



## AN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK APPROACH FOR THE LOGISTICS CENTER LOCATION SELECTION

DOI: 10.17261/Pressacademia.2017.455

JMML- V.4-ISS.2-2017(4)-p.107-115

Burcu Kaya<sup>1</sup>, Nursel Ozturk<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Uludag University, Industrial Engineering Department, Bursa, Turkey. [511406003@ogr.uludag.edu.tr](mailto:511406003@ogr.uludag.edu.tr)

<sup>2</sup> Uludag University, Industrial Engineering Department, Bursa, Turkey. [nursel@uludag.edu.tr](mailto:nursel@uludag.edu.tr)

### To cite this document

Kaya, B. and N. Ozturk, (2017). An artificial neural network approach for the logistics center location selection. Journal of Management, Marketing and Logistics (JMML), V.4,Iss.2,p.107-115.

Permament link to this document: <http://doi.org/10.17261/Pressacademia.2017.455>

Copyright: Published by PressAcademia and limited licenced re-use rights only.

### ABSTRACT

**Purpose-** The importance of the city freight transport is crucial when the sustainable development of the city is considered. City logistics come up against the environmental problems such as traffic congestion, air and noise pollution. The importance of the analyzing and controlling the city logistics activities is evident, considering the effects on the big cities that have a considerable population, a developed industry, and considerable logistics activities. The location selection decision of the logistics center is crucial in terms of the efficient design of the network. The aim of this study is to develop a system that intended to help decision makers decide the feasibility of the potential location for the logistics centers by entering the input values for the parameters of the location.

**Methodology-** In this study, the factors such as accessibility, costs, land feasibility, socio-economic and environmental factors is considering as the critical factors in selecting the most suitable logistics center location. An artificial neural network approach is proposed for the location selection problem of the logistics centers.

**Findings-** The findings indicate that the parameter associated with the socio-economic and environmental impact is crucial on logistics center location decision. The output values of the neural network is compared with the real values of the logistics center located in Turkey. The test results indicate that the artificial neural network gives feasible outputs by entering the input values that are not include in the training datasets.

**Conclusion-** The factors affecting logistics center location decision are socio-economic and environmental, accessibility, land feasibility and costs, respectively. As a result of this study, the developed neural network is not only help the decision makers to choose the feasible logistics center location through the alternatives but also decide the feasibility of any location by entering the value of the input parameters.

**Keywords:** Logistics center, artificial neural network, location selection.

**JEL Codes:** C45, C63, L90

## LOJİSTİK MERKEZ YER SEÇİMİ İÇİN BİR YAPAY SİNİR AĞI YAKLAŞIMI

### ÖZET

**Amaç-** Hızla büyümekte olan şehirlerin sürdürülebilir olarak gelişmesinde kentsel yük taşımacılığının önemi büyüktür. Kentsel lojistik; trafik sıkışıklıkları, hava ve gürültü kirliliği gibi çevresel etkilerin yarattığı sorunlar ile karşı karşıyadır. Kentsel nüfus yüzdesinin yüksek olduğu, sanayisinin gelişmiş ve lojistik faaliyetlerinin yoğun olarak gerçekleştiği büyük şehirlerde, kentsel lojistiğin şehre ve yaşam alanlarına olan etkileri göz önüne alındığında kentsel yük taşımacılığının analiz ve kontrol edilmesinin önemi ön plana çıkmaktadır. Kentsel lojistik planlama aktivitelerinin içerisinde lojistik merkezlerin kurulması ve lojistik ağında konumlandırılması, ağda etkin ve verimli bir yapılanmanın gerçekleştirilmesi açısından büyük önem taşır. Bu çalışmanın amacı, potansiyel lojistik merkez konumlarına ait parametrelerin giriş değerleri girildiğinde, lojistik merkez için uygun olup olmadığı kararına destek olabilecek bir sistem oluşturmaktır.

**Yöntem-** Bu çalışmada; en uygun lojistik merkez yerinin belirlenmesi probleminde; ulaşım kolaylığı, maliyet, arazi uygunluğu, sosyo-ekonomik ve çevresel faktörler göz önünde bulundurulmuştur. Lojistik merkez yer seçimi problemi için bir yapay sinir ağı yaklaşımı önerilmiştir.

**Bulgular-** Sosyo-ekonomik ve çevresel etki ile ilgili parametrenin, lojistik merkez yer seçimi kararını en çok etkileyen faktör olduğu gözlemlenmiştir. Türkiye’de kurulan lojistik merkezler ile ilgili gerçek değerler ile ağına verdiği çıktı değerleri karşılaştırılmıştır. Yapay sinir ağı eğitim verileri içinde olmayan yeni girdi değerleri girilerek yapılan testlerde gerçek değere yakın çıktılar verebildiği görülmüştür.

**Sonuç-** Lojistik merkez yer seçimi kararında önemli olan parametreler sırası ile sosyo-ekonomik ve çevresel, ulaşım kolaylığı, arazi uygunluğu ve maliyet çıkmıştır. Bu çalışma sonucu elde edilen yapay sinir ağı, sadece belirli sayıda alternatif arasından seçim yapmayı, düşünülebilecek her yer için giriş değerleri girildiğinde, o yerin lojistik merkez olarak uygun olup olmadığına karar verebilecek niteliktedir.

