



Lojistik Maliyetler İçin Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımı: Depolama Alanı Seçimi Örneği

Ayhan Demirci*

Multi-Criteria Decision Making Approach For Logistics Costs: Case of Warehouse Area Selection

Öz: Üretimden tüketime kadar tüm süreçlerde yer alan maliyet zinciri incelendiğinde, lojistik maliyetlerin önemli bir yer tuttuğu görülmektedir. Bu maliyetlerin büyük bir çoğunluğunun, ürünün nihai kullanıcısı olan müşteri için herhangi bir katma değeri olmadığı da bir gerçektir. İşte bu noktada lojistik süreçlerin kontrol altına alınması ve maliyet etkinlik yönünden çok iyi yönetilmesi önem arz etmektedir. Çünkü küreselleşen dünyada işletmelerin, karlılık için göz önünde bulundurabilecekleri alanlar gitgide kısıtlanmaktadır. Aynı sektörde yer alan tüm işletmeler açısından bakıldığında gerek kullanılan hammadde fiyatları ve gerekse üretim süreçlerinde kullanılan her türlü ekipman da maliyet açısından birbirine çok yaklaşmış durumdadır. Bu durum işletmeler açısından ya kar marjını düşürmek ya da tüm süreçlerde yapılabilecek bütün iyileştirmeleri yaparak maliyetleri düşürmek anlamına gelecektir. Lojistik fonksiyon sahaları arasında müşteri için tamamen önemsiz olan ve aldığı ürüne katma değeri görülmeyen önemli bir maliyet kalemi olan depolama faaliyetleri de bu kapsamda değerlendirilmeli ve depolama ile ilgili süreçlerde maliyet etkinlik yaklaşımları benimsenmelidir. Çalışmada çok kriterli karar verme tekniklerinden olan ağırlıklı çarpım ve ağırlıklı toplam teknikleri, depolama alanı seçimi konusunda aynı kriterler ele alınarak uygulanmış ve sonuçları karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Lojistik Maliyetler, Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri, Ağırlıklı Çarpım Tekniği, Ağırlıklı Toplam Tekniği.

Abstract: When the cost chain in all processes from production to consumption is analyzed, it is seen that logistics costs have a significant weight. It is a fact that most of these costs do not have any added value for the customer who is the ultimate user of the product. At this point, it is important to control the logistics processes and manage them very well in terms of cost efficiency. Because in the globalizing world, the areas that enterprises can take into consideration for profitability are increasingly restricted. The raw material prices as well as all kinds of equipment used in the production processes, are very close to each other in terms of cost. This would mean decreasing the costs by reducing the profit margin or making improvements in all processes. Warehousing activities, which are completely unimportant to the customer and have no added value to the product, should also be evaluated within this scope and cost effective approaches should be adopted in the storage related processes. In the study, the weighted product model and additive weighting method, which are one of the multi criteria decision making techniques, were applied by considering the same criteria in the storage area selection and the results were compared.

Keywords: Logistics Costs, Multi Criteria Decision Making Techniques, Weighted Product Model (WPM), Additive Weighting Method (SAW).

* Dr. Öğr. Üye., Toros Üniversitesi İİSBF, ayhan.demirci@toros.edu.tr

1. GİRİŞ

Çok kriterli karar verme teknikleri, günümüz bilim dünyasında birçok alanda yaygın olarak yararlanılan, sayısal çözüm tekniklerini içinde barındıran yaklaşımları içerir. Karar verme durumunda olan tüm karar vericilerin, kararı etkileyebilecek olası tüm parametreleri dikkate almasının yanı sıra sağduyudan daha ziyade rasyonel bir karar almasına temel teşkil eder. Son zamanlarda özellikle lojistik alanda yaygın olarak kullanılan birçok çok kriterli karar verme tekniği bulunmaktadır.

Geleneksel üretim ve pazar anlayışındaki kalite yaklaşımı, günümüzün pazar anlayışına göre üretici ile tüketici arasındaki her türlü engelin ortadan kalktığı bir dünyada, rekabet avantajı için tek başına yeterli gelmemektedir. Bunun yanı sıra işletmeler mutlak surette hız ve maliyet odaklılık kavramlarını da maliyet çarpanları arasında görmek zorundadırlar. Ancak işletme faaliyetlerine maliyet odaklılık açısından bakıldığında, kullanılan hammadde ve üretim süreçlerinin neredeyse aynı olduğu düşünülürse, bu alanda yapılacak iyileştirmelerin, esnek maliyet unsurlarına sahip olan lojistik fonksiyon sahalarına kaydırılması gerekeceği açıktır. Zira burada üzerinde önemle durulması gereken husus, müşteri açısından herhangi bir katma değer ifade etmeyen maliyet kalemlerinin iyileştirmesi olmalıdır.

Lojistik maliyetler, ürünün nihai kullanıcısı açısından bakıldığında herhangi bir katma değer yaratmamasına rağmen bedel ödenen maliyet kalemlerinden oluşmaktadır. Örneğin satın alınan bir ürün için ödenen bedel, ürüne dair tasarım aşamasından sunuma kadarki tüm süreçlerde görülen her türlü temin, tedarik, depolama, elleçleme vb. birçok faaliyetin bedelini de içermektedir.

Ekonomi dilinde üretim ifadesi ürün veya hizmet için; mülkiyet, biçim, zaman ve mekan faydası kazandırarak oluşmaktadır. Lojistik faaliyetler de özellikle zaman ve mekan faydası sağlayarak, müşteri memnuniyetine katkıda bulunmaktadır. Bu faydalara lojistik faaliyetlerin katkısı şu şekilde açıklanabilir (Murphy ve Knemeyer, 2016: 3-4);

- Mülkiyet faydası, bir ürünün bir taraftan diğer tarafa geçmesi şeklinde sağlanmaktadır. Bu fayda lojistik açısından ödeme şekli ile kendini göstermektedir. Burada kredili veya leasing

şeklinde nakit olmayan ödeme yöntemleriyle de bir ürün el değiştirebilir ve mülkiyet faydası sağlanabilir.

- Biçim faydası genellikle üretim hattındaki çabaların bir sonucu gibi görünse de tahsis ekonomisi açısından lojistikle dolaylı etkileşim halindedir. Sevk edilecek ürünün paketlenmesi aşamasında hangi miktarın esas alınacağı belirlenmesi ve tutundurma ve satış konusunda yine miktar açısından müşteri için katma değer sağlayacak boyutlarda paketleme yapılması konuları lojistik faaliyetleri kapsamaktadır.

