yok	Yok	-	-	-	5.09.2024	Elâzığ Belediyesi İklim Değişikliği ve Sıfır Atık Müdürlüğü (EBİDSAM)
ÇA4	max	15 elektrikli /87 dizel otobüs	-	-	-	5.09.2024	EBUHM
ÇA5	Var/yok	Yok	-	-	-	5.09.2024	EBUHM - EBİDSAM
ÇA6	Var/yok	Yok	-	-	-	5.09.2024	EBUHM - EBİDSAM
ÇA7	Var/yok	Var	-	-	-	5.09.2024	EBUHM [61]
ÇA8	Var/yok	Yok	1/Samsun	0/Adana	12	26.07.2024	[62]
ÇL1.1	max	0	5/İstanbul	0/ Elâzığ	6	28.07.2024	[63] (2023 yılı verileri)
ÇL1.2	max	1	41/İstanbul	1/Elâzığ	208	27.07.2024	[64]
ÇL2	Var/yok	Var	-	-	-	5.09.2024	[65]
ÇL3	Var/yok	Yok	-	-	-	5.09.2024	EBUHM
ÇL4	max	637	23268/İstanbul	104/Ardahan	100897	26.08.2024	[68]
ÇL5	max	0	-	-	-	5.09.2024	EBUHM - EBİDSAM
ÇL6	Var/yok	Yok	-	-	-	5.09.2024	[65]
ÇL7	Var/yok	Yok	-	-	12	26.07.2024	[62]
ÇS1	min	31,41	78,89/Ağrı-Patnos	12,16/Bitlis	65	31.07.2024	[69], [70] Hava kalitesi indeks puanından ulaşılabacaktır. (PM10)
ÇS2	min	0	-	-	-	-	Su kirliliği düzeyi
ÇS3	min	0,94	2/Kars	0,65/Gümüşhane	1,03	26.08.2024	[71]Kişi Başı Ortalama Belediye Atık Miktarı (Kg/Kişi-Gün)(2022 verileri)
S.A.1	Var/yok	Yok	-	-	-	5.09.2024	EBUHM
S.A.2	Var/yok	Yok	-	-	-	5.09.2024	EBUHM
S.A.3	Var/yok	Var	-	-	-	6.09.2024	Elâzığ İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü
S.A.4	Var/yok	Yok	-	-	-	6.09.2024	KUDEB- Harput
S.A.5	Var/yok	Var	-	-	-	5.09.2024	EBUHM [61]
S.A.6	Var/yok	Yok	1/Samsun	0/Adana	12	26.07.2024	[62]
SL1.1	max	0	5/İstanbul	0/ Elâzığ	6	28.07.2024	[63] (2023 yılı verileri)
SL1.2	max	1	41/İstanbul	1/Elâzığ	208	27.07.2024	[64]
SL2	Var/yok	Var	-	-	-	5.09.2024	[65]
SL3	Var/yok	Yok	-	-	-	5.09.2024	EBUHM
SL4	min	6420	314266/İstanbul	508/Ardahan	1314136	28.07.2024	[72]
SL5	max	637	23268/İstanbul	104/Ardahan	100897	26.08.2024	[68]
SL6	Var/yok	Yok	-	-	-	6.09.2024	KUDEB- Harput
SL7	Var/yok	Yok	-	-	-	-	EBUHM
SL8	Var/yok	Yok	1/Samsun	0/Adana	12	26.07.2024	[62]
SL9	max	2	60/İstanbul	0/Amasya	>1000	-	Lojistik alanında akademik çalışma sayısı
SY1	min	1227,41	58364,50/İstanbul	427,107/Erzincan	-	01.08.2024	[66]
SY2	min	143	322/Ankara	8/Hakkâri	178	26.08.2024	[73](Bin kişi başına otomobil sayısı-2023)

5.2. Performans Kriterler Ağırlıklarının Belirlenmesi (Determination of Performance Criteria Weights)

Bu adımda belirlenen kentsel lojistik performans kriter ağırlıklarının hesaplanabilmesi için kentin farklı paydaşlarından uzman görüşleri alınarak genel ağırlıklara ulaşmak amaçlanmıştır. Bu kapsamda bir profesör akademisyen ve üç Elâzığ yerel yönetim kuruluşu temsilcileri olmak üzere toplamda 4 uzmana anket sunulmuştur. Uzman 1, Elâzığ Belediyesi Ulaşım Hizmetleri Genel Müdürlüğünde 8 senedir Jeoloji Mühendisi olarak çalışmaktadır. Uzman 2, Fırat Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Öğretim Üyesi, Fırat Teknokent Genel Müdürü, Üniversite Sanayi İş Birliği Geliştirme ve Araştırma Merkezi Müdürü olarak çalışan DDX Dijital Dönüşüm Uzmanıdır. Uzman 3, Elâzığ Organize Sanayi Bölgesi Müdürü olarak çalışmaktadır. Uzman 4 ise Bilgisayar Mühendisi, Elâzığ Ticaret ve Sanayi Odası AR-GE biriminde Proje Müdürü- Koordinatörü olarak çalışmakta ve 2022'den bu yana Elâzığ Bölgesel Lojistik Merkezi Projesi üzerine çalışmaları yürütmektedir. Aşağıda verilen Tablo 2-5' de uzman görüşlerini içeren Karar Matrisleri sunulmuştur.

Tablo 2. Ana kriterlerin uzman değerlendirmeleri (Expert evaluations of the main criteria)

Ana Kriterler	U. 1	U. 2	U. 3	U. 4
E	9	1	1	1
Ç	3	1	5	4,5
S	1	7	5	2

Tablo 3. 1. Seviye alt kriterlerin uzman değerlendirmeleri (Expert evaluations of Level-1 sub criteria)

1.Seviye Alt Kriterler	U. 1	U. 2	U. 3	U. 4
EA	1	1	1	1
EL	2	2	4	3
ER	5	1	6	5,5
ÇA	1	3	4	1
ÇL	3	1	2	3,5
ÇS	2	2	1	6
SA	5	2	1	3
SL	3	1	5	5
SY	1	2	3	1

Uzmanlar tarafından yapılan ikili karşılaştırmaların ardından tüm kriterlerin karşılaştırmalı öncelikleri hesaplanır. Böylece dört uzmanın görüşlerine dayalı olarak elde edilen kriter ağırlıkları Tablo 6-9'da sunulmuştur. Buna ek olarak, elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınarak bulunan ana kriter ve alt kriterlerin yerel ağırlıkları hesaplanır. Son aşamada ise tüm alt kriterlerin global ağırlıkları elde edilir. Her bir alt kriterin global ağırlığı, bir üst seviyede bağlı oldukları kriterin nihai ağırlığıyla çarpımı ile hesaplanır. Ana kriterlerin nihai ağırlıkları yerel ağırlıklarıyla, alt kriterlerin nihai ağırlıkları global ağırlıklarıdır. Hesaplanan nihai kriter ağırlıkları Tablo 10'da verilmiştir.

Her bir kriterin nihai ağırlığı FUCOM yöntemi kullanılarak belirlendikten sonra, aldığı normalize değer ile çarpılarak endeks puanları hesaplanmıştır. Tablo

10'da verilen beşinci sütunun son satırında ise bu sütunun toplamını veren değer, Elâzığ uygulamasının sürdürülebilir kentsel lojistik performans puanı elde edilmiştir. Sürdürülebilir kentsel lojistik performans kriterlerinin normalize değerleri, ağırlıkları ve endeks puanları Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 4. 2. Seviye alt kriterlerin uzman değerlendirmeleri (Expert evaluations of Level-2 sub criteria)

2.Seviye Alt Kriterler	U. 1	U. 2	U. 3	U. 4
EA1	4	5	3	2
EA2	1	5	1	2,5
EA3	3	1	4	2,7
EA4	5	3	4	4
EA5	8	1	7	5
EA6	9	6	7	8
EA7	2	4	2	6
EA8	6	6	3	1
EL1	5	1	2	5
EL2	1	1	1	1,5
EL3	3	1	8	2
EL4	7	1	9	2,5
EL5	4	1	4	2,4
EL6	9	2	4	1
ER1	1	1	2	1
ER2	3	1	1	4
ER3	7	7	3	9
ER4	9	5	3	7
ÇA1	2	3	2	2
ÇA2	1	3	1	2,1
ÇA3	4	3	3	4
ÇA4	8	2	2	9
ÇA5	6	2	3	8,7
ÇA6	7	3	4	7,5
ÇA7	3	1	3	6
ÇA8	9	3	5	1
ÇL1	6	1	2	2,5
ÇL2	1	1	1	2
ÇL3	4	1	3	3,5
ÇL4	9	1	4	6
ÇL5	6	1	2	5
ÇL6	3	1	2	4,2
ÇL7	8	1	5	1
ÇS1	3	2	1	4
ÇS2	1	4	3	5
ÇS3	2	1	2	1
SA1	5	3	2	2
SA2	3	1	1	3
SA3	1	1	3	1
SA4	5	1	4	5
SA5	3	1	3	6
SA6	9	3	5	1
SL1	1	9	1	2,6
SL2	5	9	2	2,1
SL3	6	6	3	4,3
SL4	4	5	6	5
SL5	7	1	7	6
SL6	8	9	5	3,2
SL7	8	9	5	4
SL8	9	9	7	1
SL9	3	7	3	3
SY1	1	3	1	1
SY2	3	1	3	3

Tablo 5. 3. Seviye alt kriterlerin uzman değerlendirmeleri
(Expert evaluations of Level-3 sub criteria)