**Anahtar Kelimeler:** Lojistik merkez, yapay sinir ağları, yer seçim problemi.

**JEL Kodları:** C45, C63, L90

## 1. GİRİŞ

Günümüzde, dünya nüfusunun büyük çoğunluğu kentsel alanlarda yaşamaktadır. Kentsel alanlarda yaşayan nüfus, Birleşmiş Milletler (BM) (2014) tarafından yapılan Dünya Popülasyonu İncelemesi (DPI) analizine göre toplam dünya nüfusunun yaklaşık %54'ü kadardır. Bu sayının 1950 yılında yaklaşık %30'larda iken 2050 yılında %66'lara çıkması öngörülmektedir. Hızla büyümekte olan şehirlerin sürdürülebilir olarak gelişmesinde kentsel lojistiğin önemi büyüktür. Kentsel lojistik trafik sıkışıklıkları, hava ve gürültü kirliliği gibi çevresel etkiler ile karşı karşıyadır. Kentsel lojistikte, birçok farklı tipte taşımacılık yöntemi ile birçok farklı noktadan gelen araçlardan, daha çevre dostu ve şehir içi manevra kabiliyeti daha yüksek olan küçük araçlara yük aktarımın gerçekleştirildiği lojistik merkezleri, trafik sıkışıklığı, enerji tüketimi ve çevresel diğer olumsuz etkilerin azaltılmasını sağlar. Bu terminallerin yer seçimi hem stratejik, hem taktiksel, hem de operasyonel düzeyde değerlendirilmesi gereken oldukça önemli bir karardır (Benjelloun ve Crainic, 2009). Kentsel lojistiğin etkin ve verimli bir şekilde planlanması için gereklilik olduğu düşünülen lojistik merkezlerin kentsel lojistik ağında konumlandırılması problemi literatürde birçok kaynakta araştırılmıştır. Lojistik merkezlerin yerleri belirlenirken arazi büyüklüğü, genişleme olanakları, altyapısı, fiziksel şartları; arazi, inşaat, kullanma, kamulaştırma maliyetleri; üretim ve tüketim merkezlerine, liman, havaalanı, demiryolu ve otoyollara yakınlık; kentsel trafiğe ve ekonomik yaşama etkisi gibi sosyo-ekonomik ve çevresel faktörler ön plana çıkmaktadır (Tanyaş ve Arıkan 2013). Bu merkezlerin yer seçimi probleminin çözümünde sıklıkla ele alınan ölçütler arasında ulaşım kolaylığı, maliyet, arazi uygunluğu yer alırken, yerleşim alanlarına olan sosyo-ekonomik ve çevresel etkileri literatürde nispeten daha az incelenmiştir.

Lojistik merkez yer seçimi probleminin literatürde çeşitli çözüm yaklaşımları geliştirilmiştir. Lin (2012) lojistik merkez yer seçimi probleminin kendine has bazı özelliklerinden dolayı analitik yöntemler kullanılarak çözülmesinin zor olduğunu altını çizmiştir. Bu zorluk, problemde birçok parametrenin bir arada dikkate alınması gerekliliği ve oldukça fazla kısıttan oluşmasından kaynaklanmaktadır. Kayıkçı (2010); Pamucar vd., (2016) de lojistik merkez yer seçimi probleminin analitik yöntemler kullanılarak çözülmesinin oldukça zor olduğunu ve literatürde çoğunlukla çok kriterli karar verme teknikleri kullanıldığını belirtmişlerdir.

Lin (2012) tarafından bu problemin analitik hiyerarşi süreci (AHS) gibi niteliksel ve niceliksel özellikleri bir arada barındıran metotlar ile çözülmesinde bazı parametrelerin ağırlıklarını belirlemenin tutarlılığı sağlamak açısından yarattığı zorluğa dikkat çekilmiştir. Lin (2012) sinirsel ağ yöntemi ile ağırlıkların hesaplanmasının bilimsel açıdan daha doğru ve gerçeğe yakın sonuçlar verdiğini belirtmiş olup bulanık sinirsel ağlardan faydalanarak bir yer seçim problemi ele almıştır. Literatürde lojistik merkez yer seçimi problemi için yapay sinir ağı (YSA) yöntemini öneren bazı çalışmalar mevcuttur (Yuziang vd., 2009; Hua ve Liang, 2009; Li ve Liu, 2011). Yasanur (2010) lojistik merkez yer seçim probleminde bulanık analitik ağ süreci (AAS) yöntemi ile YSA yapısını birleştirerek bir çözüm yaklaşımı geliştirmiş olup, Önden vd. (2016) ise lojistik yer seçimi problemini bulanık AAS yöntemi ile ele almışlardır. Problem için yapay sinir ağlarını öneren çalışmalara daha az rastlanmıştır (Kayıkçı, 2010; Pamucar vd., 2016).

Bu çalışmada, kentsel lojistik faaliyetlerinin verimli ve etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi için il çevresine konumlandırılacak olan lojistik merkezlerin yer seçimi probleminde sürdürülebilir bir yaklaşım geliştirilmesi amaçlanmıştır. Lojistik merkezlerin yer seçimi probleminde, literatürde ele alınan bazı önemli ölçütlerin yanı sıra sosyo-ekonomik ve çevresel etkiler de göz önünde bulundurulmuştur.

Tasarlanan YSA, giriş değerlerinin farklı olacağı çeşitli kentlere ait lojistik merkez yeri seçimi problemlerinde karar vericilere destek olabilecek niteliktedir.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Kent içine, dışına yük aktarma, taşıma ve kent içi lojistik faaliyetlerinin toplamı kentsel lojistik olarak adlandırılmaktadır. 1970'lerde kentsel yük taşımacılığı hakkında trafik düzenlemeleri ile ilgili yoğun faaliyetler yapılsa da 1975-1980 yılları

arasında çalışmalardaki yoğunluk azalmıştır (Crainic ve Storchi, 2009). Benjelloun ve Crainic (2009) çalışmasında trafik ve park etme ile ilgili düzenlemelerin kentsel yük taşımacılığı için gerekli olduğu fakat yeterli olmadığı ve yeni stratejiler geliştirilmesinin kaçınılmaz olduğunu belirtmiştir. Kentsel alanlarda çeşitli boyutlarda olan yük taşıma araçlarının hareket sayılarının fazla olması, çoğu aracın kapasitesinin verimli kullanılamaması gibi sorunların varlığı, trafik ve park etme düzenlemeleri ile çözülemez hal almıştır (Benjelloun ve Crainic, 2009). Trafik yoğunluğunun artması, trafik sıkışıklığı ile ilgili problemlerin artması, trafik düzenlemelerinin bu problemlere yetersiz kalması ve halkın baskısı sonucu 1990’larda bu konu hakkındaki araştırmalara yoğunluk verilmiştir (Crainic ve Storchi, 2009; Benjelloun ve Crainic, 2009). Taniguchi vd. (2001) tarafından “kentsel alanlarda lojistik ve taşıma faaliyetlerinin ileri bilgi sistemleri desteği ile trafik sıkışıklığı, trafik güvenliği, enerji tasarrufu gibi faktörleri göz önünde bulundurarak optimize edilmesi” olarak tanımlanan kentsel lojistik kavramı son yıllarda birçok araştırmaya konu olmuştur. Kentsel nüfus yüzdesinin yüksek olduğu büyük şehirlerde, kentsel lojistiğin çevresel, sosyal ve ekonomik etkileri düşünüldüğünde yük taşımacılık faaliyetlerinin incelenmesi, kontrol edilmesi ve planlanması önem taşımaktadır.