- Zaman ve mekan faydalarını birbirinden ayrı düşünmemek gerekir. Zira özellikle bir ürünün istenilen zamanda ve istenilen yer bulundurulması konusunda bu faydayı sağlayan ulaştırma, taşımacılık ve nakliye konuları tamamen lojistik ana fonksiyon sahalarının arasında başrolde anılmaktadır. Bir ürünün daha az değerli olduğu bir mekandan daha fazla değer kazandıran bir mekana taşınması ve bu faaliyetin özellikle ihtiyaç duyulan bir zamanda yapılması lojistik faaliyetler arasında en önemli yeri kapsamaktadır.

Bu bakış açısıyla ele alındığında, hizmet üretimi kapsamında değerlendirilebilecek olan lojistik faaliyetler, yukarıda da belirtildiği şekliyle çok farklı çabaların bütünü ifade etmektedir. Daha tasarım aşamasından başlayarak herhangi bir ürünün üretim, dağıtım, pazarlama, paketleme süreçleri de dahil müşteriyle buluşturulmasına kadar tüm süreç, lojistik ana fonksiyon alanları arasında sayılabilir. Bu açıdan yaklaşıldığında lojistik fonksiyon sahalarını ifade eden lojistik faaliyetler; talep tahmini, sipariş yönetimi, satın alma ve tedarik, stok yönetimi, taşıma, malzeme elleçleme, ambalajlama, depolama ve müşteri hizmetleri gibi birçok faaliyeti içermektedir.

LOJİSTİK MALİYETLER VE TESİS YERİ SEÇİMİ

İktisat biliminin temelini oluşturan ihtiyaç ve kaynak çelişkisi, maliyet konusunda da son derece önemlidir. Tanım olarak ele alındığında iktisat; “insan ihtiyaçlarının karşılanmasını inceleyen bir bilim dalıdır”. Kişiyi ve zamana göre özellikleri ve miktarı değişse de iktisat bilimi; ihtiyaçların sonsuz ve kaynakların kısıtlı olmasından hareketle, bu kaynakların paylaşımıyla ilgilidir

(Altay, 2015: 21). Burada paylaşım kelimesi açılacak olursa; meydana gelebilecek her türlü maliyetin, doğru paylaşımının sağlanması da önem kazanacaktır. Ancak günümüzde lojistik faaliyetlerin son derece karmaşıklaştığı ve tüm alt süreçlerinde çok farklı noktalarda, çok ve çeşitli şekillerde yer alarak, nihai ürün maliyeti üzerinde önemli bir paya sahip olmaya başladığı gözlenmektedir.

Ancak bir zincir boyunca çok karmaşık bir şekilde karşılaşılan lojistik fonksiyon sahalarının, maliyet boyutuyla ayrıştırılabilmesi ve ürünün fiyatında sağlıklı bir şekilde gösterilebilmesi çok da kolay olmamaktadır. Bu durum, müteakip satırlarda da açıklanacak olan lojistik maliyet kalemlerinin belirlenmesini ve maliyet azaltımına yönelik gerekli tedbirlerin belirlenen bu noktaları hedefleyecek şekilde alınmasını zorunlu kılmaktadır. Aksi takdirde her noktada yapılmaya çalışılacak bir maliyet etkinlik sağlama mücadelesi çok da etkin bir sonuç vermeyecektir.

Ayrıca her noktada etkin olma çabası yerine, belirli noktalara yoğunlaşarak kısa zamanda ve daha az çaba ile daha fazla iyileştirme sağlamak için gereklidir. Burada etkinlik kavramının üzerinde biraz daha durmak yerinde olacaktır. Tanım olarak etkinlik (Susam, 2015: 51); “mevcut olanakların olabilecek en optimum şekilde kullanılması” anlamına gelmektedir. Buna göre kaynaklar, refah düzeyini artıracak başkaca hiçbir şekilde dağıtılamamakta, elde mevcut tüm kaynaklar en verimli ve en fazla faydayı sağlayacak şekilde kullanılmaktadır.

Lojistik faaliyetlerin tümü göz önüne alındığında, maliyet boyutları da dikkate alınarak (Stock ve Lambert, 2001: 19-25; Şengel, 2012: 28-45; Gümüş, 2012: 11-19; Murphy ve Knemeyer, 2016: 16-18); müşteri hizmetleri, taşıma, dağıtım, depolama, stok yönetimi, elleçleme, sipariş işleme, malzeme yönetimi, ambalajlama, satın alma, üretim planlaması, talep yönetimi, bilgi yönetimi, bakım, ömür devri yönetimi, elden çıkarma gibi iç içe geçmiş bir dizi süreçlerin yer aldığı görülmektedir.

Yukarıda sayılan faaliyetlerin maliyet boyutlarıyla ele alınması ve tasarruf edilmesi veya maliyet iyileştirmesi sağlanması için hedeflenen lojistik faaliyetlerden bir kısmı için yönetsel tedbir

alınması yeterli olacaktır. Ancak bazı faaliyetlerin optimizasyonu bilimsel yaklaşımlar gerektirmektedir. Bunların başında da depolama faaliyetleri ve temelinde depo tesisinin yeri önem arz etmektedir.

İşletmeler üretimin aksamaması, sipariş dalgalanmasına esnek çözüm getirebilmek vb. gibi çok çeşitli sebeplerle elde stok bulundurmaya durumdadırlar. Çoğu zaman bu bir tercih değil bir zorunluluktur. Dolayısıyla bir depolama alanının, işletmenin genel amaçlarına uygun ve yeterli büyüklükte olmasının yanı sıra uygun bir bölgede seçilmesi ve tesis edilmesi çok daha önemlidir. Çünkü yanlış verilecek bir karar neticesinde, uygun olmayan bölgeye bir depo inşa edilmesinin; işletmeler açısından geri dönüşü olmayacak ve sonuçta ciddi mali kayıplara sebebiyet verecek sonuçlar doğuracaktır.