3.Seviye Alt Kriterler	U. 1	U. 2	U. 3	U. 4
EL1.1	1	2	1	2
EL1.2	4	1	3	5
ÇL1.1	1	2	1	5
ÇL1.2	3	1	3	3
SL1.1	1	2	1	2
SL1.2	3	1	3	4

Tablo 6. Ana kriterlerin uzman ve yerel ağırlıkları (Expert and local weights of main criteria)

Ana Kriterler	U. 1	U. 2	U. 3	U. 4	Yerel ağırlık
E	0,077	0,467	0,714	0,581	0,460
Ç	0,231	0,467	0,143	0,129	0,243
S	0,692	0,067	0,143	0,290	0,298

5.3. Bulgular (Findings)

Elâzığ ilinin sürdürülebilir kentsel lojistik performans puanı, yapılan analizler sonucunda 0,3011 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, Elâzığ'ın kentsel lojistik performansının mevcut durumu hakkında bir gösterge sunmakla birlikte, literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında daha geniş bir perspektif kazandırmaktadır. Örneğin, Öztürk vd. [45] İzmir ili üzerine yaptıkları değerlendirmede, sürdürülebilir lojistik performans puanı 0,4516 olarak belirlenmiştir. Ayrıca, Kasımoğlu [18] tarafından İstanbul ili için yapılan benzer bir çalışmada, kentsel lojistik performans skoru 0,6841 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmaları, kentsel lojistik performansının farklı şehirlerdeki durumunu değerlendiren önemli örnekler sunmaktadır. Ancak, her üç çalışmanın da hem kullanılan değerlendirme kriterleri hem de uzman profilleri açısından farklılıklar taşıması nedeniyle, bu verilerin doğrudan karşılaştırılması sağlıklı olmayabilir. Örneğin, her bir şehirdeki altyapı, ekonomik koşullar, lojistik altyapısı ve yönetim yaklaşımları gibi faktörler, bu performans puanlarını etkileyen önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Dolayısıyla, bu veriler, doğrudan kıyaslamalar yerine, her şehrin kendine özgü koşullarını göz önünde bulundurarak şekilde yorumlanmalıdır. Buna rağmen, Elâzığ'ın lojistik performansının diğer şehirlerle karşılaştırılması, genel bir değerlendirme

yapmamıza olanak tanımaktadır. Elâzığ'ın puanının diğer büyük şehirlerle kıyaslandığında daha düşük olması, kentsel lojistik altyapısının geliştirilmesi gerektiğine dair ipuçları sunmaktadır. Bu tür karşılaştırmalar, gelecekteki iyileştirme stratejileri için bir temel oluşturarak, Elâzığ'ın lojistik performansını artırmaya yönelik adımların belirlenmesinde faydalı olabilir.

Elâzığ ilinin sürdürülebilir kentsel lojistik performans endeksi değerlendirmesinde bazı kriterlerde mevcut uygulama eksiklikleri tespit edilmiştir. Bu durum, kentsel lojistik sisteminin belirli bileşenlerinin henüz yeterince geliştirilmediğini göstermekte ve sürdürülebilir lojistik performans endeks puanını doğrudan etkilemektedir. Modelde 'yok' olarak tanımlanan kriterlerin '0' değeriyle temsil edilmesi, Elâzığ'ın genel performans puanını düşürmüştür ve kentsel lojistik yapısının gelişmemiş yönlerini açık biçimde ortaya koymuştur. Öte yandan, bu bulgular kentsel lojistik alanında iyileştirme potansiyeli taşıyan yönlerin tespit edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu bağlamda, Elâzığ Belediyesi ve ilgili kurumlar için uygulanabilir politika önerileri geliştirilebilir. Bunlar arasında; Kentsel Lojistik Ana Planı ve Ulaşım Ana Planı'nın hazırlanması, lojistik koordinasyon biriminin kurulması, paydaşlar arası iş birliğinin artırılması, lojistik köy proje çalışmalarının hızlandırılması ile yerel çevre, atık ve taşımacılık yönetmeliklerinin oluşturulması yer almaktadır. Ancak, Elâzığ için önerilen sürdürülebilir kentsel lojistik politikalarının uygulanabilirliği değerlendirilirken çeşitli kurumsal ve yapısal engellerin varlığı da göz önünde bulundurulmalıdır. Mevzuat oluşturma, lojistik alanların belirlenmesi ve trafik düzenlemeleri gibi uygulamaların hayata geçirilmesinde; kurumsal koordinasyon eksiklikleri, bütçe yetersizlikleri, mevzuat boşlukları ve farklılık sorunları gibi sınırlayıcı unsurlar bulunmaktadır. Bu kısıtların dikkate alınması, önerilen stratejilerin uygulanabilirliğini ve başarısını artırmak açısından büyük önem taşımaktadır.

Sürdürülebilirlik parametreleri açısından yapılan değerlendirmeye bakıldığında, sosyal boyutun 0,1624 puan ile en yüksek puanı aldığı gözlemlenmektedir. Bu, toplumsal etkilerin ve yaşam kalitesinin sürdürülebilirlik açısından daha fazla önemsendiğini göstermektedir.

Tablo 7. 1. Seviye alt kriterlerin uzman, yerel ve global ağırlıkları (Expert, local and global weights of Level-1 sub-criteria)

Ana Kriterler	1.Seviye Alt Kriterler	U. 1	U. 2	U. 3	U. 4	Yerel ağırlık	Global ağırlık
E (0,460)	EA	0,588	0,400	0,706	0,660	0,589	0,271
	EL	0,294	0,200	0,176	0,220	0,223	0,102
	ER	0,118	0,400	0,118	0,120	0,189	0,087
Ç (0,243)	ÇA	0,545	0,182	0,143	0,689	0,390	0,095
	ÇL	0,182	0,545	0,286	0,197	0,303	0,073
	ÇS	0,273	0,273	0,571	0,115	0,308	0,075
S (0,298)	SA	0,130	0,250	0,652	0,217	0,312	0,093
	SL	0,217	0,500	0,130	0,130	0,244	0,073
	SY	0,652	0,250	0,217	0,652	0,443	0,132

Tablo 8. 2. Seviye alt kriterlerin uzman, yerel ve global ağırlıkları (Expert, local and global weights of Level-2 sub-criteria)

1.Seviye Alt Kriterler	2.Seviye Alt Kriterler	U. 1	U. 2	U. 3	U. 4	Yerel ağırlık	Global ağırlık
EA (0,271)	EA1	0,093	0,06	0,113	0,166	0,108	0,029
	EA2	0,372	0,06	0,339	0,133	0,226	0,061
	EA3	0,124	0,302	0,085	0,123	0,159	0,043
	EA4	0,074	0,101	0,085	0,083	0,086	0,023
	EA5	0,047	0,302	0,048	0,066	0,116	0,031
	EA6	0,041	0,05	0,048	0,042	0,045	0,012
	EA7	0,186	0,075	0,169	0,055	0,121	0,033
	EA8	0,062	0,05	0,113	0,332	0,139	0,038
EL (0,102)	EL1	0,098	0,182	0,224	0,063	0,142	0,015
	EL2	0,491	0,182	0,447	0,209	0,332	0,034
	EL3	0,164	0,182	0,056	0,157	0,14	0,014
	EL4	0,07	0,182	0,05	0,126	0,107	0,011
	EL5	0,123	0,182	0,112	0,131	0,137	0,014
	EL6	0,055	0,091	0,112	0,314	0,143	0,015
ER (0,087)	ER1	0,63	0,427	0,375	0,665	0,524	0,046
	ER2	0,21	0,427	0,375	0,166	0,295	0,026
	ER3	0,09	0,061	0,125	0,074	0,088	0,008
	ER4	0,07	0,085	0,125	0,095	0,094	0,008
ÇA (0,095)	ÇA1	0,19	0,091	0,145	0,182	0,152	0,014
	ÇA2	0,38	0,091	0,29	0,173	0,234	0,022
	ÇA3	0,095	0,091	0,097	0,091	0,094	0,009
	ÇA4	0,048	0,136	0,145	0,04	0,092	0,009
	ÇA5	0,063	0,136	0,097	0,042	0,085	0,008
	ÇA6	0,054	0,091	0,072	0,048	0,066	0,006
	ÇA7	0,127	0,273	0,097	0,061	0,14	0,013
	ÇA8	0,042	0,091	0,058	0,363	0,139	0,013
ÇL (0,073)	ÇL1	0,077	0,143	0,152	0,143	0,129	0,009
	ÇL2	0,465	0,143	0,305	0,179	0,273	0,02
	ÇL3	0,116	0,143	0,102	0,102	0,116	0,008
	ÇL4	0,052	0,143	0,076	0,06	0,083	0,006
	ÇL5	0,077	0,143	0,152	0,072	0,111	0,008
	ÇL6	0,155	0,143	0,152	0,085	0,134	0,01
	ÇL7	0,058	0,143	0,061	0,358	0,155	0,011
ÇS (0,075)	ÇS1	0,182	0,286	0,545	0,172	0,296	0,022
	ÇS2	0,545	0,143	0,182	0,138	0,252	0,019
	ÇS3	0,273	0,571	0,273	0,69	0,452	0,034
SA (0,093)	SA1	0,092	0,071	0,191	0,156	0,128	0,012
	SA2	0,153	0,214	0,382	0,104	0,213	0,02
	SA3	0,459	0,214	0,127	0,312	0,278	0,026
	SA4	0,092	0,214	0,096	0,062	0,116	0,011
	SA5	0,153	0,214	0,127	0,052	0,137	0,013
	SA6	0,051	0,071	0,076	0,312	0,128	0,012
SL (0,073)	SL1	0,408	0,054	0,331	0,115	0,227	0,017
	SL2	0,082	0,054	0,166	0,142	0,111	0,008
	SL3	0,068	0,081	0,11	0,069	0,082	0,006
	SL4	0,102	0,097	0,055	0,06	0,079	0,006
	SL5	0,058	0,484	0,047	0,05	0,16	0,012
	SL6	0,051	0,054	0,066	0,093	0,066	0,005
	SL7	0,051	0,054	0,066	0,074	0,061	0,004
	SL8	0,045	0,054	0,047	0,298	0,111	0,008
	SL9	0,136	0,069	0,11	0,099	0,104	0,008
SY (0,132)	SY1	0,75	0,25	0,75	0,75	0,625	0,082
	SY2	0,25	0,75	0,25	0,25	0,375	0,049