Kentsel lojistik taşıma sistemi stratejik, taktik ve operasyonel seviyede planlama gerektirir (Benjelloun ve Crainic, 2009). Planlama aktivitelerinin içerisinde lojistik merkezlerin kurulması ve lojistik ağında konumlandırılması büyük önem taşır. Lojistik merkezler, toplama, depolama, ayrıştırma, dağıtım ve taşıma gibi faaliyetler konusunda hizmet vererek taşımacılık sistemleri arasındaki akışın planlanması ve tüm lojistik faaliyetlerinin koordinasyonunun sağlanmasına katkıda bulunur. Farklı alanlarda faaliyet gösteren lojistik hizmet sağlayıcıların bir araya gelmesi, ortak giderlerin paylaşılması ve lojistik maliyetlerin azaltılmasının yanında, çevresel etkilerin en aza indirilmesi açısından lojistik köyler büyük önem taşımaktadır (Tanyaş ve Arıkan, 2013). Lojistik merkezleri, lojistik terminalleri, yük terminalleri, lojistik köy, lojistik platformlar, lojistik merkezler, şehir lojistik terminalleri gibi literatürde çeşitli tanımlamalarla yer almış olup, birçok çalışmaya konu olmuştur.

Literatürde lojistik merkezlerin yer seçimi için göz önünde bulundurulması gereken faktörler çeşitlilik göstermektedir. Lojistik merkez yer seçimi problemi ile ilgili 2008-2016 yılları arasında yapılan çalışmalar incelenmiş olup, faktörlerin çalışmalarda ele alınma sıklıkları sırası ile: ulaşım kolaylığı, maliyet, arazi uygunluğu faktörleri olarak saptanmıştır. Sosyo-ekonomik ve çevresel faktörlere nispeten daha az rastlanmıştır. Lojistik merkez yer seçim problemi ile ilgili taranan çalışmalarda ele alınan faktörler ulaşım kolaylığı, maliyet, arazi uygunluğu ve sosyo-ekonomik, çevresel faktörler olmak üzere dört ana grupta toplanmıştır. Ulaşım kolaylığı, havaalanı, karayolu, liman ve demiryollarına, şehir merkezine, üretim ve tüketim merkezlerine, sanayi bölgelerine, serbest bölgelere, bölgedeki diğer illere yakınlık gibi faktörler bu grup altında incelenmiştir. Özellikle havaalanına ve karayoluna yakınlık lojistik merkez yer seçiminde önemlidir (Bamyacı, 2008; Eryürek 2010; Arıkan 2012; Can, 2012; Elgün, 2012; Görgül, 2012; Peker, 2012; Demiroğlu, 2014; Elevli, 2014; Önder vd., 2014; Önden vd., 2015; Özceylan vd., 2016; Önden vd., 2016; Perker vd., 2016). Havaalanı ve karayoluna yakınlığın yanında, limanlara ve demiryollarına yakınlık da önemli kriterler arasında yerini almaktadır (Bamyacı, 2008; Can, 2012; Elgün, 2012; Peker, 2012; Önder vd., 2014; Önden vd., 2016; Özceylan vd., 2016). Literatürde lojistik merkez yer seçimi kapsamında çeşitli ulaşım modlarına olan yakınlık faktörü literatürde sıklıkla ele alınırken, üretim ve tüketim merkezlerine yakınlık (Bamyacı, 2008; Eryürek, 2010; Kayıkçı, 2010; Elgün, 2012; Peker vd., 2016) gibi faktörler nispeten daha az incelenmiştir. Ulaşılabilirlik faktöründen sonra literatürde sıklıkla geçen bir diğer faktör ise maliyettir. Arsa maliyeti lojistik merkez yer seçim problemi için kritik bir faktördür (Hua ve Qi-Hong, 2009; Eryürek, 2010; Arıkan, 2012; Elevli, 2014; Önder vd., 2014; Rao vd., 2015; Özceylan vd., 2016; Peker vd., 2016). Arsa maliyeti yanında, inşaat, yol, su, elektrik, doğalgaz, arazi ve çevre düzenleme, güvenlik gibi faaliyetlerin oluşturduğu maliyetler, bir diğer deyişle yatırım maliyeti (Hua ve Qi-Hong, 2009; Can, 2012; Peker, 2012; Sürmeli, 2013; Peker vd., 2016), işletme maliyeti (Bamyacı, 2008; Hua ve Qi-Hong, 2009; Eryürek, 2010; Sürmeli, 2013; Peker vd., 2016) gibi maliyet kalemleri de lojistik merkez yer seçimi için kritiktir. Lojistik merkez yer seçimi için önemli bir diğer faktör grubu ise arazi özellikleridir. Arazinin bulunduğu zemin yapısının uygunluğu (Bamyacı, 2008; Eryürek, 2010; Arıkan, 2012; Can, 2012; Elgün, 2012; Peker, 2012; Elevli, 2014; Özceylan vd., 2016; Peker vd., 2016), arazi büyüklüğü (Bamyacı, 2008; Eryürek, 2010; Elgün, 2012; Görgülü, 2012; Peker, 2012; Önder vd., 2014; Peker vd., 2016), arazinin genişleme olanağı (Sürmeli, 2008; Arıkan, 2012; Can, 2012; Elgün, 2012; Peker, 2012; Özceylan vd., 2016; Peker vd., 2016) gibi özellikleri de önem taşımaktadır.