Belli bir bölgede üretim yapmanın doğal (hammadde kaynaklarına ve pazara yakınlık, hava ve iklim koşulları vb.), kazanılmış (teknolojik yenilik ve gelişme, eğitim ve uzmanlaşma vb.) ve kamu teşviki (vergi avantajı, kamusal alt yapı yatırımları vb.) olmak üzere üç önemli avantajı bulunmaktadır (Parasız, 2007: 67-68). Bu haliyle tesis yeri seçimi en kritik süreçlerden biridir. Taşıma, stok miktarı ve bilgi paylaşımı konuları değişken olabilir, dönemseldir. Örneğin; stok miktarı ve taşıma maliyetleri hammadde, işçilik, yarı mamul, ulaştırma, kiralama, döviz kuru, vergi gibi daha birçok faktörün etkisi altındadır. Dolayısıyla bu üç konudaki karar dönemsel olarak değişirken güncel tedbirlerle optimize edilmesi gerekir. Ancak tesis yeri böyle değildir. Yatırım kararından sonra, hele hele inşaat aşamasında veya sonunda çok yüksek maliyetlere ulaşan yerleşkelerin taşınması çok da kolay düşünülemez (Langevin ve Riopel, 2005: 40-41).

Tesis yeri seçimi, yüksek miktarda sermayenin bağlanması ve işletmelerin uzun dönemli başarı, performans ve rekabetçi yapısını etkileyebilme özellikleri nedeniyle, ilk seferde doğru karar verilmesi gereken karar türlerinden biridir (Uludağ, 2013: 199). Bu haliyle tesis yer seçimi kararları, hiçbir noktanın gözden kaçmadığından emin olmak için sistematik bir yaklaşımın kullanılmasını zorunlu kılacak kadar çok sayıda faktörün göz önüne alınmasını gerektirir (Monks, 2001: 82).

Faaliyet gösterilen coğrafi konum, piyasaya yakınlık, yerel demografik özellikler, işletme yerinin teknik altyapısı, lojistik hizmetlere duyulan gereksinim, lojistik faaliyetlere konu olacak ürünlerin arz talep tahminleri, işgücü olanakları, hukuki durum, ekonomik gelişmişlik düzeyi, taşıma modlarının entegrasyonu, enerji ihtiyacı, iklim şartları, trafik durumu, işletmelerin lojistik faaliyetlerde dış alıma alışkanlığı, genişleme olanakları, yasal düzenlemeler, teşvik durumları, lojistik maliyetleri büyüklüğü, çevresel unsurlar gibi birçok faktör tesis yeri seçiminde etkilidir (Fındık ve Öztürk, 2016: 43).

Tesis yeri, girişimcinin işletme amaçlarına etkin ve verimli bir şekilde ulaşmak için faaliyetlerini gerçekleştirmek, ürün ve hizmetlerini üretmek üzere belirlediği yerdir. Tesis yeri seçiminde ilk aşama, işletmenin faaliyette bulunacağı bölgenin seçilmesidir. Daha sonra bu bölge içerisinde en uygun yerin seçimi yapılır. Bu seçim yapılırken tesisin yerinin sahip olması arzu edilen ve literatürde yer alan çalışmalarda da üzerinde önemle durulan belli başlı özellikler şu şekilde sıralanabilir (Erdoğan ve Paşaoğlu Baş, 2017: 106-107);

- İşletme, hammaddenin kaliteli, ucuz ve en fazla miktarda bulunduğu yerde kurulmalıdır.
- Ulaşım kolay, taşıma maliyetleri uygun olmalıdır.
- Gerektiğinde işletmeyi genişletmeye uygun olmalıdır.
- Nüfus, ekonomik ve sosyal gelişme düzeyi yeterli olmalıdır.
- Nitelikli işgücünün kolay ve en ekonomik bir biçimde sağlanabileceği bir yerde olmalıdır.
- Arazi fiyatları ve inşaat maliyetleri uygun olmalıdır.
- Arazinin jeolojik yapısı ve bölgenin iklimi uygun olmalıdır.
- İşgören ve ailelerinin toplumsal ve kültürel gereksinimlerinin en üst düzeyde karşılanabileceği bir yerde olmalıdır.
- İşletme, toplumun kültür, eğitim, gelenek ve görenekleri açısından genel kabul gören bir yerde olmalıdır.
- Üretim sırasında değerlendirilemeyen ve yararsız olan artıklar, çevreye zarar vermeden, artırılarak doğaya bırakılmalıdır.

- Devletin uygun altyapı, ucuz kredi, hukuki kolaylıklar, vergi indirimi, ucuz arsa hizmetlerini sunduğu yerler tercih edilmelidir.
- Çevrede yeterli düzeyde sosyal tesisler ve kiralık konutlar bulunmalıdır.
- Telekomünikasyon hizmetleri olmalıdır.
- Savaş veya terörün olduğu ya da olma riski bulunan bölgeler ayıklanabilir.
- Finansal kaynakların kolay ve ekonomik olarak sağlanabileceği, banka ve finans kurumlarının bulunduğu yerler tercih edilebilir.

Karar vericiler, tesis yeri seçiminde işletmenin stratejik amaçlarını göz önüne almalıdır. Burada işletmenin stratejik hedefi “düşük maliyetli üretim yapmak” olarak belirlenmişse, muhtemel tesis yeri işgücü ve/veya hammaddenin düşük maliyetle karşılanabileceği bir yerde veya ulaştırma giderlerinin azaltılmasına yönelik olarak pazara ya da hammadde kaynaklarına yakın bir yer olacaktır. Eğer işletmenin stratejik amaçları arasında “pazarı genişleterek karlılığı artırmak” gibi bir yaklaşım varsa, bu durumda karar vericiler tesis yeri olarak yüksek yoğunluklu bölgeleri tercih edeceklerdir. İşletme stratejisi “müşteriye kolaylık sağlamak” esasına dayanıyorsa, bu durumda karar vericiler tesisi birçok bölgeye yayacak şekilde tasarlayacaklardır (Stevenson, 2007: 362).

Bu anlamda ele alındığında tesis yeri seçiminde önem arz eden kriterlerin makro ve mikro boyutta ele alınmasında yarar bulunmaktadır. Karar vericiler için tesis yeri seçimini etkileyen; pazar potansiyeli, pazar payı, işletme maliyetleri, ulaşım maliyetleri, kuruluş yeri maliyetleri, hammadde maliyetleri ve bu kaynaklara yakınlık, işgücü maliyetleri ve özellikleri gibi kriterler makro boyutta değerlendirilir. Öte yandan ulaşım olanakları, yerin özellikleri, vergiler, bölgesel kamu kuruluşlarının verdiği hizmetler, arazi maliyetleri, alt yapı olanakları, yerel yönetimin verdiği hizmetler gibi kriterler de mikro boyutta ele alınabilecek kriterler arasında sayılabilir (Çelikçapa ve Şenol, 2015: 75-76).