Tablo 9. 3. Seviye alt kriterlerin uzman, yerel ve global ağırlıkları (Expert, local and global weights of Level-3 sub-criteria)

2.Seviye Alt Kriterler	3.Seviye Alt Kriterler	U. 1	U. 2	U. 3	U. 4	Yerel ağırlık	Global ağırlık
EL1 (0,015)	EL1.1	0,800	0,333	0,750	0,714	0,649	0,009
	EL1.2	0,200	0,667	0,250	0,286	0,351	0,005
ÇL1 (0,009)	ÇL1.1	0,750	0,333	0,750	0,375	0,552	0,005
	ÇL1.2	0,250	0,667	0,250	0,625	0,448	0,004
SL1 (0,017)	SL1.1	0,750	0,333	0,750	0,667	0,625	0,010
	SL1.2	0,250	0,667	0,250	0,333	0,375	0,006

Tablo 10. Elâzığ ilinin endeks puan tablosu (Index score table of Elâzığ province)

Kriter	Veri	Normalize Değer	Ağırlıklar	Endeks Puanı
E (Ekonomik)		-	0,460	0,0617
EA		-	0,271	0,0616
EA1	Yok	0	0,029	0
EA2	Yok	0	0,061	0
EA3	829,4 (3155,9-Konya/164-Yalova)	0,2224	0,043	0,0096
EA4	314 (828-Ankara/0-Ağrı, Aksaray, ...)	0,3792	0,023	0,0087
EA5	1 (3-İstanbul/0-Ardahan, Bartın...)	0,3333	0,031	0,0103
EA6	0 (4-İzmir/0-Adana, Adıyaman...)	0,0000	0,012	0,0000
EA7	Var	1	0,033	0,0330
EA8	Yok	0	0,038	0,0000
EL		-	0,102	0,0001
EL1		-	0,015	0,0001
EL1.1	0 (5-İstanbul/0-Elâzığ)	0,0000	0,009	0,0000
EL1.2	1 (41-İstanbul/1- Elâzığ)	0,0244	0,005	0,0001
EL2	Yok	0	0,034	0,0000
EL3	Yok	0	0,014	0,0000
EL4	Yok	0	0,011	0,0000
EL5	Yok	0	0,014	0,0000
EL6	Yok	0	0,015	0,0000
ER		-	0,087	0,0000
ER1	1827037000 ton	0,0007	0,046	0,0000
ER2	1226681 ton	0,0007	0,026	0,0000
ER3	0	0	0,008	0,0000
ER4	0	0	0,008	0,0000
Ç (Çevresel)		-	0,243	0,0768
ÇA		-	0,095	0,0143
ÇA1	Yok	0	0,014	0,0000
ÇA2	Yok	0	0,022	0,0000
ÇA3	Yok	0	0,009	0,0000
ÇA4	15 elektrikli otobüs/87 dizel otobüs	0,1471	0,009	0,0013
ÇA5	Yok	0	0,008	0,0000
ÇA6	Yok	0	0,006	0,0000
ÇA7	Var	1	0,013	0,0130
ÇA8	Yok	0	0,013	0,0000
ÇL		-	0,073	0,0202
ÇL1		-	0,009	0,0001
ÇL1.1	0 (5-İstanbul/1-Adana, Adıyaman...)	0,0000	0,005	0,0000
ÇL1.2	1 (41-İstanbul/1-Adana, Adıyaman...)	0,0244	0,004	0,0001
ÇL2	Var	1	0,020	0,0200
ÇL3	Yok	0	0,008	0,0000
ÇL4	637 (23268-İstanbul/104-Ardahan)	0,0230	0,006	0,0001
ÇL5	0 km ² /9153 km ²	0	0,008	0,0000
ÇL6	Yok	0	0,010	0,0000
ÇL7	Yok	0	0,011	0,0000
ÇS		-	0,075	0,0423
ÇS1	31,41(78,89-Ağrı-patnos /12,16-Bitlis)	0,7115	0,022	0,0157
ÇS2	0	0	0,019	0,0000
ÇS3	0,94 (2-Kars/0,65-Gümüşhane)	0,7852	0,034	0,0267
S (Sosyal)		-	0,298	0,1624
SA		-	0,093	0,0390
SA1	Yok	0	0,012	0,0000
SA2	Yok	0	0,020	0,0000
SA3	Var	1	0,026	0,0260
SA4	Yok	0	0,011	0,0000
SA5	Var	1	0,013	0,0130
SA6	Yok	0	0,012	0,0000
SL		-	0,073	0,0146
SL1		-	0,017	0,0001
SL1.1	0 (5-İstanbul/1-Adana, Adıyaman...)	0,0000	0,010	0,0000
SL1.2	1 (41-İstanbul/1-Adana, Adıyaman...)	0,0244	0,006	0,0001
SL2	Var	1	0,008	0,0080
SL3	Yok	0	0,006	0,0000
SL4	6420 (314266-İstanbul/508-Ardahan)	0,9812	0,006	0,0059
SL5	637 (23268-İstanbul/104-Ardahan)	0,0230	0,012	0,0003
SL6	Yok	0	0,005	0,0000
SL7	Yok	0	0,004	0,0000
SL8	Yok	0	0,008	0,0000
SL9	2 (100-İstanbul/0-Muş)	0,0333	0,008	0,0003
SY		-	0,132	0,1088
SY1	1227,41(58364,50-İstanbul/427,107-Erzincan)	0,9862	0,082	0,0809
SY2	143 (322-Ankara/8-Hakkâri)	0,5701	0,049	0,0279
Elâzığ'ın sürdürülebilir kentsel lojistik performans puanı:				0,3011

Ardından, 0,0768 puan ile çevresel boyut ikinci sırada yer almakta olup, çevreye duyarlı uygulamaların artırılması gerektiği vurgulanmaktadır. Ekonomik boyut ise 0,0617 puan ile en düşük değeri alarak, ekonomik sürdürülebilirliğin bu bağlamda daha az ön planda olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, özellikle ekonomik sürdürülebilirlik stratejilerinin daha fazla güçlendirilmesi gerektiğini ve çevresel ile sosyal faktörlerle daha dengeli bir ilişki kurulması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu noktada, hâlihazırda yürütülmekte olan Elâzığ Lojistik Üssü Projesi, özellikle ekonomik açıdan şehrin lojistik performansını artırma potansiyeline sahiptir. Elâzığ ili için büyük öneme sahip olan Bölgesel Lojistik Merkezi Projesi, Elâzığ Ticaret ve Sanayi Odası öncülüğünde 2022 yılında kurumun master projesi olarak başlatılmıştır. Proje kapsamında kamu kurumlarının paydaşlığında gerekli lobi çalışmaları tamamlanmış olup, şu anda bütçe onayı beklenmektedir. Proje tamamlandığında, ilde modern lojistik uygulamaları hakkında farkındalık ve yerel işletmelerin ulusal ve uluslararası pazarlarda rekabet gücü artırılabilecektir. Bu sayede ekonomik sürdürülebilirlik alanındaki zayıf noktalar güçlendirilerek Elâzığ'ın lojistik performansı önemli ölçüde iyileştirilecektir. Ayrıca, proje, Elâzığ'ın lojistik merkez olarak konumunu pekiştirerek yeni katma değerler yaratmaya ve şehre farklı alanlarda da ekonomik fayda sağlamaya katkıda bulunacaktır.

Bu bağlamda, Paçacı vd. [74] tarafından Türkiye genelinde çok modlu taşımacılığı destekleyen lojistik merkez yer seçimi üzerine yapılan çalışmada, Elâzığ ili, taşımacılık senaryolarının tamamında yer almıştır. Bu senaryolar, Senaryo-I: demiryolu yük istasyonları ve liman başkanlıkları bulunan (16 il); Senaryo-II: liman başkanlıkları ve havaalanı bulunan (17 il); Senaryo-III: demiryolu, liman ve havaalanı bağlantılarına sahip (11 il) illeri kapsamaktadır. Elâzığ'ın bu kriterleri karşılaması, şehrin lojistik altyapısının çok modlu taşımacılıkla entegrasyonuna uygun olduğunu ve bölgesel lojistik merkezi olma potansiyelini göstermektedir. Bu çalışma, çok modlu taşımacılığı destekleyen illerin lojistik merkezi olarak potansiyelini değerlendirirken, Elâzığ'ın da bu önemli taşımacılık altyapılarına sahip iller arasında yer aldığı ortaya koymaktadır. Bu durum, Elâzığ'ın lojistik üssü olarak konumlandırılmasının stratejik bir adım olduğunu ve mevcut projelerin bu yönüyle güçlendirilebileceğini göstermektedir. Dolayısıyla, Elâzığ Lojistik Üssü Projesinin başarıya ulaşması, Türkiye çapındaki çok modlu taşımacılıkla entegrasyonunun sağlanmasına katkı sağlayacak ve şehrin lojistik sektöründeki rolünü pekiştirecektir.