Lojistik merkez yer seçimi için 2008-2016 yılları arasında incelenen literatürde nispeten daha az yer verilen ve bu çalışmada da dahil edilen bir diğer faktör grubu sosyo-ekonomik ve çevresel etkilerdir. Kentsel lojistik kapsamında, kent çevresine konumlandırılacak lojistik merkezlerin ekonomik yaşama etkisi (Bamyacı, 2008; Kayıkçı, 2010; Peker, 2012; Önder vd., 2014; Zak ve Weglinski, 2014; Peker vd., 2016), işsizlik ve kariyer gelişimine etkisi (Zak ve Weglinski, 2014), ikamet edenlere olan sosyal etkileri (Rao vd., 2015), nedenlerinde hava kirliliğinin payı büyük olan hastalık sayısında artma (Pamucar vd., 2016); kaza sayısı açısından güvenliğe etkisi (Zak ve Weglinski, 2014) gibi sosyo-ekonomik etkileri; trafik sıkışıklığı (Bamyacı, 2008; Kayıkçı, 2010; İnaç, 2012; Peker, 2012; Rao vd., 2015; Peker vd., 2016), çevreye yaydığı gaz emisyonu (Kayıkçı, 2010; Pamucar vd., 2016), oluşturduğu gürültü miktarı (Zak ve Weglinski, 2014; Pamucar vd., 2016) gibi çevresel etkileri bu çalışma kapsamında sosyo-ekonomik ve çevresel etkiler faktör grubu altında ele alınmıştır.

Lojistik merkez yer seçim problemine literatürde çeşitli çok kriterli karar verme yöntemleri ile çözüm arayışına gidilmiştir. Analitik hiyerarşi süreci (AHS) (Bamyacı, 2008; Eryürek; 2010; Arıkan, 2012; Can, 2012; Elgün, 2012; Görgülü, 2012; İnaç, 2012; Demiroğlu, 2014), bulanık analitik hiyerarşi süreci (B-AHS) (Kayıkçı, 2010; Önden vd., 2016), analitik ağ süreci (AAS) (Peker, 2012), Vlsekriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) (Önder vd., 2014), Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution (TOPSIS) (Can, 2012; Rao vd., 2015; Özceylan vd, 2016), PROMETHEE (Elevli, 2014), The Elimination and Choice Translating Reality (ELECTRE) (Can, 2012; Zak, J. ve Weglinski, S., 2014) gibi çok kriterli karar verme teknikleri kullanılmıştır. Literatürde, nispeten daha az çalışmada yapay sinir ağlarından (Hua ve Qi-Hong, 2009; Kayıkçı, 2010; Pamucar vd., 2016) faydalanılmıştır.

Sonuç olarak, literatürde lojistik merkez yer seçiminde ulaşım modlarına yakınlık, maliyet, arazi uygunluğu gibi faktörler sıklıkla ele alınırken, sosyo-ekonomik ve çevresel etkiler ile ilgili faktörlere nispeten daha az rastlanmıştır. Lojistik merkez yer seçimi probleminde kullanılan yöntemlerde ise, literatürde sıklıkla çok kriterli karar verme teknikleri ele alınmış olup, YSA yöntemi ile lojistik merkez yer seçimi yapan çalışmalara son yıllarda ve nispeten daha az sıklıkla rastlanmıştır.

Bu çalışmada önerilen YSA ile, lojistik merkez yer seçim problemine sosyo-ekonomik ve çevresel etkiler de ele alınmıştır. Önerilen YSA, literatürdeki çoğu çalışmadan farklı olarak, sadece belirli sayıdaki alternatif arasından lojistik merkez yeri seçimi yapmayı, düşünülecek her yer için giriş değerleri girildiğinde, lojistik merkez olarak uygun/uygun değil sonucunu vererek karar vericilere destek olabilecek niteliktedir.

### 3. YAPAY SINIR AĞLARI YÖNTEMİ

Yapay sinir ağları (YSA), insan beyninin çalışma prensibinden esinlenerek geliştirilmiş bilgi işleme sistemleridir (Hua ve Qi-Hong, 2009). Paralel dağılmış yapısı, öğrenme ve genelleme kabiliyeti gibi özellikleri YSA'yı çeşitli alanlarda oldukça sıklıkla kullanılan bir yöntem haline getirmiştir. YSA'nın öğrenme sürecinde kullanılan yöntem öğrenme algoritması denir (Haykin, 2008). YSA'da çok katmanlı geri yayımlı ağ yapısı literatürde en çok kullanılan yapıdır (Hua ve Qi-Hong, 2009). Dış dünyadan gelen girdileri alan girdi katmanı, girdi katmanından gelen bilgileri işleyerek bir sonraki katmana aktaran gizli katman ve gizli katmandan gelen bilgileri işleyerek ağa verilen girdilere karşılık ağın ürettiği çıkışları belirleyerek dış dünyaya gönderen çıktı katmanlarından oluşur (Haykin, 2008). Ağ öğrenme kuralı Delta Öğrenme Kuralının genelleştirilmiş halidir.

Çalışmada kullanılan YSA'nın temel prensibi aşağıdaki gibidir:  $k$  adet örnekten oluşan eğitim veri seti  $X = [X_{k1}, X_{k2}, \dots, X_{kN}]^T$  olarak seçilir. Bu set içinde her örnek için girdilerin yanında, girdiler için ağın üretmesi gereken çıktılar belirlenmiştir. Gerçek çıktı  $y_k$  iken beklenen çıktı  $d_k$  olarak belirlenir. İleri yönde sinyal gönderilerek gizli katman çıktısı ve aktivasyon fonksiyonu çıktısı oluşturulur. Genelleştirilmiş Delta Kuralı, ileri doğru ve geri doğru hesaplama adımlarından oluşmaktadır. Yapay sinir ağına sunulan her bir girdi için ağ tarafından üretilen çıktı ağın beklenen çıktıları ile karşılaştırılır. Bunların arasındaki fark hata olarak kabul edilir. Öğrenmede amaç bu hatanın azaltılmasıdır. Bununla birlikte ağın ezberlemesinden kaçınılmalıdır. Hata aşağıdaki formül aracılığı ile bulunabilir.