Bu kapsamda çalışmada, bilimsel yaklaşımla iyileştirme yapılabilecek alanlardan biri olan depolamaya ilişkin bir süreç ele alınmıştır. Çünkü süreç içerisinde depolamaya yönelik hiçbir faaliyetin, müşteri açısından bir katma değer yaratmaması ve

telafisi olmaması nedeniyle depolama alanı için yer belirleme işleminin daha başlangıçta alınacak bir stratejik karara dayanması gereği önemli görülmüştür.

KARAR TEORİSİ ve ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ

Karar verme, karara ilişkin en az iki veya daha fazla seçeneğin bulunması halinde, bunlardan herhangi birinin, belirli gerekçelere dayanarak tercih edilmesi halidir. Burada dikkat edilecek olursa; öncelikle ortada karar vermeyi gerektirecek bir durum veya sorun olmalıdır. Ayrıca bu sorunun çözümüne yönelik birden fazla alternatifi bulunmalıdır. Bu alternatifler, karar vericinin tercihine etki edecek şekilde çok sayıda parametrenin etkisi altında olmalıdır. Nihayet karar vericiyi, tercihine zorlayacak bazı kısıtların da göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

Karmaşık yapıdaki sorunların çözümünde başvuru alan çeşitli yöntemler bulunmakla birlikte, bunlar genellikle sezgisel yöntem, istatistiksel yöntem ve matematiksel yöntem şeklinde üç başlık altında toplanabilir. Matematiksel modeller kesin ve doğru sonuca ulaşmayı garanti etmeseler de makul sürede, doğru sonuca yakın ve esnek değerler üretebilirler. Matematiksel modellerin yetersiz kaldığı durumlarda sezgisel modellerden yararlanılır.

Literatürde sıklıkla kullanılan ve karar vericinin, elindeki tüm parametreler ışığında en doğru sonucu üretmesinde ve doğru karar vermesinde yardımcı olan doğrusal programlama, karar ağacı, oyun teorisi, simülasyon gibi birçok bilimsel tabanlı karar verme teknikleri bulunmaktadır.

Karar verme, bir karar vericinin karşılaştığı bir sorun ya da sonradan sorun oluşturabilecek bir durum karşısında, farklı çözüm alternatiflerini ortaya koyması ve bunların arasından birini veya birkaçını seçerek uygulamaya koyması süreci olarak tanımlanmaktadır (Yaralıoğlu, 2004: 2).

Günlük hayatta karşılaşılan iki durumda karar almak zorunda kalınır; günlük kararlar ve geleceğe yönelik kararlar. Burada günlük kararlar için nispeten belirlilik ortamının hakim olacağı açıktır. O günkü programa göre ne tür bir kıyafet giyeceğimize karar vermek çok da zor olmayacaktır. Ancak geleceğe yönelik kararlar daha belirsiz ortamlarda, sonuçları daha

az öngörülebilir durumlarda verileceği için diğerine göre daha zor verilecektir. Bu durumda; belirlilik ortamında karar verme, risk ortamında karar verme ve belirsizlik ortamında karar verme şeklinde sayılabilecek üç tür karar verme ortamında söz edilebilir (Aladağ, 2014: 4-5; Aktaş vd., 2015: 23-24);

Bugün yapılan herhangi bir eylemin olası tüm sonuçları biliniyorsa tam belirlilik durumundan söz edilebilir. Satın alınan belli bir renkteki otomobilin, gelecekte renginin karşı karşıya kalacağı değişim hakkında bilgi sahibi olunabilir. Ancak diğer parçalarına dair benzer bir hükme varmak kolay olmayacaktır. Alınan otomobil yeni ise bir nebze fikir yürütülebilecek olmakla birlikte, ikinci el durumunda alındıysa ve ilk sahibi hakkında da fazla bir bilgi yoksa, otomobilin geleceği hakkında fikir yürütmek daha da zorlaşacaktır (Doll ve Orazem, 2005: 329).

Yukarıda verilen karar tanımından ve kararın ortak özelliklerinden yararlanarak karar verme işlevinin; geleceğe yönelik olma, karar vericiye sorumluluk yükleme, maliyet unsuru oluşturma ve bir süreci ifade etme gibi temel bazı özellikleri olduğu belirtilebilir (Yaralıoğlu, 2004: 2-3);

Çalışmanın hacmi düşünülerek detaylarının burada açıklanmayacak olmakla birlikte, karar verme sürecinin özelliği gereği, belirsizlik altında karar verme durumunda olan karar vericiler için maksimin (Wald), maksimaks, gerçeklik (Hurwicz İndeksi), rasyonellik (yetersiz neden – Laplace) ve minimaks (pişmanlık – Savage) modelleri şeklinde çözüm yaklaşımları bulunmaktadır (Stevenson, 2007: 208; Aktaş vd., 2015: 60-67; Esin ve Şahin, 2012: 399-405; Tütek vd., 2012: 69-73).

Rutin olarak alınan kararların büyük bir çoğunluğu birden fazla kriterden etkilenmektedir. Dolayısıyla aynı konuda, farklı kişiler tarafından alınan kararlar da birbirlerinden farklılık gösterir. Kriter sayısına bağlı olarak karmaşıklaşan karar verme problemi, bu kriterlerin birbirlerini etkilemesi halinde daha da kompleks bir yapıya bürünmektedir. Bazı koşulların sağlanabilmesi için bir kısım kriterden vazgeçilmesi ve bunların hangileri olacağı konusu da yine kişiden kişiye göre değişkenlik gösterecek ve karar verme faaliyetini çok daha içinden çıkılmaz hale sokacaktır. İşte bu noktada çok kriterli karar verme tekniklerinden yararlanılması, karar problemlerinin küçük parçalar halinde ele alınmasını ve

büyük oranda kolaylaşmasını sağlamakta ve karar vericilerin daha rasyonel karar vermelerine önemli ölçüde yardımcı olmaktadır.