5.4. Duyarlılık Analizi (Sensitivity Analysis)

Bu bölümde duyarlılık analizi için uzman ağırlığındaki değişimin kriter ağırlığına olan etkisi araştırılmıştır. Bazı kriterler açısından uzman görüşlerinde belirgin farklılıklar gözlemlenmektedir. Bu farklılıklar, uzmanların sürdürülebilirlik boyutlarına kendi çalışma

alanları ve bakış açıları doğrultusunda yaklaşımlarından kaynaklanmaktadır. Örneğin, belediyede görev yapan bir uzman için sosyal boyut, halka hizmet önceliği nedeniyle daha ön planda iken, Organize Sanayi Bölgesi Müdürü için ekonomik boyut daha büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle, çalışmada daha dengeli ve kapsayıcı bir sonuç elde edebilmek amacıyla dört farklı alandan uzman görüşü alınarak değerlendirme süreci yürütülmüştür.

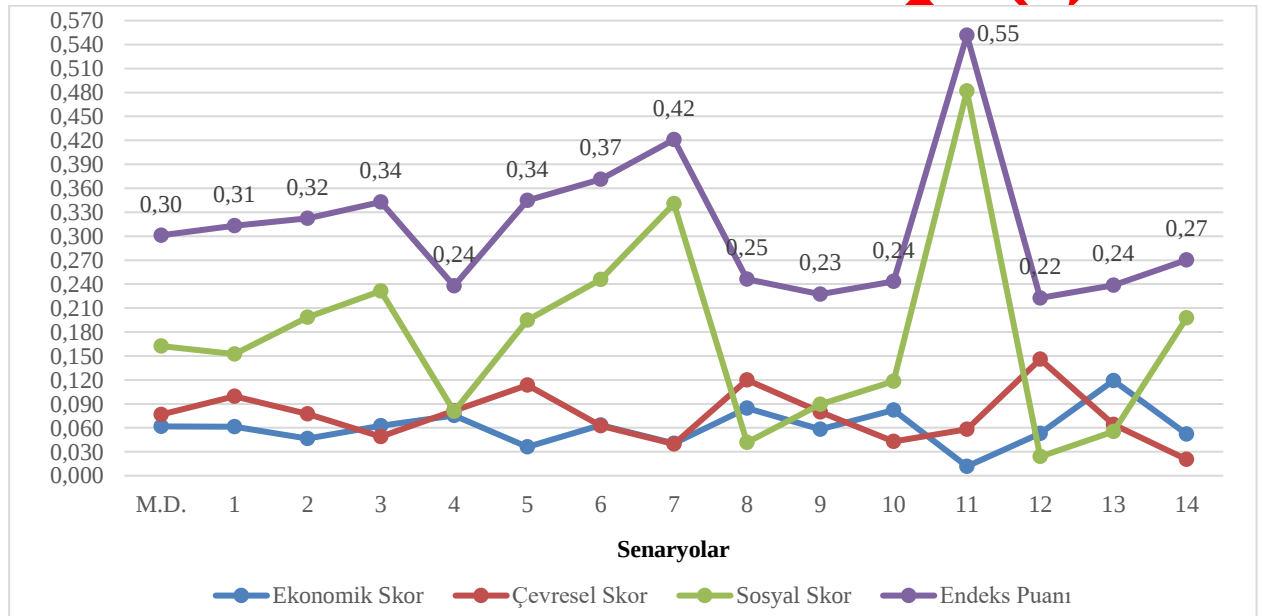
Bununla birlikte, uzman görüşlerindeki bu farklılıkların model sonuçları üzerindeki etkisini incelemek amacıyla duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analizde, başlangıçta eşit ağırlığa sahip olduğu varsayılan uzmanlara farklı ağırlıklar atfedilerek, uzman ağırlıklarındaki değişimlerin endeks puanına etkisi değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında, uzman ağırlıklarında sistematik sapmalar uygulanmış ve farklı uzman görüşlerine dayalı senaryolar oluşturularak model sonuçlarının istikrarı test edilmiştir.

Elâzığ ili için hesaplanan sürdürülebilir lojistik endeks puanındaki değişimleri analiz etmek amacıyla, her bir uzmanın eşit ağırlıkta değerlendirildiği mevcut duruma ek olarak, uzman ağırlıklarının kademeli olarak artırıldığı toplam 14 farklı senaryo uygulanmıştır. Bu senaryolar, üçlü (Senaryo 1-4), ikili (Senaryo 5-10) ve tekli (Senaryo 11-14) uzman etkilerini ölçmeye yönelik olarak tasarlanmıştır. Endeks değerlerinin yer aldığı Tablo 11'de, koyu renk ile vurgulanan puanlar her senaryoda elde edilen en yüksek skorları temsil etmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, üçlü etki senaryolarında Uzman 1, 3 ve 4'ün; ikili etki senaryolarında Uzman 1 ve 4'ün; tekli etki senaryolarında ise yalnızca Uzman 1'in ağırlıklandırıldığı durumların en yüksek endeks puanlarını verdiği görülmüştür. Bu doğrultuda, model üzerindeki uzman etkileri Uzman 1 > Uzman 4 > Uzman 3 > Uzman 2 şeklinde sıralanmıştır. Ayrıca, uzman ağırlıklarının alt boyutlara etkisi incelendiğinde, Uzman 1'in ağırlığının artırılması sosyal boyutu, Uzman 3'ün ağırlığının artırılması ekonomik boyutu ve Uzman 2'nin ağırlığının artırılması ise çevresel boyutu en fazla etkilemektedir. Dolayısıyla, Uzman 1 sosyal boyutta, Uzman 3 ekonomik boyutta ve Uzman 2 çevresel boyutta modelin en etkili uzmanları olarak öne çıkmaktadır.

Senaryolara göre endeks skorlarındaki değişimler görsel olarak Şekil 4'te sunulmuştur. Karar vericilere ait ağırlıkların değiştirilmesi sonucunda, ekonomik ve çevresel boyutlara ait skorların daha tutarlı bir değişim gösterdiği, buna karşın sosyal boyut skorlarında daha yüksek dalgalanmaların gözlemlendiği anlaşılmaktadır. Özellikle sadece Uzman 2, 3 ve 4'ün etkili olduğu Senaryo 4'te, üç boyuta ait skorların birbirine oldukça yakın değerler aldığı görülmektedir. Bununla birlikte, sosyal skor ile toplam endeks puanının senaryolara benzer tepkiler verdiği dikkati çekmektedir. Bu durum, Uzman 1'in modeldeki sıralama üzerinde daha etkili olduğunu destekleyen bir bulgu olarak değerlendirilebilir. Dolayısıyla, sosyal skorun uzman ağırlık değişimine karşı daha duyarlı olduğu söylenebilir.

Tablo 11. Duyarlılık analizi senaryoları (Sensitivity analysis scenarios)

Senaryolar	Uzman ağırlıkları				Toplam Ağırlık	Ekonomik Skor	Çevresel Skor	Sosyal Skor	Endeks Puanı
	U. 1	U. 2	U. 3	U. 4					
Mevcut durum	0,25	0,25	0,25	0,25	1	0,0617	0,0768	0,1624	0,3011
1	0,33	0,33	0,33	0	1	0,0613	0,0995	0,1523	0,3131
2	0,33	0,33	0	0,33	1	0,0464	0,0776	0,1983	0,3223
3	0,33	0	0,33	0,33	1	0,0626	0,0488	0,2313	0,3427
4	0	0,33	0,33	0,33	1	0,0755	0,0816	0,0806	0,2377
5	0,50	0,50	0	0	1	0,0363	0,1135	0,1949	0,3447
6	0,50	0	0,50	0	1	0,0632	0,0624	0,2458	0,3714
7	0,50	0	0	0,50	1	0,0404	0,0398	0,3409	0,4211
8	0	0,50	0,50	0	1	0,0848	0,1198	0,0417	0,2463
9	0	0,50	0	0,50	1	0,0581	0,0797	0,0896	0,2274
10	0	0	0,50	0,50	1	0,0824	0,0428	0,1181	0,2434
11	1	0	0	0	1	0,0117	0,0582	0,4817	0,5515
12	0	1	0	0	1	0,0529	0,1458	0,0239	0,2227
13	0	0	1	0	1	0,1192	0,0642	0,0553	0,2387
14	0	0	0	1	1	0,0522	0,0204	0,1975	0,2701



Şekil 4. Duyarlılık analizi senaryolarına göre değişen skor değerleri (Changing score values according to sensitivity analysis scenarios)

Bu durum, bulgular bölümünde de belirtildiği üzere, Elâzığ ilinin sürdürülebilirlik parametreleri arasında sosyal boyut açısından daha iyi bir konumda bulunmasından kaynaklanmaktadır. Bir diğer ifadeyle, sosyal boyuta ait kriter değerlerinin diğer boyutlara kıyasla daha yüksek olması, bu duyarlılığı açıklamaktadır. Bu bağlamda, Elâzığ ilinin sürdürülebilir kentsel lojistik performansının artırılabilmesi adına, özellikle ekonomik ve çevresel kriterler kapsamında veri kalitesinin artırılması ve bu alanlarda geliştirici politikaların uygulanması yönünde çalışmalar planlanması ve yürütülmesi önerilmektedir.