$$EP = 1/2 \sum_{k=1}^n (d_k - y_k)^2 \quad (1)$$

### 4. LOJİSTİK MERKEZ YER SEÇİMİ İÇİN YAPAY SINIR AĞI YAKLAŞIMI

Lojistik merkez yer seçimi problemi için literatürde çoğunlukla çok kriterli karar verme teknikleri uygulanmıştır. Bu çalışmada ise, öğrenme ve genelleme yapabilme yeteneği, karmaşıklığın üstesinden gelebilmesi, değişik alanlardaki birçok karar verme probleminde başarıyla uygulanabilmesi (Aksoy ve Öztürk, 2011) gibi özellikleri nedeniyle YSA kullanımı tercih edilmiştir. Çalışmada çok katmanlı ağ yapısı ve geriye yayılma algoritması kullanılmıştır.

Lojistik merkez yer seçimi için oluşturulan YSA sistemi aşağıdaki adımları içermektedir:

Adım 1: YSA girdi ve çıktı parametrelerinin seçimi

Adım 2: YSA eğitim veri setinin belirlenmesi

Adım 3: YSA eğitimi

Adım 4: YSA'nın test edilmesi ve değerlendirilmesi

#### Adım 1: Girdi ve Çıktı Parametrelerinin Seçimi

YSA modelinin oluşturulması girdi ve çıktı parametrelerinin, eğitim algoritmasının ve gizli katman yapısının belirlenmesi süreçlerinden oluşmaktadır. YSA'nın girdisi, lojistik merkez yer seçimi için belirlenen kriterler olacaktır. Lojistik merkezlerin yer seçimi için kriterlerin belirlenmesi aşamasında 2008-2016 yılları arasında yapılan 21 adet çalışma incelenmiştir.

Problemin çözümü için çalışmalarda kullanılan kriterler ulaşım kolaylığı, maliyet, arazi uygunluğu ve sosyo-ekonomik-çevresel olmak üzere dört ana başlık altında toplanmıştır. Her grup altında yer alan alt kriterler dikkate alınarak çalışmalarda ilgili kriter grubuna yer verilme sıklık yüzdeleri hesaplanmıştır. Taranan çalışmalarda ulaşım kolaylığı, maliyet, arazi uygunluğu ve sosyo-ekonomik-çevresel etkiler kriterlerine yer verilme sıklığı yüzdeleri Tablo 1’de özetlenmiştir. Bu çalışmada bu dört ana kriter lojistik merkez yer seçiminde dikkate alınmıştır. Diğer bir deyişle, ulaşım kolaylığı, maliyet, arazi uygunluğu ve sosyo-ekonomik-çevresel olmak üzere bu dört kriter, tasarlanan YSA’nın girdisi olarak belirlenmiştir. Taranan makalelerde en az sıklıkta yer verilen sosyo-ekonomik ve çevresel kriterler, bu çalışma kapsamında önerilen YSA modelinde ele alınmıştır.

Ulaşım kolaylığı ( $F_1$ ); denizyolu, demiryolu, havayolu ve diğer illere ulaşım şartları faktörleri göz önüne alınarak değerlendirilmiştir. Arazinin inşaat ve taşıma açısından uygunluğu, büyüklüğü, genişleme potansiyeli ve ilde arazi bulunabilirliği, arazi ( $F_2$ ) faktörü altında ele alınmıştır. Maliyet ( $F_3$ ) faktörü değerlendirilirken arazinin satın alma ve işletme maliyeti göz önünde bulundurulmuştur. Ekonomik yaşama etki, ikamet edenlere olumsuz sosyolojik etkileri, gürültü, görüntü ve hava kirliliği ve trafiğe etkisi sosyo-ekonomik ve çevresel etkiler faktörü ( $F_4$ ) altında ele alınmıştır.

**Tablo 1: Lojistik Merkez Yer Seçim Kriterlerine ve Alt Kriterlere Çalışmalarda Yer Verilme Sıklığı**

Sıra No	Kriterler	Sıklık
1	Ulaşım Kolaylığı	%86
1.1	Havayolu ulaşım şartları	%62
1.2	Denizyolu ulaşım şartları	%48
1.3	Demiryolu ulaşım şartları	%43
1.4	Diğer illere ulaşım şartları	%33
2	Maliyet	%86
2.1	Arazi satın alma maliyeti	%57
2.2	İşletme maliyeti	%29
3	Arazi Uygunluğu	%67
3.1	Arazi yapısı	%48
3.2	Arazi büyüklüğü	%43
3.3	Genişleme potansiyeli	%43
3.4	Arazi bulunabilirliği	%10
4	Sosyo-Ekonomik ve Çevresel	%43
4.1	Ekonomik yaşama katkısı	%29
4.2	Trafiğe etkisi	%29
4.3	İkamet edenlere olumsuz sosyolojik etkileri	%10
4.4	Gürültü, görüntü ve hava kirliliği	%10

YSA çıktı katmanı bir adet nörondan oluşmaktadır. Çıktı, lojistik merkez yer seçimi için değerlendirilen konunun uygun olup olmadığını belirtir.

#### Adım 2: YSA Eğitim Veri Setinin Belirlenmesi

Türkiye’de lojistik merkez yer seçimi problemi ile ilgili yapılan araştırmalar incelenmiştir. AHS, ELECTRE ve TOPSIS (Can, 2012), F-PROMETHEE (Elevli, 2014), AHS (Eryürek, 2010; Arıkan, 2012; Elgün, 2012; Görgülü, 2012) ve AAS (Peker, 2012) yöntemleri uygulanarak lojistik merkez yer seçimi yapılan çalışmalardaki verilerden yararlanarak YSA eğitimi için veri seti oluşturulmuştur. 45 adet veri YSA’nın eğitimi için kullanılmıştır. Bunlarda 38 tanesi eğitim, 7 tanesi doğrulama için seçilmiştir. Veri seti 1-5 Likert ölçeğine göre düzenlenmiştir. Parametrelere verilen puanların sırası ile açıklamaları verilmiştir: Ulaşım kolaylığı, maliyet, arazi uygunluğu ve sosyo-ekonomik-çevresel faktörlerin değerlendirmesinde 1 en kötü sonucu, 5 ise en iyi sonucu ifade etmektedir. En kötü ve en iyi arasındaki diğer durumlar 1 ile 5 arasındadır. Çıktıda ise, uygun konular için değer 1, uygun olmayan konular için değer 0 olarak belirlenmiştir.