Yüksek hızlara sahip dijital bilgisayarların geliştirilmesi, karar verme biliminin gelişmesinde ayrıca önemli bir rol oynamıştır. Karar verme problemlerinin formülasyonu için temel yaklaşımda, en iyi ya da optimal karar kavramının oluşması doğaldır. Bu tür bir yaklaşımda, performans veya bir kararın değerini özetleyen tek bir reel nicelik, değişik alternatifler içinden yalıtılarak, duruma göre ya minimize ya da maksimize yani optimize edilir. Ortaya çıkan optimal karar, karar verme probleminin çözümü olarak alınır (Özalp, 2015: 227).

Bilimsel yaklaşımla ele alındığında, tesis yeri seçimi karar sürecinin aşamaları şu basamaklardan meydana gelmek durumundadır (Monks, 2001: 83);

- Yer seçimiyle ilgili amaçların, karar ölçütünün ve temel gereklerin belirlenmesi,
- Muhtemel tesis yerlerini, amaçları karşılayan birkaç alternatifte indirgemek için politik, sosyal ve ekonomik (pazarla ilgili) verilerin kullanılması,
- Temel (veya en önemli) ihtiyaçlar karşısında alternatiflerin değerlendirilmesi ve kabul edilemez nitelikteki alternatiflerin elenmesi,
- Maliyet-hacim, doğrusal programlama, ağırlık merkezi, yük-mesafe ve/veya diğer uygun modeller kullanılarak, alternatiflerin sayısal (yani ekonomik) temele göre karşılaştırılması,
- Daha az somut faktörlerin göz önüne alınması için faktör sıralama yöntemi veya diğer sübjektif yöntemler kullanılarak alternatiflerin kalitatif (sayısal olmayan) temele göre karşılaştırılması,
- Bir ağırlıklı puan oluşturularak veya grup karar süreci kullanılarak kantitatif ve kalitatif ölçütler açısından en iyi tesis yerinin seçimi.

Müteakip sayfalarda çok kriterli karar verme tekniklerinden Ağırlıklı Çarpım Tekniği ve Ağırlıklı Toplam Tekniği tanıtılarak yukarıda verilen bilgiler ışığında bir tesis yeri seçimine ilişkin örnek uygulamaya yer verilecektir. Uygulamalar aynı verilerle yapılacak ve tekniklerin sonuçları üzerinden karşılaştırma imkanı verilmiş olacaktır.

Ağırlıklı Çarpım Tekniği

Tekniğin yapısı gereği herhangi bir ölçü birimini üzerinde barındırmaması nedeniyle bazı kaynaklara göre boyutsuz analiz olarak da adlandırılan ağırlıklı çarpım tekniği (Coşkun, 2006: 94); karar matrisinin oluşturulması ve seçeneklerin sıralanması olmak üzere genel olarak iki aşamada uygulanır. İlk yapılması gereken işlem,

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

şeklinde bir karar matrisinin oluşturulmasıdır (Özbek, 2015: 223).

Karar matrisi oluşturulurken dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta, matris yapısının üstel olması gerektiğın için, karar seçeneklerinin kesirli olması halinde, $q > 1$ olmak koşuluyla tüm elemanlarının 10^q ile çarpılması gerektiğidir. Bu yolla, matris elemanlarının tümünün 1'den büyük olması sağlanmış olur (Özbek, 2017, 38).

Ağırlıklı çarpım tekniği, her alternatifin bir değeriyle, her bir kriter için bir tane oranın çarpılması ve böylelikle birbirleriyle karşılaştırılmaları şeklinde uygulanan bir yöntemdir. Yapılan hesaplama neticesinde her bir oran, karşılık gelen kriterin görelı ağırlığının gücüne yükseltilir. Genel olarak, birbiriyle karşılaştırılacak olan A_K ve A_L gibi iki alternatifin kıyaslanabilmesi için aşağıdaki formül kullanılır (Triantaphyllou ve Lin, 1996: 282-283).

$$R \left(\frac{A_K}{A_L} \right) = \prod_{j=1}^n \left(\frac{a_{Kj}}{a_{Lj}} \right)^{w_j} \quad (2)$$

Burada yer alan n kriter sayısını, j karar seçeneklerinin öncelik değeri ve w_j ise j . kriterin öncelik değeri göstermektedir. Bu eşitlikte belirtilen $R \left(\frac{A_K}{A_L} \right)$ oranı, maksimizasyon durumunda 1'e eşitse yani diğer bir deyişle A_K değeri A_L değerinden büyükse, A_K değerinin en iyi alternatif olduğı ya da en azından diğerlerinden biraz daha iyi olduğı kabul edilir ve bu alternatif tercih edilir.

Burada dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta, amaç fonksiyonunda maksimizasyon olan fayda yönlü kriterler için

pozitif kuvvet ($+w_j$), amaç fonksiyonunda minimizasyon olan maliyet yönlü kriterler için ise negatif ($-w_j$) kuvvet alınması gerektiğidir (Savitha ve Chandrasekar, 2011: 22). Bu kriterlerin ağırlıklarının toplamı da aşağıdaki eşitlikte belirtildiği şekilde 1'e eşit olmak zorundadır (Özbek, 2017: 38).

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (3)$$

Son derece kullanım kolaylığı sağlayan ve uygulama olarak çok basit bir teknik olan ağırlıklı çarpım tekniği literatürde genellikle tek başına değil, diğer bazı çok kriterli karar verme teknikleri ile birlikte kullanılmaktadır. Aşağıda ağırlıklı çarpım tekniği ile ilgili basit bir tesis yeri seçimi örneği yer almaktadır.

Depolama alanına ihtiyacı olan bir üretim firması, yaptığı ön incelemeler neticesinde tespit ettiği dört ana bölge üzerinde karar verme aşamasına gelmiştir. Bu dört depolama alanını literatürde de önemli olduğu belirtilen bazı kriterleri dikkate alarak; K1=(birim fiyatı (BF)), K2=hareket esnekliği (HE), K3=depolama kapasitesi (DK), K4=bayilere olan mesafesi (BM) ve K5=tedarikçilere olan mesafesi (TM)) değerlendirmeye tabi tutmak istemektedir. Belirtilen kriterler göz önüne alınarak yapılan çalışma sonucunda hazırlanan matris Tablo 1'de gösterildiği şekildedir.

