

İlaç Lojistiği Kapsamında Lojistik Kriterlerin Dematel Yöntemi ile Belirlenmesi: Erzurum İli Örneği

Determination of Logistic Criteria By The Dematel Method in The Scope of Drug Logistics: The Case of Erzurum

Dr. Hamit Erdal - Dr. Öğr. Üyesi Selçuk Korucuk

Başvuru Tarihi: 14.11.2017

Kabul Tarihi: 15.01.2019

Öz

İlaç lojistiği, ilaç tedarik zincirinin aksamaması ve hizmetlerin doğru ve zamanında yerine getirilmesi için oldukça önemlidir. Özellikle insan hayatının söz konusu olduğu kritik süreçlerden birisi olan ilaç lojistiği kullanıcılarının ihtiyaçlarının devamlılığından dolayı kesintiye uğramadan sürekli olmak zorundadır. Talep edilen tıbbi ürünlerin bulunamaması durumunda önüne geçilemez sonuçlara sebep olabilir. Bu nedenle ilaçların sürekli ve sistematik bir biçimde kullanıcılara aktarılması gereklidir. Bu çalışmada ilaç sektöründe işteğ eden firmalar özelinde 11 lojistik kriterin önem derecelerinin ortaya konulması amacıyla bir analiz gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda Erzurum ilinde ilaç satış, depolama ve taşınması faaliyetlerini yürüten 6 farklı firmanın yöneticileriyle yüz yüze görüşmeler gerçekleştirilerek DEMATEL yöntemiyle ilaç sektöründe lojistik faaliyetlerin rolü ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Lojistik, İlaç lojistiği, Lojistik Kriterler, Dematel

Abstract

Drug logistics is crucial for the failure of the drug supply chain and the proper and timely delivery of services. Drug logistics, which is one of the critical processes in which human life is mentioned in particular, has to be

continuous without interruption due to the needs of its users. Failure to find the requested medicinal products can lead to irreversible results. For this reason, it is necessary to transfer the drugs continuously and systematically to the users. In this study, an analysis was carried out in order to determine the significance levels of the 11 logistic criteria for companies engaged in the pharmaceutical sector. Within this scope, face-to-face talks were held with the managers of 6 different firms carrying out drug sales, storage and transportation activities in Erzurum province and the role of logistics activities in the pharmaceutical sector with DEMATEL method was demonstrated.

Keywords: Logistic, Drug Logistic, Logistic Criteria, Dematel

Giriş

Küreselleşme ve kullanıcı taleplerin çeşitlenmesi lojistik olgusunun daha fazla güçlenmesine sebep olmuştur. Müşteri odaklı rekabet etme anlayışı işletmelerde en önemli unsur haline gelmiş ve rekabet gücünü artıran güçlü bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu faktörleri yerine getirirken ilaç sektörü gibi toplum sağlığı ile ilgili bir sektörde lojistik kriterlerin önem derecelerinin ortaya konulması işletmeler için oldukça önemli bir hale gelmiştir. Bu doğrultuda

lojistik, ürünlerin tedarikçilerden müşterilere akışına ilişkin tüm fiziksel akış faaliyetlerini içine alan, taşıma, depolama, stok yönetimi gibi dağıtım sürecinde gerçekleştirilen ve ürüne katma değer sağlayan birbirleri ile ilişkili, koordine edilmesi gerekli işlemlerdir (Küçük, 2012, s. 28). Başka bir tanımda ise bu kavram, müşterilerin ihtiyaçları doğrultusunda hizmetler de dâhil olmak üzere tüm ürünlerin ve ilgili bilgilerin çıkış noktasından varış noktasına kadar etkili ve verimli bir biçimde taşınması ve depolanması için gerekli prosedürleri planlama, uygulama ve denetleme sürecidir. Bu tanıma; içe doğru, dışa doğru, dâhili ve harici hareketler dâhildir (Council of Supply Chain Management Professionals, 2010, s.114).

İlaç lojistiği ise, kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılamak üzere her türlü ilacın, hizmetin ve bilgi akışının, ilaçların ilk üretim noktasından son nihai tüketim noktasına kadar izlediği yoldur. Bu arada önemli olan lojistik faaliyetlerin etkin bir şekilde yerine getirilmesidir.