#### Adım 3: YSA Eğitimi

Eğitim aşamasında YSA, eğitim kümesini kullanarak, eğitim sonrasında kullanıcı tarafından verilecek girişler için doğru cevaplar üretebilmeyi öğrenmektedir (Aksoy ve Öztürk, 2011). Bu çalışmada YSA Eğitimi için EasyNN-plus deneme sürümü kullanılmış olup, gizli katman, gizli katmandaki nöron sayıları, öğrenme oranı ve momentum için deneyler yapılmıştır. Deneyler sonucu oluşturulan YSA’ya ait gizli katman ve gizli katman nöron sayıları Tablo 2’de, öğrenme parametreleri Tablo 3’deki gibi elde edilmiştir.

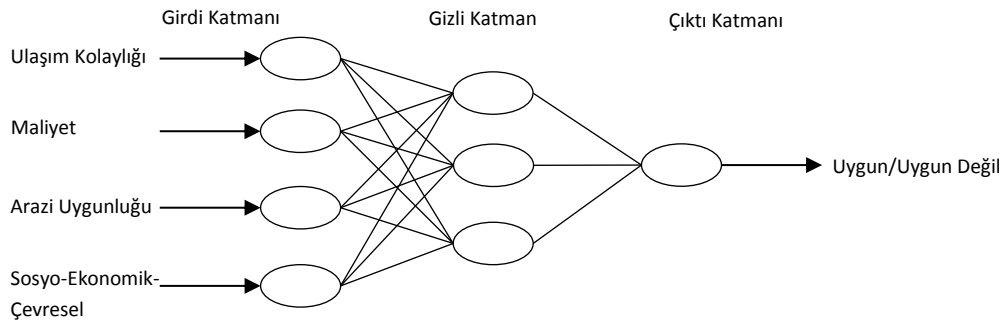
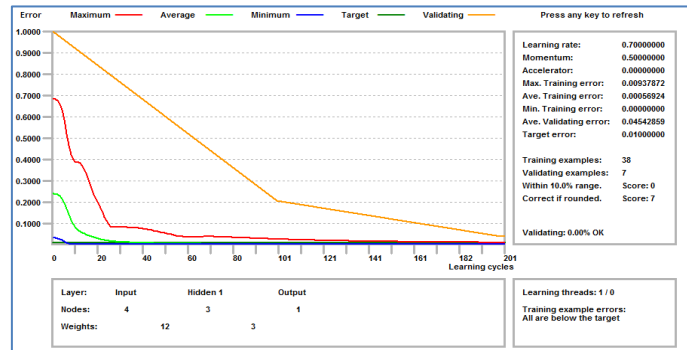
**Tablo 2: YSA Katman ve Nöron Sayıları**

Girdi Katmanı Nöron Sayısı	4	Çıktı Katmanı Nöron Sayısı	1
Gizli Katman Sayısı	1	Gizli Katman Nöron Sayısı	3
Eğitim Veri Sayısı	38	Doğrulama Veri Sayısı	7

**Tablo 3: YSA Parametreleri**

Momentum	0,7
Öğrenme Oranı	0,5
Çevrim Sayısı	201
Hata Oranı	<0,01

Lojistik merkez yer seçimi için deneyler sonucu elde edilen YSA'nın genel yapısı Şekil 1'deki gibidir. Ağın eğitim grafiği Şekil 2'de verilmiştir.

**Şekil 1: Lojistik Merkez Yer Seçimi için YSA'nın Genel Yapısı****Şekil 2: YSA Eğitim Grafiği**

#### Adım 4: YSA'nın Test Edilmesi ve Değerlendirilmesi

Ağın eğitiminin ardından, eğitim verileri içinde olmayan ve Türkiye'de kurulan lojistik merkezlerin uygunluğunun gerçek değerleri ile ağın verdiği çıktı değerleri karşılaştırılmıştır. İki test örneği olarak; TCDD tarafından Türkiye'de lojistik merkez kurulması uygun bulunan illerden (URL1: [www.tcdd.gov.tr](http://www.tcdd.gov.tr)) birinin parametreleri ile uygun bulunan iller dışında kalan illerden birinin parametreleri test verisi olarak kullanılmıştır. Birinci test örneğinde; Ulaşım Kolaylığı:4, Maliyet:4, Arazi Uygunluğu: 3, Sosyo-Ekonomik-Çevresel: 3, Uygunluğunun Gerçek Değeri:1'dir. İkinci test örneğinde; Ulaşım Kolaylığı: 2, Maliyet: 3, Arazi Uygunluğu: 2, Sosyo-Ekonomik-Çevresel: 3, Uygunluğunun Gerçek Değeri:0'dır. Şekil 3 ve Şekil 4'te görüldüğü üzere, YSA eğitim verileri içinde olmayan yeni girdi değerleri girildiğinde gerçek değere yakın çıktılar verebilmektedir.