Tablo 1: Başlangıç Matrisi

	K1 (BF)	K2 (HE)	K3 (DK)	K4 (BM)	K5 (TM)
A1	750.000	7	6	6	8
A2	900.000	8	8	9	8
A3	800.000	5	9	7	6
A4	850.000	9	8	8	7

Burada yukarıda belirtilen özellikler dikkate alınarak, tüm verilerin tamsayı olması nedeniyle, düzeltme amaçlı 10^q ile çarpmaya gerek duyulmamıştır. Kriterler dikkate alındığında karar vericiler açısından birim fiyatın ve hareket esnekliğinin azaltılması, buna mukabil diğer kriterlerin ise özelliklerinden dolayı artırılması

çabasının göz önünde bulundurulacağı değerlendirilmektedir. Dolayısıyla karar verici birim fiyatın ve hareket esnekliği kriterlerini minimize etmeye çalışırken, diğer kriterleri ise maksimize etmeye çalışacaktır.

Daha sonraki aşamada bu kriterler için 1-9 arasında bir puan verilerek belirlenen ölçüt ağırlıkları, toplam puana bölünmek suretiyle her bir kriterin ağırlığı bulunur. Örnekte görüldüğü gibi, burada elde edilen toplam puan 32 olarak yer almaktadır. Tüm kriterler için belirlenen ölçüt ağırlıkları, bu toplam puana bölünerek elde edilen ağırlık değerleri hesaplanır. Burada örneğin K3 kriteri; kendisi için belirlenen ölçüt ağırlığı 5, toplam ağırlık değeri olan 32'ye bölünerek hesaplanan 0,250 ağırlık değerine sahip olacaktır. Bu aşamada yapılan hesaplama sonucunda kriterlere ait ortaya çıkan ölçüt puanları ve ağırlık değerleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2: Ölçütlerin Ağırlıkları ve Yönleri

K1	K2	K3	K4	K5	Toplam
Min.	Min.	Mak.	Mak.	Mak.	
9	6	8	5	4	32
0,281	0,188	0,250	0,156	0,125	1,000

Son aşamada, karar vericinin maksimizasyon ve minimizasyon tercihi de dikkate alınarak yukarıda verilen eşitlik yardımıyla, belirlenen kriterlerin elde ettikleri ağırlık puanına göre, karar verici için ne derece tatmin edici oldukları hesaplanır ve bu değerlerin toplamına göre en yüksek puanı alan tercih karara esas olacaktır.

Burada yapılacak hesaplama sonucunda hazırlanacak olan normalize edilmiş matris, eğer karar vericinin amacı minimizasyon ise;

$$\text{Ağırlık Puanı} = \frac{1}{\text{Kriter Değeri} (+\text{Ağırlık Puanı})} \quad (4)$$

eşitliği yardımıyla, karar vericinin amacı maksimizasyon ise;

$$\text{Ağırlık Puanı} = \frac{1}{\text{Kriter Değeri} (-\text{Ağırlık Puanı})} \quad (5)$$

eşitliği yardımıyla hesaplanır.

Buna göre hazırlanan normalize edilmiş matris Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3: Ağırlıklı Çarpım Tekniği İçin Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	Toplam	Sıralama
A1	0,022	0,694	1,565	1,323	1,297	4,902	4
A2	0,021	0,677	1,682	1,410	1,297	5,087	3
A3	0,022	0,740	1,732	1,355	1,251	5,100	1
A4	0,021	0,662	1,682	1,384	1,275	5,025	2

Ağırlıklı çarpım tekniğinin tüm bu aşamaları sonucunda, elde edilen normalize edilmiş karar matrisindeki toplam puanlar dikkate alınarak karara varılır. Bu örnekte, en yüksek puanı alan A3 bölgesi, ihtiyaç duyulan depolama alanına yönelik tesis yeri seçiminde, ilk dikkate alınacak bölge olacaktır.

Ağırlıklı Toplam Tekniği

Faydaların toplanabilirliği varsayımına dayanan ağırlıklı toplam tekniği, en çok bilinen ve en yaygın kullanım alanı bulmuş olan karar verme tekniğidir. Verilecek karar üzerinde etkili olan m adet alternatif ve n adet kriter bulunması halinde, en iyi alternatifi ortaya koyan eşitlik aşağıdaki gibi olacaktır (Triantaphyllou ve Lin, 1996: 282);

$$P^* = \max_{M \geq i \geq 1} \sum_{i=1}^N a_{ij} w_j \quad (6)$$

Burada; a_{ij} , i . alternatifin j . kriter bazında performans değerini, w_j de j . kriterin önem ağırlığını göstermek üzere P^* en iyi alternatifin öncelik değerine eşittir (Karakaşoğlu, 2008: 21).

Ağırlıklı toplam tekniğinin uygulaması 3 basamaktan oluşmaktadır. Aşağıda bu basamaklar ve her bir basamakta yapılacak işlemlere yer verilmiştir (Özbek ve Erol, 2016: 29-30);

- Ağırlıklı toplam tekniğinde ilk basamakta karar matrisi oluşturulur. Bu matris için kullanılan veriler, yukarıdaki eşitlikte ve açıklama kısmında da belirtildiği üzere m alternatifli ve n kriterli olacak şekilde ve a_{ij} , i . alternatifin j . kriterini göstermek üzere oluşturulur.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (7)$$

- İkinci basamakta hazırlanan karar matrisinin normleştirme işlemi yapılır. Bu işlem sırasında kriterlerin maksimizasyon veya minimizasyon yönlü olması önem taşımaktadır. Burada $i=1, 2, \dots, m$ ve $j= 1, 2, \dots, n$ olmak koşuluyla, eğer seçilen kriter maksimizasyon yönlü ise;

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^{max.}} \quad (8)$$

eşitliği yardımıyla, eğer kriter minimizasyon yönlü ise;

$$r_{ij} = \frac{x_j^{min.}}{x_{ij}} \quad (9)$$

eşitliği yardımıyla karar matrisi normleştirilir.

- Son basamakta seçeneklerin sıralanması sağlanır. Bunun için öncelikle aşağıdaki eşitlik yardımıyla, $i=1, 2, \dots, m$ olmak koşuluyla her bir alternatifin skor değerleri hesaplanır.

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \quad (10)$$

Skor değerlerine göre büyükten küçüğe sıralanan alternatifler arasında en yüksek skoru elde eden alternatif karar aşamasında dikkate alınır.