Endeks puanları incelendiğinde, en yüksek değer 0,552 ile Senaryo 11'de elde edilirken, en düşük değer 0,223 ile Senaryo 13'te gözlemlenmiştir. Modelin genel performans düzeyini ve karar verme eğilimini değerlendirebilmek amacıyla, mevcut durum dâhil olmak

üzere toplam 15 senaryonun ortalama endeks puanı ve model sonuçlarının değişkenliğini ortaya koymak amacıyla standart sapma hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda, ortalama endeks puanı 0,3103, standart sapma ise 0,0894 olarak bulunmuştur. Ortalama değer ile mevcut durumda elde edilen endeks puanının (0,3011) çok yakın olması, modelin genel eğilimi ile mevcut durumun uyumlu olduğunu göstermektedir. Standart sapma, model çıktıların ne ölçüde değişkenlik gösterdiğini belirlemede önemli bir ölçüttür; bu bağlamda, yüksek bir standart sapma değerinin sonuçların değişkenliğini, düşük bir değer ise sonuçların daha tutarlı ve homojen olduğunu gösterdiği kabul edilmektedir [75, 76]. Bu çalışmada elde edilen standart sapma değeri 0'a yakın olduğundan, modelin çıktıların birbirine yakın ve uyumlu olduğu; dolayısıyla, genel olarak kararlı bir karar yapısına sahip olduğu sonucuna varılabilir.

6. SONUÇ (CONCLUSION)

Kentlerde insanların ihtiyaçlarının etkin bir şekilde karşılanması, mutlu bir toplum oluşturulması, kente bağlılığın artması ve beraber yaşama bilincinin güçlenmesi açısından düzenli bir kentsel lojistik altyapısının kurulması büyük önem taşımaktadır. Amaç, farklı ulaşım modlarını entegre etmek, rota optimizasyonu sağlamak, kentteki işleyişlerin akışını sağlamak, trafiği azaltmak ve yaşamı kolaylaştırmaktır. Bu hedeflere ulaşmak için kentsel lojistik uygulamalarının bütünsel bir şekilde planlanması, koordinasyonu ve sürekli denetimi şarttır [9, 47]. Bu çalışmada, Elâzığ'ın sürdürülebilir kentsel lojistik performans endeksinin oluşturulması amacıyla literatürdeki güncel durumu yansıtan bir Sürdürülebilir Kentsel Lojistik Performans Endeksi değerlendirme sistemi, küçük revizyonlarla kullanılmıştır. Öncelikle Elâzığ için gerekli veriler toplanmış, ardından kriterlerin ağırlıklarının hesaplanabilmesi için kentin farklı paydaşlarından uzman görüşleri doğrultusunda FUCOM yöntemi ile genel ağırlıklar belirlenmiştir. Son olarak, kriterlerin normalize değerleri ile bu ağırlıklar çarpılarak Elâzığ'ın sürdürülebilir kentsel lojistik performans endeksi puanı hesaplanmıştır.

Çalışma için kullanılan sürdürülebilir performans kriterleri, çalışmanın sınırlamaları dahilinde bugünün koşullarına göre yapılmış olup, hızla evrilen ekonomik, çevresel, sosyal ve teknolojik koşullara bağlı olarak değişebileceği ve ayrıca farklı uzmanlara başvurulması veya alternatif çözüm yöntemlerinin seçilmesinin sonuçlar üzerinde değişkenlik gösterebileceği göz ardı edilmemelidir. Çalışmaya ait bir diğer sınırlama, belirlenen performans kriterlerine ilişkin mevcut verilerin olmaması veya güncel verilere ulaşılamamasıdır. Bu durumlarda, ilgili kriterler elenmiş veya mevcut en yakın döneme ait veriler kullanılmıştır.

Kentsel alanlardaki büyüme ve nüfus artışı, beklentilerin artmasına yol açmaktadır. Beklentileri karşılamaya yönelik mevcut sorunların çözümünde kentsel lojistiğin sürdürülebilirliği dikkate alındığında, alınan kararlar büyük önem kazanmaktadır. Bu kararların başarılı bir şekilde uygulanmasında ise paydaşların rolü kritik öneme sahiptir [3]. Bu çalışma ile özellikle ülke çapında kentsel lojistik üzerine literatürün genişletilerek, bu kavramın ülke genelinde oturması amaçlanmıştır. Çalışmanın sonucunda kentteki lojistik faaliyetlerin tüm paydaşlar açısından iyileşmesine katkı sağlayacak kentsel lojistik hedeflere ulaşmak istenmektedir. Kentsel lojistiğin sürdürülebilirliğini sağlamak yani üç temel boyutun (ekonomik, çevresel ve sosyal) optimize edilmesi yoluyla şehir sakinlerinin yaşam kalitesini yükseltmek, bu çalışmanın beklenen çıktısıdır. Ülke genelinde kentsel lojistik performansını ölçmeye yönelik çalışmaların artması, literatüre önemli katkılar sağlamanın yanı sıra şehirlerin kendi durumlarını analiz etmelerine ve en iyi performans gösteren şehirlerle kıyaslama yapabilmelerine olanak tanımaktadır. Bu değerlendirmeler, şehirlerin hangi alanlarda iyileştirmelere ihtiyaç duyduklarını performans

sonuçlarına dayanarak belirlemelerine yardımcı olur. Böylece, iyileştirme ihtiyacı duyulan alanlara odaklanarak toplam performanslarını artırma fırsatı bulacaklardır. Bu süreç, şehirlerin kentsel lojistik sistemlerini daha etkin hale getirmelerini ve kaynaklarını daha verimli kullanmalarını sağlarken, aynı zamanda yaşam kalitesini de yükseltecektir.

Elâzığ'ın kentsel lojistik performansının artırılması için kent yönetimi, öncelikle tüm lojistik süreçlerini planlayarak, kent vizyonuna uygun hedefler belirlemeli ve tek taraflı değil, tüm ilgili paydaşların katılımıyla bir yol haritası oluşturmalıdır. Elâzığ genelinde kısa vadeli ve yüzeysel çözümler yerine uzun vadeli bir ulaşım planlaması yapılmalı, bu süreçlerin yürütülmesi için gerekli birimlerin kurulması ve sürdürülebilirliğin sağlanması gerekmektedir. Bunun yanı sıra, ticari işletmelerin şehir merkezinden uzaklaştırılması, şehir içine getirdiği trafik yükünün ortadan kaldırılmasına yardımcı olacaktır. Toplu taşıma, bisiklet yolları ve yaya yollarının teşvik edilmesi, Elâzığ'ta yüksek oranda görülen bireysel otomobil sahipliği eğiliminin azaltılmasına katkı sağlayacak; bu sayede çevresel kirliliğin de önüne geçilecektir. Ayrıca, toplu taşıma sistemlerinde elektrikli araçlar ve hafif raylı tramvay gibi çevre dostu ulaşım seçeneklerinin artırılması önemlidir. Elâzığ'ın afet durumu göz önünde bulundurularak, afet anında izlenebilecek rotaları gösteren uygulamaların geliştirilmesi ve gerekli düzenlemelerin yapılması dikkate alınmalıdır. Ayrıca, kentin lojistik faaliyetlerini iyileştirmek amacıyla elleçleme ve depolama alanları oluşturularak son mil teslimatlarının optimize edilmesi; kent içi trafik düzenlemelerinin yapılarak yoğunluğun azaltılması; lojistik aktörleri ve şehir sakinlerine sürdürülebilir uygulamalar hakkında eğitimler düzenlenerek kalifiye işgücünün ve toplumsal bilincin artırılması; altyapı iyileştirmeleri ve yeşil alanların artırılması üzerine kentsel dönüşüm projeleri geliştirilerek finansman ve kaynak konusunda kamu-özel ortaklıklarının kurulması; lojistik paydaşları arasında veri paylaşımını ve kullanıcıların ulaşım ve lojistik hizmetlerine erişimini kolaylaştırmak için akıllı teknolojilerin kullanılması gibi önerilerde bulunulabilir.