Şekil 3: Lojistik Merkez Yeri Uygunluğunun Tahmini (Uygun)

Locks	Names	Values
	ULASIM KOLAYLIGI	4
	MALIYET	4
	ARAZI UYGUNLUGU	3
	SOSYO-EKONOMIK	3

Names	Values
UYGUN/UYGUN DE	1

Şekil 4: Lojistik Merkez Yeri Uygunluğunun Tahmini (Uygun Değil)

Locks	Names	Values
	ULASIM KOLAYLIGI	2
	MALIYET	2
	ARAZI UYGUNLUGU	2
	SOSYO-EKONOMIK	3

Names	Values
UYGUN/UYGUN DE	0

Şekil 5: Duyarlılık Analizi

Column	Input Name	Change from	to	Sensitivity	Relative Sensitivity
3	SOSYO-EKONOMIK-CEVRESEL	1	5	0.999784230	
0	ULASIM KOLAYLIGI	1	5	0.999519131	
2	ARAZI UYGUNLUGU	1	5	0.988731116	
1	MALIYET	1	5	0.980808822	

Şekil 6: Girdi Parametrelerinin Önem Dereceleri

Column	Input Name	Importance	Relative Importance
3	SOSYO-EKONOMIK-CEVRESEL	13.3471	
0	ULASIM KOLAYLIGI	10.6256	
2	ARAZI UYGUNLUGU	5.7429	
1	MALIYET	5.2206	

Bu çalışmada, lojistik merkez yer seçimi kararını en çok etkileyen parametrenin sosyo-ekonomik ve çevresel faktör olduğu görülmektedir. Sosyo-ekonomik ve çevresel etki ile ilgili faktörün lojistik merkez yer seçiminde pozitif bir uyuma sahip olduğu Şekil 6'da görülmektedir. Diğer bir deyişle, bu parametrenin değerinin artması, ilgili yerin lojistik merkez olarak seçilmesine olumlu yönde etkisi vardır. Ulaşım kolaylığı parametresi ikinci önemli parametre olarak görülmektedir. Ulaşım kolaylığı ile lojistik merkez yer seçiminin pozitif bir uyum göstermesi beklenen bir durumdur. Üçüncü ve dördüncü öneme sahip parametreler sırası ile arazi uygunluğu ve maliyet çıkmıştır. Arazi uygunluğu faktörünün lojistik merkez yer seçimini olumlu yönde etkilemesi beklenen bir durumdur. Maliyet faktörünün uygunluğunun lojistik merkez yer seçimini olumlu yönde etkilediği ve parametreler arasında duyarlılık açısından daha düşük önem derecesine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 5, Şekil 6).

## 5. SONUÇ

Sanayisinin gelişmiş ve lojistik faaliyetlerin hızla arttığı büyük şehirlerde kentsel lojistik faaliyetlerinin etkin ve verimli şekilde planlanmasının önemi büyüktür. Kentsel lojistik problemi de karmaşık diğer tüm problemler gibi stratejik, taktik ve operasyonel seviyede planlama gerektirir. Toplama, depolama, ayırıştırma, dağıtım ve taşıma gibi hizmetler veren lojistik

merkezlerin kurulması ve lojistik ağında en uygun şekilde konumlandırılması, taşımacılık sistemleri arasındaki akışın planlanmasına ve tüm lojistik faaliyetlerinin koordinasyonunun sağlanmasına katkıda bulunur. Lojistik merkezler, farklı alanlarda faaliyet gösteren lojistik hizmet sağlayıcıların bir araya gelmesi, ortak giderlerin paylaşılması ve lojistik maliyetlerin azaltılmasının yanı sıra, çevresel zararlı etkilerin en aza indirilmesi açısından önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, uygun lojistik merkez yer seçimi probleminde; ulaşım kolaylığı, maliyet ve arazi uygunluğu gibi faktörlerin yanı sıra literatürde nispeten daha az sıklıkla karşılaşılan ve sürdürülebilirlik için önemli olan sosyo-ekonomik ve çevresel faktörler de göz önünde bulundurulmuştur. Bu probleme, literatürde daha çok, çeşitli çok kriterli karar verme yöntemleri ile çözüm arayışına gidilirken, bu çalışmada, kentsel lojistik planlama aktiviteleri kapsamında lojistik merkezlerin lojistik ağında konumlandırılması için bir YSA yaklaşımı önerilmiştir. Önerilen YSA yaklaşımında hesaplanan kriter ağırlıklarına bakıldığında, lojistik merkezlerin konumlandırılması probleminde sosyo-ekonomik ve çevresel kriterler grubunun yeri oldukça önemlidir. Bu çalışmada elde edilen YSA, literatürdeki çoğu çalışmadan farklı olarak, sadece belirli sayıdaki alternatif arasından lojistik merkez yeri seçimi yapmayı, düşünülebilecek her yer için giriş değerleri girildiğinde, lojistik merkez olarak uygun/uygun değil sonucunu vererek karar vericilere destek olabilecek niteliktedir