İlaç endüstrisi ise, beşeri ve veteriner hekimlikte tedavi edici, koruyucu ve besleyici olarak kullanılan sentetik, bitkisel, hayvansal, biyolojik kaynakları, kimyasal maddeleri, farmasötik teknolojiye uygun olarak, bilimsel standartlara göre belirli dozlarda basit veya bileşik farmasötik şekiller haline getiren ve seri olarak üreterek tedaviye sunan sanayi dalıdır (TÜBİTAK, 2003, s.3).

İlaçların etkin bir şekilde kullanıcılara aktarılmasının yanında güvenlikleride büyük önem arz etmektedir. Kullanıcı taleplerinin tam olarak belirlenemediği durumlarda ilaç lojistik süreçlerinde aşırı depolama ve stoklara rastlanılmaktadır. Yüksek stoklama miktarına karşılık ilaç ve medikal ürünlerin her ürüne göre değişebilen belirli raf ömürleri vardır. Dolayısıyla her ürün veya her ürün grubu için spesifik taşıma ve depolama olanakları sağlanabilmelidir. Tıpkı gıda lojistiğinde olduğu gibi soğuk hava depoları ile özel taşıma çanta ve kaplarına ihtiyaç duyulmaktadır (Erdal vd. 2010, s.420).

İlaç dağıtım zincirinde üreticiler, toptancılar ve perakendeciler bulunmaktadır (Kanavos ve Wouters, 2014: 1). Üreticilerle diğer paydaşlar arasındaki ilişki uzun yıllar boyunca bir birlikten çok çelişmeli bir ilişki olarak tanımlanmıştır. Üreticilerin maliyetlerini tedarik zinciri içindeki partnerlerine aktarması suretiyle azaltmaya çalışması daha rekabetçi olmalarını sağlamaz (Grund ve Vartdal, 2000, s.109).

Ulaştırma ve dağıtım, ilaç endüstrisi içinde en önemli lojistik faaliyetlerinden biridir. Etkili bir taşıma faaliyeti; hızı, güvenilirliğe, esnekliğe, ve minimum maliyete dayanır. İlaç endüstrisinde bu dayanaklar hayati önem taşımaktadır. İlaç sağlıklı koşullarda, belirli standartlarda, zamanında tüketiciye ulaştırılması gereken bir üründür. Taşıma sırasındaki ortam koşulları ilaç kalitesini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle depolama ve taşıma faaliyetlerinde belirli sıcaklık aralıklarında ortamlar sağlanmalıdır (Arslan, 2007, s.11).

Her aktif maddenin ya da ilaç ürününün kimliğini oluşturan, yeniden test periyodunu ve son kullanma süresini etkileyen kalite, saflık, dayanıklılık özellikleri tanımlanmıştır. Fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik veriler zaman ve ortam koşullarının bir fonksiyonu olarak mevcuttur. Dayanıklılık testleri, ilaç aktif maddesinin ya da ürününün çeşitli çevresel faktörler karşısında (sıcaklık, bağıl nem, ışık vb.) zamanla kalitesinde oluşan değişimleri gösterir (Guidance for Industry, URL_1).

Lojistik kriterler ise, müşteri servisi, talep tahmini, ürün yönetimi, lojistik iletişimi, materyal yönetimi, sipariş, paketleme, parça ve servis desteği, depolama, taşıma olarak ifade edilmiştir (Orhan, 2003, s.15-18). Başka bir çalışmada ise lojistik kriterleri, depolama, sipariş işleme, evrak tanzimi, hasar tespiti, sigortalama, elleçleme, gümrükleme, malzeme yönetimi, ambalajlama, yükleme ve boşaltma olarak belirlenmiştir (Küçük, 2012, s.63-64).