Buna ek olarak, Elâzığ özelinde kentsel lojistik ve ulaşım konularında disiplinlerarası akademik çalışmaların artırılması; veri odaklı, bütüncül ve sürdürülebilir kent politikalarının geliştirilmesine somut katkılar sağlayacaktır. Bu bağlamda, kentsel trafik yönetimi açısından şehir içi trafik akımlarının iyileştirilmesi konusunda Duman vd. [77] tarafından Elâzığ'da gerçekleştirilen mikrosimülasyon temelli çalışma; eşgüdümlü kavşak yönetiminin kent içi trafik performansı üzerindeki etkilerini sayısal verilerle ortaya koymakta ve ulaşım alanında yürütülen uygulamalı araştırmaların önemini vurgulamaktadır. Bu tür veri temelli çalışmaların çoğaltılması, kent içi trafik düzenlemelerinin sağlıklı ve etkili biçimde yapılabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Kentsel lojistik performansı için sürdürülebilirlik endeksi kentsel gelişim hakkında değerli bilgiler sağlarken,

günümüz şartlarında kentin yaşanabilirliğini tam anlamıyla değerlendirmek için yetersiz kalabilmektedir. Dolayısıyla bir kentin lojistik performansını daha kapsamlı bir şekilde değerlendirmek için farklı bütünsel yaklaşımlardan yararlanmak gerekebilir. Endüstri 4.0 devrimiyle birlikte gündeme gelen akıllı şehirler, kentsel yaşamın ve yönetimin dönüştürülmesinde önemli bir rol oynamaya başlamıştır. Bu şehirler, gelişmiş teknoloji ve dijital altyapı kullanarak akıllı ulaşım sistemleri oluşturmakta, kamu güvenliği ve emniyetini artırmaya yönelik çözümler geliştirmektedir. Bu yönden kentsel lojistiğin gelişimi için çeşitli avantajlar sunmaktadır. Örneğin, sensörler ve veri analitiği sayesinde trafik akışı optimize edilebilir, taşımacılık süreçleri daha verimli hale getirilebilir ve çevresel etkiler minimize edilebilir. Entegre sistemler sayesinde lojistik süreçlerin şeffaflığı artırılarak tüm paydaşlar arasında daha iyi bir iş birliği sağlanabilir. Bu doğrultuda, gelecekteki çalışmalarda sürdürülebilirlik boyutuna ek olarak akıllı şehir unsurunun entegre edilmesiyle yeni bir lojistik performans endeksi geliştirilebilir. Bu yeni endeks, kentlerin sürdürülebilir ve akıllı ortamlar yaratma yeteneklerine göre daha kapsamlı bir çerçevede değerlendirilmesine ve karşılaştırılmasına olanak tanıyacaktır. Bu sayede, mevcut Lojistik 4.0 teknolojilerden de yararlanılarak kentin lojistik faaliyetlerini kolaylaştıran kent sakinlerine daha konforlu bir yaşam sunan bir sistem sağlanabilir.

ETİK STANDARTLARIN BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Bu makalenin yazar(lar)ı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler.

YAZARLARIN KATKILARI (AUTHORS' CONTRIBUTIONS)

Makale tek yazarlı olduğundan tüm bölümler kendisi tarafından yürütülmüştür.

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

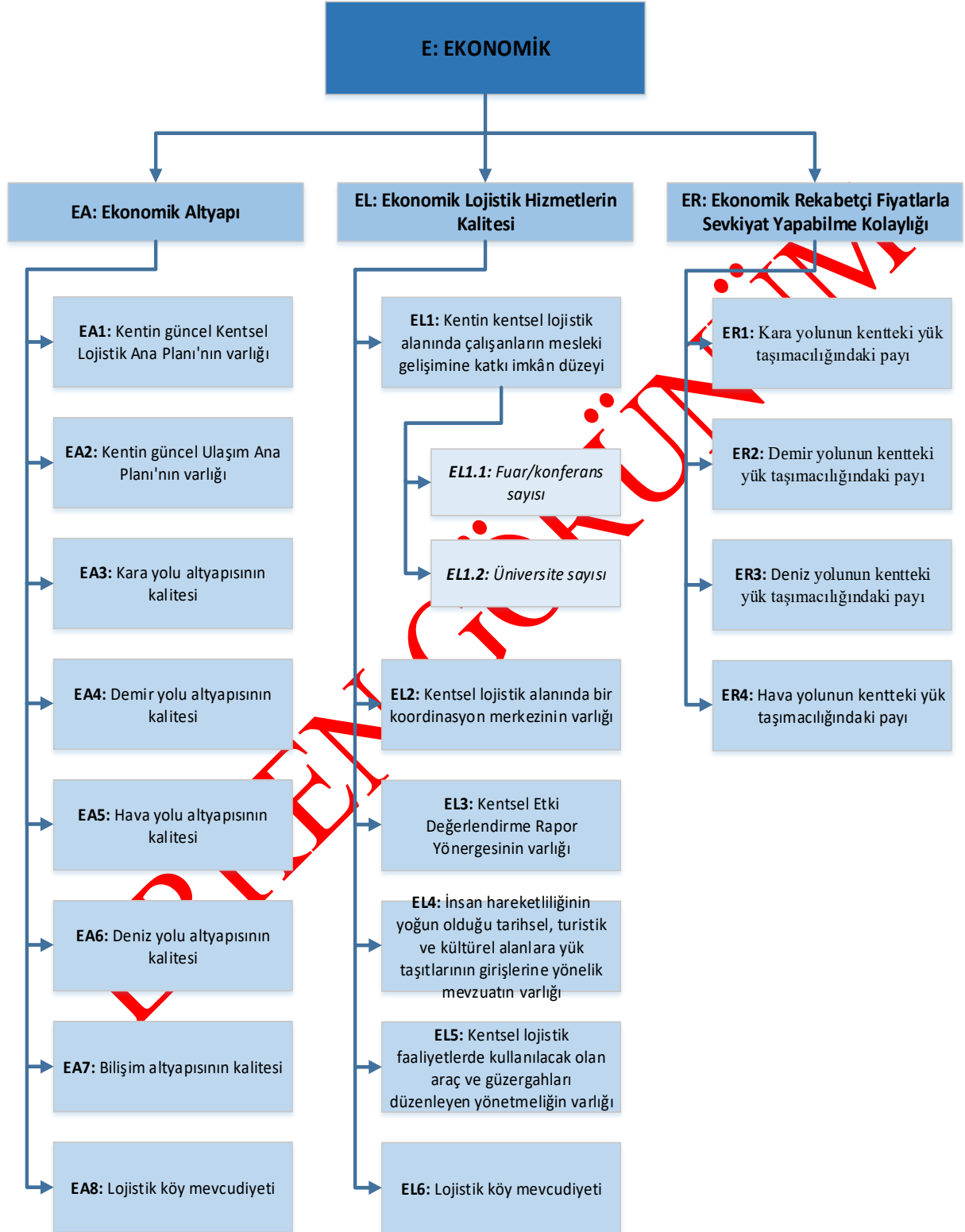
- [1] Mori, K., Christodoulou, A., "Review of sustainability indices and indicators: Towards a new City Sustainability Index (CSI)", *Environmental impact assessment review*, 32(1): 94-106, (2012).
- [2] İnan, İ.E., "Kentsel lojistik ve lojistik köy performansları arasındaki ilişkinin araştırılması: Elâzığ ili örneği", *The International New Issues in Social Sciences*, 7(2): 33-56, (2019).
- [3] Tepecik, A., "Future Trends in Sustainable Urban Logistics, In Theories and Practices for Sustainable Urban Logistics", *IGI Global*, 254-265, (2024).
- [4] Duarte, G., Rolim, C., Baptista, P., "How battery electric vehicles can contribute to sustainable urban logistics: A real-world application in Lisbon, Portugal", *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 15: 71-78, (2016).
- [5] Tseng, Y.Y., Yue, W. L., Taylor, M.A., "The role of transportation in logistics chain", *Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 5: 1657-1672, (2005).
- [6] Giret, A., Julián, V., Corchado, J. M., Fernández, A., Salido, M. A., Tang, D., "How to choose the greenest delivery plan: A framework to measure key performance indicators for sustainable urban logistics", *In Advances in Production Management Systems, Springer International Publishing, Smart Manufacturing for Industry 4.0: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2018, Proceedings, Part II, Seoul-Korea*, 181-189, August 26-30, (2018).
- [7] Giret, A., "Smart and sustainable urban logistic applications aided by intelligent techniques", *Service Oriented Computing and Applications*, 13(3): 185-186, (2019).
- [8] Macário, R., Castelo, S., & Reis, V., "Sustainable Urban Logistics: different scales different solutions", *Transportation Research Procedia*, 72: 4247-4254, (2023).
- [9] Farchi, F., Touzi, B., Farchi, C., Mabrouki, C., "Literature Review Around: Sustainable Urban Logistics", *In International Conference on Digital Technologies and Applications Springer, Cham*, 107-119, (2022).
- [10] Pourmohammad-Zia, N., van Koningsveld, M., "Sustainable urban logistics: A case study of waterway integration in Amsterdam", *Sustainable Cities and Society*, 105, 105334, (2024).
- [11] Gonzalez-Feliu, J., "Sustainable urban logistics: Planning and evaluation", *John Wiley & Sons*, (2018).
- [12] İpekçi E., Tanyaş M., "Kentsel Lojistiğin Sınır İlçesi Açısından İncelenmesi: Hopa Örneği", *Uluslararası Stratejik Boyut Dergisi*, 1 (2): 101-116, (2021).
- [13] Erdumlu, R.M., "Kentsel lojistik ve lojistik köy uygulaması", *Doctoral dissertation*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2006).
- [14] İnaç, H., "İstanbul'un kentsel lojistik analizi ve çözüm önerilerinin analitik hiyerarşi prosesi (AHP) ile değerlendirilmesi", *Master's thesis*, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2012).
- [15] Bilişik Ö.N., "Kentsel lojistik merkez yer seçimi: Meyve sebze hali uygulaması", *Doctoral dissertation*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2014).
- [16] Yardımcı, İ., "Vehicle routing in city logistics with a case study", *Master's thesis*, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2016).
- [17] Turan, K.Ö., "Kentsel lojistikte intermodal taşımacılık modeli: İstanbul uygulaması", *Doctoral dissertation*, Maltepe University, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, (2016).
- [18] Kasımoğlu, B.S., "Kentsel lojistik performans endeksi belirleme ve buna yönelik bir uygulama", *Doctoral dissertation*, Maltepe University, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, (2018).
- [19] Baraçlı, E.M., "Kentsel lojistik kapsamında alışveriş merkezi lojistiği için alternatif çözüm yaklaşımları", *Master's thesis*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2019).