Gelecek çalışmalarda, bu çalışma kapsamında önerilen YSA modelinde ele alınmış ve ana gruplar düzeyinde bırakılmış olan ulaşım kolaylığı, maliyet, arazi uygunluğu ve sosyo-ekonomik-çevresel faktörlerinin alt kriterlerinin daha detaylı dikkate alınması düşünülmektedir. Havaalanı, karayolu, liman ve demiryollarına, şehir merkezine, üretim ve tüketim merkezlerine, sanayi bölgelerine, serbest bölgelere, bölgedeki diğer illere yakınlık gibi faktörler ulaşım kolaylığı grubu altında incelenebilir. Arsa maliyeti, inşaat, yol, su, elektrik, doğalgaz, arazi ve çevre düzenleme, güvenlik gibi faaliyetlerin oluşturduğu maliyetler bir diğer deyişle yatırım maliyeti, işletme maliyeti gibi maliyet kalemleri maliyet ana grubu altında ele alınabilir. Zemin yapısının uygunluğu, arazi büyüklüğü, arazinin genişleme olanağı gibi özellikler de arazi uygunluğu ana faktörü altında ele alınabilir. Lojistik merkezlerin ekonomik yaşama etkisi, işsizlik ve kariyer gelişimine etkisi, ikamet edenlere olan sosyal etkileri; nedenlerinde hava kirliliğinin payı büyük olan hastalık sayısında artma, kaza sayısı açısından güvenliğe etkisi gibi sosyo-ekonomik etkileri; trafik sıkışıklığı, çevreye yaydığı gaz emisyonu, oluşturduğu gürültü miktarı gibi çevresel etkileri bu çalışma kapsamında sosyo-ekonomik ve çevresel etkiler faktör grubu altında ele alınmıştır. İleriki çalışmalarda bu alt kriterlere daha detaylı yer verilmesi düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Aksoy, A., Öztürk, N. 2011, "Supplier selection and performance evaluation in just-in-time production environments", *Expert Systems with Applications*, vol. 38, pp. 6351-6359.
- Ankan, F. 2012, "Lojistik Köyler ve Bir Uygulama", *Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul.
- Bamyacı, M. 2008, "Modern Lojistik Yönetimi: Organize Lojistik Bölgeleri için Bir Yer Seçimi Modeli", *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi*, İstanbul.
- Benjelloun, A., Crainic T.G. 2009, "Trends, Challenges, and Perspectives In City Logistics", *Buletinul AGIR*, no. 4, pp. 45-51.
- Can, A. M. 2012, "Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Samsun Lojistik Köyü Yerinin Belirlenmesi", *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, Kayseri.
- Crainic, T.G., Ricciardi, N., Storchi, G. 2009, "Models for evaluating and planning city logistics systems", *Transportation Science*, vol. 43, pp. 432-454.
- Demiroğlu, Ş., Eleren, A. 2014, "Küresel lojistik köyleri ve Türkiye'de kurulması planlanan lojistik köy bölgelerinin ÇKKV yöntemleriyle belirlenmesi", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, sayı 42, s. 189-202.
- EasyNN-plus Help, The user interface manual.
- Elevli, B. 2014, "Logistics freight center locations decision by using Fuzzy- PROMETHEE", *Transport*, vol. 29, pp. 412-418.
- Elgün, M. N. 2011, "Uluslararası Taşıma Ve Ticarete Lojistik Köylerin Sağladığı Rekabet Avantajları: Bir Model Önerisi", *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi*, Afyonkarahisar.
- Eryürük, S. H. 2010, "Tekstil ve Konfeksiyon Sektörleri Arasında Etkin Lojistik Faaliyetlerinin Gerçekleştirilmesi Amacıyla Bir Lojistik Merkez Yer Seçimi Ve Tasarımı", *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi*, İstanbul.
- Görgülü, H. 2012, "Lojistik Köyler ve Konya Uygulaması", *Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul.



- Haykin, S. 2008, "Neural Networks and Learning Machines", 3rd Edition, *Prentice Hall*.
- Hua, J., Qi-hong, L. 2009, "Study on logistics center location judgement based on Artificial Neural Networks", *First International Workshop on Education Technology and Computer Science*, pp. 346-348.
- İnaç, H. 2012, "İstanbul'un Kentsel Lojistik Analizi ve Çözüm Önerilerinin AHP ile Değerlendirilmesi", *Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul.
- Li, Y., Liu, Y. 2011, "The Application of Fuzzy Neural Network in Distribution Center Location", *International Conference on Energy Systems and Electrical Power*, no: 13, 6458-6463.
- Lin, J. 2012, "The application of logistic center location based on Fuzzy BP Neural Network" *Service Systems and Service Management, 9th International Conference*.
- Önden, İ., Eldemir, F., Çancı, M. 2015, "Logistics center concept and location decision criteria", *Sigma Journal Engineering and Natural Sciences*, vol. 33, pp. 325-340.
- Önden, İ., Acar, A. Z., Eldemir, F. 2016, "Evaluation of the logistics center locations using a multi-criteria spatial approach", *Transport, Article in press*, pp. 1-13.
- Önder, E., Yıldırım, B. F. 2014, "VIKOR method for ranking logistic villages In Turkey", *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, sayı 23, s. 293-314.
- Özceylan, E., Erbaş, M., Tolon, M., Kabak, M., Durgut, T. 2016, "Evaluation of freight villages: A GIS-based multi-criteria decision analysis", *Computers In Industry*, vol. 76, pp. 38-52.
- Pamucar, D., Vasin L., Atanaskovic, P., & Milicic, M. 2016, "Planning the city logistic terminal location by applying the green p-median model and type-2 Neurofuzzy Network", *Computational Intelligence and Neuroscience*, vol. 2016, pp. 1-15.
- Peker, İ. 2012, "Analitik Ağ Süreci yöntemiyle lojistik merkez yer seçimi: Trabzon örneği", *Karadeniz Teknik Üniversitesi İşletme Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi*, Trabzon.
- Peker, İ., Baki, B., Tanyaş, M., Ar, İ. M. 2016, "Logistics center site selection by ANP/BOCR analysis: A case study of Turkey", *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, vol. 30, pp. 2383-2396.
- Rao, C., Goh, M., Zhao, Y., Zheng, J. 2015, "Location selection of city logistics centers under sustainability", *Transportation Research*, vol. 36, pp. 29-44.
- Sürmeli, G. 2013, "Lojistik Merkezi Seçimine Yönelik Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme Modeli: Doğu Anadolu Bölgesi için bir uygulama", *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı Sistem Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul.
- Taniguchi, E., Thompson, R. G., Yamada, T., Duin, R. V. 2001, "City Logistics, Network Modelling and Intelligent Transport Systems", *Elsevier, Pergamon, Oxford*, 252 pp.
- Tanyaş, M., Arıkan, F. 2013, "Bursa İli Lojistik Merkez Ön Fizibilite Raporu", *T.C. Kalkınma Bakanlığı ve Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı*, Bursa.
- Villamizar, A. F. M., Torres, J. R. M., Padilla, N., H. 2014, "Mathematical programming modeling and resolution of the location-routing problem in urban logistics", *Ing. Univ. Bogotá*, Colombia, vol. 18, pp. 271-289.
- Kayıkcı, Y. 2010, "A conceptual model for intermodal freight logistics centre location decisions", *Procedia Social and Behavioral Sciences*, vol. 2, pp. 6297-6311.
- URL 1, [www.tcdd.gov.tr](http://www.tcdd.gov.tr).
- Yuxiang, S., Qing, C., Zhenhua, W. 2009, "Logistics distribution center location evaluation based on Genetic Algorithm and Fuzzy Neural Network", *Computational Intelligence and Intelligent Systems*, vol. 51, pp. 305-312.
- Zak, J., Weglinski, S. 2014, "The selection of the logistics center location based on MCDM/A methodology", *Transportation Research Procedia*, vol. 3, pp. 555-564.