Ağırlıklı toplam tekniği; benzer birimlere sahip tek boyutlu problemlerde kolaylıkla uygulanabilme kolaylığının yanı sıra farklı boyut ve birimlere sahip problemlere uyarlanamaması dezavantajı da bulunmaktadır (Karakaşoğlu, 2008: 21).

Aşağıda kullanımı son derece basit olan ağırlıklı toplam tekniği ile ilgili bir örnek uygulamaya yer verilmiştir. Örnek uygulama için ağırlıklı çarpım tekniğinde kullanılan ve Tablo 1'de belirtilen aynı veriler kullanılmıştır. Uygulamada yine aynı şekilde her bir kriterle 1-9 arasında bir puan verilmiş ve belirlenen ölçüt ağırlıklar yine aynı işlemle, toplam puana bölünerek Tablo 2'de belirtildiği gibi her bir kriterin ağırlığı bulunmuştur.

Daha sonra ikinci aşamaya geçilerek, hazırlanan başlangıç matrisi normleştirilir. Bu işlem için maksimizasyon ve minimizasyon esasları da dikkate alınır ve yukarıda verilen eşitlikler kullanılır. Eğer seçilen kriter maksimizasyon yönlü ise;

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^{max.}} \quad (11)$$

eşitliği yardımıyla, eğer kriter minimizasyon yönlü ise;

$$r_{ij} = \frac{x_j^{min.}}{x_{ij}} \quad (12)$$

eşitliği yardımıyla karar matrisi normalleştirilir. Verilen eşitlikler kullanılarak yapılan hesaplamalar neticesinde hazırlanan normalize edilmiş karar matrisi aşağıda Tablo 4’de sunulmuştur.

Tablo 4: Ağırlıklı Toplam Tekniği İçin Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	K1 (BF)	K2 (HE)	K3 (DK)	K4 (BM)	K5 (TM)
A1	1,000	0,714	0,667	0,667	1,000
A2	0,833	0,625	0,889	1,000	1,000
A3	0,938	1,000	1,000	0,778	0,750
A4	0,882	0,556	0,889	0,889	0,875

Son basamakta her bir seçenek için,

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \quad (13)$$

eşitliği kullanılarak Tablo 5’de yer aldığı şekliyle bir karar matrisi oluşturulur ve karar matrisinde en yüksek skoru elde eden alternatif karara esas kabul edilir.

Tablo 5: Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	Toplam	Sıralama
A1	281	089	125	167	156	818	4
A2	234	078	167	250	156	885	2
A3	263	128	188	194	117	888	1
A4	248	069	167	222	137	843	3

Burada ağırlıklı toplam tekniği ile yapılan analiz sonucunda, ağırlıklı çarpım tekniği ile benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu

aşamada karar verici tarafından, alternatiflerin elde ettiği skorlar dikkate alarak, en yüksek skoru elde eden A3 alternatifine karar verilir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Lojistik faaliyetler işletmelerin arka planını, diğer bir deyişle görünmez yüzünü oluştururlar. Ancak üretilen her türlü ürün ve hizmet üzerinde önemli bir maliyeti olan lojistik faaliyetler, müşteriler açısından, belirtilen bu özellikleri nedeniyle çoğu zaman bilinmezler. Ayrıca lojistik faaliyetlerin, müşteriler açısından herhangi bir katma değer oluşturmadığı algısı da maliyetin boyutunu daha da önemli hale getirmektedir.

İşte bu noktada lojistik faaliyetler için katlanılan ve ürüne eklenen her bir birim maliyetin çok iyi tespit edilebilmesi, müşteriye yansıtılan maliyetin mümkün olan en düşük seviyeye çekilebilmesi pazarda tutunabilmek ve rekabet edebilmek açısından önemlidir. Üretim süreçlerinin ve hammadde maliyetlerinin birbirine son derece yakın gerçekleştiği benzer üretim aşamalarında, işletmeler için maliyet iyileştirme olanağı sunan en önemli karar noktalarını lojistik faaliyetler oluşturmaktadır.

Karar vericiler, bir karar vermek durumunda kaldıkları çoğu zaman belirsizlik altında bulunurlar ve tüm kriterleri dikkate alamayacakları veya bu kriterlerin ağırlıklarını tam anlamıyla öngöremeyecekleri için sezgisel yaklaşırlar ve bu durum neticesinde verilen kararlar çoğu zaman rasyonel olmaktan uzaklaşır. Zira özellikle kriterlerin ağırlıklandırılması konusunda karar vericilerin kişisel özellikleri önem arz etmektedir. Dolayısıyla aslında aynı konuda farklı kararların verilmesi ve hatta edinilen tecrübeye paralel olarak aynı karar vericinin benzer durumlarda farklı kararlar vermesi bile olasıdır.

İşte bu noktada literatürde sıklıkla kullanılan çok kriterli karar verme teknikleri, verilecek kararın rasyonel ve bilimsel dayanağını oluşturmaları ve mümkün olan birçok kriterin dikkate alınmasına olanak vermeleri bakımından önemlidirler. Bilimsel nitelikte bir yaklaşım sunan bu yöntemler, birçok durum için yaygın olarak kullanılmakta ve sağladığı kullanım kolaylığı sayesinde özel uzmanlık da gerektirmemektedir.

Bu çalışmada lojistik ana fonksiyon sahaları arasında, maliyet açısından önemli bir gider kalemi oluşturan depolama faaliyetleri ve bununla ilintili depolama alanı/tesis yeri seçimi konusu için çok kriterli karar verme teknikleri uygulanmıştır. Ağırlıklı çarpım ve ağırlıklı toplam tekniklerini kullanarak depo yeri seçimine karar vermek durumunda bir karar verici adına, muhtemel 4 tesis yeri; birim fiyatı (BF), hareket esnekliği (HE), depolama kapasitesi (DK), bayilere olan mesafesi (BM) ve tedarikçilere olan mesafesi (TM) kriterlerine göre değerlendirilmiştir. Her iki yöntemin ayrı ayrı uygulanması neticesinde aynı alternatifin en uygun olduğu belirlenmiştir.