- [20] Çimtay, M.A., "Kentsel lojistik açısından düşük emisyon bölgelerinin belirlenmesi: İstanbul uygulaması", **Doctoral dissertation**, Maltepe University, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, (2020).
- [21] Alp Ilıcak, Ö., "Direncili kentsel lojistik için stratejik karar verme", **Doctoral dissertation**, Fen Bilimleri Enstitüsü, (2024).
- [22] Erdir, A., "Kentsel lojistik: İzmir ili için bir uygulama", **Master's thesis**, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, (2013).
- [23] Öztürk, R.S., "Sürdürülebilir kentsel lojistik performans ölçümüne yönelik çok kriterli bir model önerisi ve uygulaması", **Master's thesis**, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, (2021).
- [24] Yeşilyurt, E., "Kentsel lojistik, dağıtım lojistiği ve firma performansı ilişkisi", **Master's thesis**, Kastamonu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kastamonu, (2018).
- [25] Arslaner, D., "Lojistik merkezlerin kentsel lojistik uygulamalarına etkileri: Çorum ili uygulaması", **Master's thesis**, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, (2019).
- [26] Mızrak, B., "Sürdürülebilir kentsel lojistik Şanlıurfa ili için bir alan çalışması", **Master's thesis**, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, (2020).
- [27] Arıkan, F., "Kentsel lojistik tasarımı ve Bursa örneği", **Master's thesis**, Maltepe Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, (2022).
- [28] Özer, N.C., "Kentsel lojistik ağlarının tasarımı için bir metodoloji ve otomotiv yedek parça endüstrisinde uygulaması", **Doctoral dissertation**, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2024).
- [29] Bingöl, B., "Kentsel lojistik çerçevesinde PUDO noktalarının incelenmesi: Diyarbakır ilinde bir alan çalışması", **Master's thesis**, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Uluslararası Ticaret ve Lojistik Ana Bilim Dalı, Gaziantep, (2024).
- [30] Akben, İ., Bahçeci, A. P., "Kentsel lojistik: Gaziantep örneği", **Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi**, 5 (6): 211-229, (2018).
- [31] Kılıç, D., Turgut, M., "Kentsel Lojistik Açısından İstanbul Havalimanı ve Atatürk Havalimanı'nın Değerlendirilmesi", **Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 21(2): 148-157, (2019).
- [32] Serin, T., "Kentsel lojistik ve lojistik köy performanslarının önem düzeylerinin belirlenmesi: Bolu ili örneği", **The International New Issues in Social Sciences**, 8(2): 329-346, (2020).
- [33] Artuğ, M.Y., "Kentsel lojistik performans faktörlerinin lojistik köy performans faktörleri ile ilişkisinin araştırılması", **The International New Issues in Social Sciences**, 8(2): 287-304, (2020).
- [34] Nurov, G., "Kentsel Lojistik ve Lojistik Köy İlişkisi: Bir Alan Araştırması", **The International New Issues in Social Sciences**, 12(1): 51-72, (2024).
- [35] Yeşilyurt, E., "Kentsel Lojistik, Dağıtım Lojistiği ve Firma Performansı İlişkisi: Kastamonu İlinde Bir Çalışma", **The International New Issues in Social Sciences**, 7(1): 31-58, (2019).
- [36] Korucuk, S., "Ordu ve Giresun illerinde kentsel lojistik performans unsurlarına yönelik karşılaştırmalı bir analiz", **Dicle Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, (26): 141-155, (2021).
- [37] Büyüközkan, G., Mukul, E., "Akıllı kentsel lojistik çözümlerinin bulanık ÇKKV yöntemleri ile değerlendirilmesi", **Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, 25(9): 1033-1040, (2019).
- [38] Kılıç, B., Delipınar, G.E., "Kentsel Lojistik ve Destinasyon Yeteneklerin Turizme Etkileri: Afyonkarahisar, Hatay ve Gaziantep Gastronomi Şehirlerinin Karşılaştırmalı Analizi", **Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 24(1): 223-237, (2022).
- [39] Morana, J., Gonzalez-Feliu, J., "A sustainable urban logistics dashboard from the perspective of a group of operational managers", **Management Research Review**, 38(10): 1068-1085, (2015).
- [40] Morfoulaki, M., Kotoula, K., Stathacopoulos, A., Mikiki, F. and Aifadopoulou, G., "Evaluation of specific policy measures to promote sustainable urban logistics in small-medium sized cities: the case of Serres, Greece", **Transportation research procedia**, 12: 667-678, (2016).
- [41] Büyüközkan, G., Uztürk, D., "Fleet vehicle selection for sustainable urban logistics", **In Proceedings of the 2020 the 9th International Conference on Informatics, Environment, Energy and Applications**, 116-120, March, (2020).
- [42] Dossou, P. E., Vermersch, A., "Development of a decision support tool for sustainable urban logistics optimization", **Procedia Computer Science**, 184: 476-483, (2021).
- [43] Tian, Z., Zhong, R. Y., Vatankhah Barenji, A., Wang, Y. T., Li, Z., Rong, Y., "A blockchain-based evaluation approach for customer delivery satisfaction in sustainable urban logistics", **International Journal of Production Research**, 59(7): 2229-2249, (2021).
- [44] Guo, J., Zhao, Q., Xi, M., "Sustainable Urban Logistics Distribution Network Planning with Carbon Tax", **Sustainability**, 14(20): 13184, (2022).
- [45] Öztürk, R. S., Güngör, A., Polat, O., "Sürdürülebilir kentsel lojistik performans ölçümü için bir model önerisi ve İzmir ili uygulaması", **Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, 29(8): 810-823, (2023).
- [46] Knapskog, M., Kijewska, K., Fossheim, K., Iwan, S., Kurjata, E., "Planning City Logistics Flexibility Using Sustainable Urban Logistics Plans", **Transportation Research Procedia**, 79: 186-193, (2024).
- [47] Çağlayan O., "Kentsel Lojistik Performans Faktörlerinin Değerlendirilmesi ve Geliştirilmesi", **1. Bursa UTL Sempozyumu**, BTU UTL Bursa-Türkiye, 15-19, (2023).
- [48] "Ulaştırma Türlerine Göre Taşınan Yolcu ve Yük Miktarı", **Ulaştırma, Çevresel Göstergeler, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı**, <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/ulastirma-turlerine-gore-tasinan-yolcu-ve-yuk-miktari-i-85789>, Yayın tarihi 2023, Erişim Tarihi Eylül 13, (2024).
- [49] Torğul B. and Paksoy T., "Smart and Sustainable Supplier Selection Using Interval Type-2 Fuzzy AHP", **Journal of Polytechnic**, 26(4): 1359-1373, (2023).