Uygulamada kriterler için verilen ağırlıkların, sadece uzman görüşüne dayalı olması önemli bir zayıflıktır. Sezgisel yaklaşıma dayalı olarak verilen bu ağırlıkların, farklı bilgi birikim, farklı kültür ve farklı kişisel özellikler gibi konuların etkisi altında belirlendiği göz önüne alındığında, konunun önemi daha da ortaya çıkmaktadır. Belirlenen ve analizde kullanılan kriterler, farklı karar vericiler için farklı önem derecesine sahip olabileceklerdir. Bu nedenle yine de rasyonel bir yaklaşıma ihtiyaç duyulacağı değerlendirilmektedir. Ancak yöntemlerin uygulanmasında bu etki göz ardı edilmiştir.

Çalışmada kullanılan ağırlıklı çarpım ve ağırlıklı toplam teknikleri, çok kriterli karar verme teknikleri arasında en kolay kullanım özelliklerine sahip yöntemlerdir. Uygulamada uzmanlık gerektirmeyen bu yöntemler, farklı uygulama aşamalarına sahip olmakla birlikte, birbirleriyle uyumlu benzer sonuçlar üretmeleri açısından da önemlidir. Ancak uygulamada karşılaşılan en önemli güçlüklerin başında karar vericilerin, karara ilişkin kriterleri sağlıklı bir şekilde belirlemeleri ve yine her bir kriterin tarafsız bir şekilde ağırlıklandırılması gerektiği göz ardı edilmemelidir.

Her iki yöntem de diğer tüm çok kriterli karar verme tekniklerinde görülen benzer üstünlüklere ve zayıflıklara sahiptir. Ancak uygulama sonuçlarından da görüleceği üzere aynı verilerin kullanılması halinde aynı sonuca ulaşılması, yöntemlerin önemli bir güçlü yanı olarak belirtilebilir. Ancak analizlerle üretilen sonuçlar sadece ve sadece analize dahil edilen karar verme birimleri ile kriterlere ve bu kriterlere verilen ağırlıklara bağlı olduğu göz ardı edilmemelidir.

KAYNAKÇA

- Aktaş R., Doğanay M.M., Gökmen Y., Gazibey Y., Türen U. (2015), *Sayısal Karar Verme Yöntemleri*, Beta Basım Yayım Dağıtım, İstanbul.
- Aladağ Z. (2014), *Karar Teorisi*, Umuttepe Yayın No.: 45, Mühendislik Bilimleri Dizisi: 2, Umuttepe Yayınları, Kocaeli.
- Altay A. (2015), *Kamu Maliyesi – Teorisi, Gelişimi, Kapsamı*, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Coşkun S. (2006), *İş Süreçlerinde Zayıf Noktaların Belirlenmesi Analizi ve Geliştirilmesine Yönelik Süreç Geliştirme Tekniklerinin Modellenmesi ve Uygulanması*, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yayımlanmamış Doktora Tezi), İstanbul.
- Çelikçapa F.O. ve Şenol G. (2015), *Üretim Yönetimi*, Ekin Basım Yayın Dağıtım, Bursa.
- Doll J.P. ve Orazem F. (2005), *Teorik ve Uygulamalı Üretim Ekonomisi*, (Edit. Şinasi Akdemir, Çev. Tuna Alemdar), Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Erdoğan Z. ve Paşaoğlu Baş D. (2017), *İşletme İlkeleri*, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.
- Esin A. ve Şahin T. (2012), *Yöneylem Araştırmasında Yararlanılan Karar Yöntemleri*, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Fındık H. ve Öztürk E. (2016), *Lojistik İşletmeciliği Muhasebesi (Lojistik Faaliyetlerde Kayıt Düzeni ve Maliyetleme)*, Ekin Basım Yayın Dağıtım, Bursa.
- Karakaşoğlu N. (2008), *Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama*, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Sayısal Yöntemler Bilim Dalı (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Denizli.
- Langevin A. ve Riopel D. (2005), *Logistics Systems (Design and Optimization)*, Springer Science + Business Media, LLC., USA.
- Monks J.G. (2001), *İşlemler Yönetimi – Teori ve Problemler*, (Çev. Sevinç Üreten), Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.

- Murphy Jr. P.R. ve Knemeyer A.M. (2016), *Contemporary Logistics (Güncel Lojistik)*, (Çev. Funda Yercan ve Şerife Demiroğlu), Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Özalp N. (2015), *Matematiksel Modelleme*, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Özbek A. (2015), “Gönüllü Kuruluşlarda Çalışanların ELECTRE Yöntemine Göre Değerlendirilmesi”, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt: 14, Sayı: 54.
- Özbek A. ve Erol E. (2016), “COPRAS ve MOORA Yöntemlerinin Depo Yeri Seçim Problemine Uygulanması”, *Ekonomi, İşletme, Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi*, Cilt: 2, Sayı: 1, Kırıkkale.
- Özbek A. (2017), *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Excel ile Problem Çözümü*, Seçkin Akademik ve Mesleki Yayınlar, Ankara.
- Parasız İ. (2007), *İktisadın ABC'si*, Ezgi Kitabevi, Bursa.
- Savitha K. ve Chandrasekar C. (2011), “Vertical Handover decision schemes using SAW and WPM for Network selection in Heterogeneous Wireless Networks”, *Global Journal of Computer Science and Technology*, Volume 11, Issue 9, Version 1.0.
- Stevenson W.J. (2007), *Operations Management*, McGraw Hill/Irwin Companies, New York, USA.
- Stock J.R. ve Lambert Do.M. (2001), *Strategic Logistics Management*, McGraw-Hill Higher Education, USA.
- Susam N. (2015), *Kamu Maliyesi – Temel Kavram ve Esaslar*, Beta Basım Yayım Dağıtım, İstanbul.
- Şengel S. (2012), *Lojistik İşletmelerde Performans Değerlemede Lojistik Raşyoların Önemi ve Bir Araştırma*, Detay Yayıncılık, Ankara.
- Triantaphyllou E. ve Lin C. (1996), “Development and Evaluation of Five Fuzzy Multiattribute Decision-Making Methods”, *International Journal of Approximate Reasoning*, Vol. 14.

- Tütek H.H., Gümüšođlu Ő., Özdemir A. (2012), *Sayısal Yöntemler – Yönetmel Yaklaşım*, Beta Basım Yayım Dağıtım, İstanbul.
- Uludağ A.S. (2013), “Lojistik Yönetiminde Lojistik Ağların Kullanımı ve Bir İşletme İçin Lojistik Ağın Geliştirilmesi”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Yaralıoğlu K. (2004), *Uygulamada Karar Destek Yöntemleri*, İlkem Ofset, İzmir.