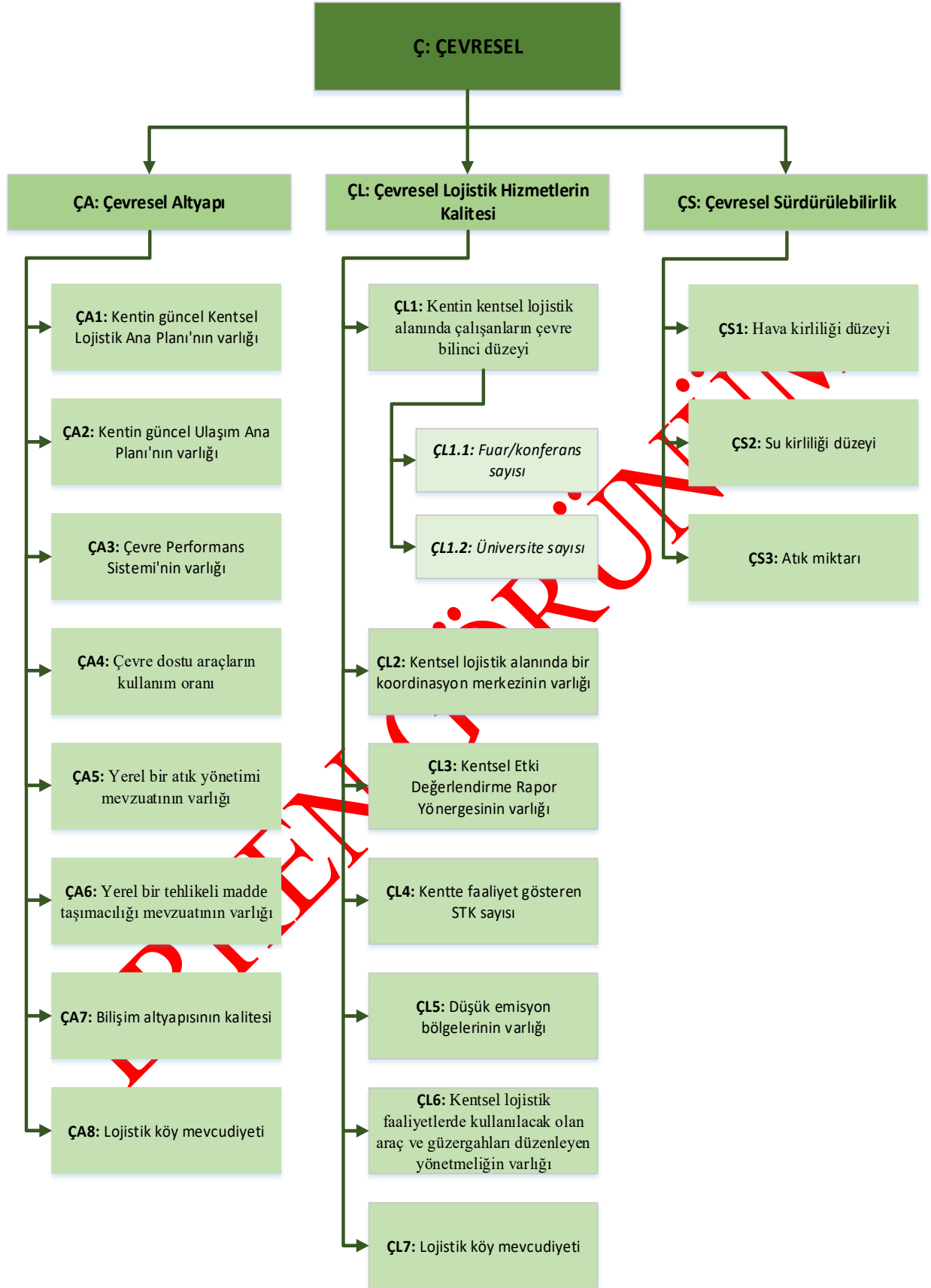
- [50] Çağlar B., “Sürdürülebilir Kentsel Lojistik Uygulamalarının Değerlendirilmesi”, **1. Bursa UTL Sempozyumu**, BTU UTL, Bursa-Türkiye, 334-341, (2023).
- [51] Pamučar, D., Stević, Ž., Sremac, S., “A new model for determining weight coefficients of criteria in mcdm models: Full consistency method (fucom)”, *symmetry*, 10(9): 393, (2018).
- [52] <https://elazig.csb.gov.tr/ilimiz-hakkinda-i-681>, Erişim Tarihi Eylül 18, (2024).
- [53] <https://www.elazig.bel.tr/kent-rehberi/cografi-yapi/217/>, Yayın tarihi 2020, Erişim Tarihi Eylül 18, (2024).
- [54] Çoban B., “Lojistik Şehri Elâzığ”, <https://elaziginkurtulusu.com/lojistik-sehri-elazig/>, Yayın tarihi 2022, Erişim Tarihi Eylül 18, (2024).
- [55] “Ulaşım ve Erişimde 2002 / 2023, 23 Elâzığ”, <https://www.uab.gov.tr/uploads/cities/elazig/23-elazig-a5.pdf>, Yayın tarihi 2023, Erişim Tarihi Temmuz 27, (2024).
- [56] <https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Istatistikler/DevletliYolEnvanter/IlIereGoreDevletVeliYollari.pdf>
- [57] <https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Istatistikler/OtoyolEnvanterBilgisi/Yillara%204%B0tibariyleYapimiTamamlanmisOtoyollar.pdf>
- [58] <https://static.tcdd.gov.tr/webfiles/userfiles/files/istaport/20182022.pdf>
- [59] <https://www.dhmi.gov.tr/Sayfalar/HavaLimanlari.aspx>
- [60] https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkiye%27deki_limanlar_listesi#:~:text=Marinalar%20listeye%20dahil%20edilmemi%C5%9Ftir.%208,adet%20liman%20ve%20is.kele%20mevcuttur
- [61] <https://elazigkart.elazig.bel.tr/wheremybus>
- [62] <https://www.tcdd.gov.tr/kurumsal/lojistik-merkezler>
- [63] <https://www.tobb.org.tr/FuarlarMudurlugu/Sayfalar/Istatistikler.php>
- [64] <https://www.yok.gov.tr/universiteler/universitelerimiz>
- [65] <https://www.elazig.bel.tr/yayin/ulasim-koordinasyon-merkezi-ukome-gorev-ve-calisma-yonetmeligi/114/>
- [66] <https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Istatistikler/TrafikveUlasimBilgileri/23IlYollariTrafikUlasimBilgileri.pdf>
- [67] <https://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Istatistikler/DevletveliYolEnvanteri.aspx>
- [68] <https://www.siviltoplum.gov.tr/>
- [69] <https://sim.csb.gov.tr/Services/AirQuality>
- [70] <https://aqicn.org/here/tr/>
- [71] <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=119&locale=tr>
- [72] <https://data.tuik.gov.tr/Buiken/Index?p=Karayolu-Trafik-Kaza-Istatistikleri-2023-53479>
- [73] <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselstatistik/degiskenlerUzerindenSorgula.do>
- [74] Paçacı B., Erol S. ve Çubuk M., K. ve “Çok modlu taşımacılığa uygun lojistik merkez yer seçimi için bir öneri: Türkiye uygulaması”, *Journal of Polytechnic*, 26(2): 923-928, (2023).
- [75] Montgomery, D. C., & Runger, G. C., “Applied Statistics and Probability for Engineers (6th Ed.)”, *Wiley*, (2014).
- [76] Uyanık, G. K., “Temel İstatistik”, *Ankara Üniversitesi Yayınları*, (2016).
- [77] Duman Z. N., Murat Y. Ş. ve Yılmaz M., “Koordine kavşaklarda sinyalizasyon sistemine etki eden parametrelerin incelenmesi vaka durum çalışması”, *Journal of Polytechnic*, 27(4): 1515-1539, (2024).

EKLER (APPENDICES)

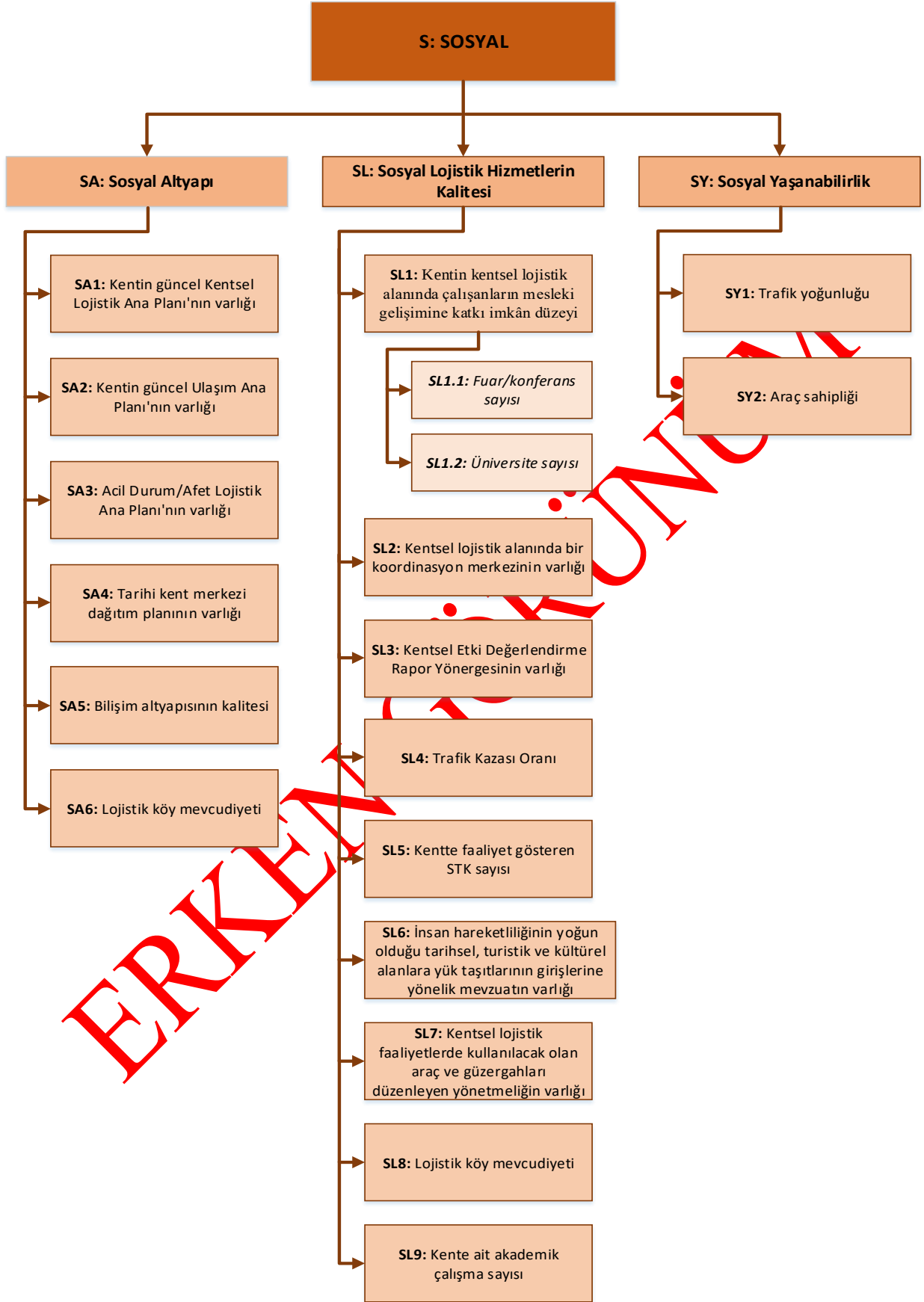
EK 1. Sürdürülebilir kentsel lojistik performans kriterlerine ilişkin veriler (Data on sustainable urban logistics performance criteria)



Şekil 5. Ekonomik kentsel lojistik performans kriterinin hiyerarşik yapısı (Hierarchical structure of economic urban logistics performance criteria).



Şekil 6. Çevresel kentsel lojistik performans kriterinin hiyerarşik yapısı (Hierarchical structure of environmental urban logistics performance criteria).



Şekil 7. Sosyal kentsel lojistik performans kriterinin hiyerarşik yapısı (Hierarchical structure of social urban logistics performance criteria)