Yapılan literatür taramasında ilaç sektörü özelinde ve lojistik faaliyetlerin önem derecelerinin ortaya konulması için kısıtlı çalışma yapılmasına rağmen ilaç sektöründe lojistik faaliyetlerin önem derecelerinin ortaya konulması için başkaca bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu noktadan hareketle bu çalışmanın amacı, DEMATEL yaklaşımı aracılığıyla Erzurum'da ilaç sektöründe işgal eden firmalar özelinde 11 lojistik kriterin önem derecelerinin ortaya konulmasıdır. Bu amaçla öncelikli olarak problemi etkileyen karar kriterlerinin önem dereceleri belirlenmiştir. Aynı zamanda karar kriterlerinin birbirleri üzerindeki etkilerini gözlemleyebilmek için bu çalışmada DEMATEL yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde ilaç sektöründe lojistik faaliyetler konusunda yapılan çalışmalar incelen-

miş, üçüncü bölümde çalışmada karar kriteri olarak kullanılan ve ilaç sektöründe önem arz eden lojistik faaliyetler sıralanarak kısaca açıklanmış, dördüncü bölümde DEMATEL yöntemi tanıtılmış, beşinci bölümde yöntem probleme uygulanmış, ileride yapılacak çalışmalara önerilerin de bulunduğu sonuç bölümüyle çalışma tamamlanmıştır.

Literatür Taraması

Günümüzde ilaç lojistiğinin önemi gittikçe artmaktadır. Bu kapsamda ilaç lojistiği konusundaki çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Shao ve Ji (2006) yaptıkları çalışma ile toptancıların lojistik açıdan rekabetçiliğini geliştirmeye çalışmak amacıyla lojistik iş süreçlerini yeniden ele aldıkları, yeni dağıtım merkezlerini tespit ettikleri, ağ yapılarını optimize ettikleri ve gelişmiş lojistik bilgi sistemlerini uygulamaya gittikleri ortaya çıkmıştır. Üretici firmalar ise ilaçlar üzerindeki sıkı fiyat kontrolü ve dünya ilaç pazarındaki rekabet sebebiyle kaynaklarını daha çok Ar-Ge'ye ayırmışlardır. Bu sebeple üreticiler lojistik açıdan yeniden yapılanma konusunda daha fazla dış kaynak kullanma eğilimindedirler.

Uslu ve Akçadağ (2012) çalışmalarında, Kayseri'de faaliyet gösteren ilaç işletmelerinin, lojistik faaliyetlerden tersine lojistik ve dağıtım etkinliklerinin tespitine odaklanmıştır. Araştırmanın sonucunda Kayseri'deki ilaç şirketlerinin dağıtım faaliyetlerine ve tersine lojistik faaliyetlerine gereken önemi verdikleri tespit edilmiştir.

Kanavos ve Wouters (2014) gelişmiş ülkelerin ilaç sektöründe toptancılık ve perakendeciliğin pazar yapısına değinirken özellikle Avrupa Birliği ülkelerinde son 5 yılda toptan ve perakende dağıtımında alternatif modellerin geliştiğine dikkat çekmiştir. Buna göre toptancıların ilaç tedarik zinciri yapısında zorunlu bir halka olmadığı, ilaçların üreticiden doğrudan doğruya perakendeciye ulaştığı Direct-to-Pharmacy veya daha az ürünün toptancılar aracılığıyla perakendeciye ulaştırıldığı Reduced Wholesalers Modeli gibi alternatif modellerin kullanılabilirliği ortaya konulmuştur.

Dünya Sağlık Organizasyonu (2003) raporunda ilaç lojistiği için depolama alanlarından çöplerin ve atıkların nasıl uzaklaştırılacağından bahsetmiştir. Ayrıca

temizlik ve çalışma sürecinin sistemli bir yapıya kavuşturulması gerektiği, güvenlik için pestisit ve diğer ajanların kontrol edilmesine ilişkin kurallar hazırlanması gerektiği vurgulanmıştır. İlave olarak diğer risklerin ortadan kaldırılması veya asgari düzeye indirilmesi gerektiği açıklanmıştır.

Boğ (2005) çalışmasında Türkiye'de dağıtım kanalları içinde önde gelen firmalar arasında yer alan ve Türkiye'deki mevcut eczacı kooperatiflerinin üst birliği olan Tüm Eczacı Kooperatifleri Birliği (TEKB) ile lojistik sektöründe lider kuruluşlardan biri olan bir firma ile ortaklaşa geliştirilen ve lojistikte proje yönetimi, dış kaynak kullanımında stratejik iş ortaklığı, lojistik projelerde sistem mühendisliği yaklaşımı, ilaç sektöründe lojistik uygulamalar gibi birçok bakımdan örnek teşkil edebilecek çalışmaları aktarmaya çalışmıştır. Projenin başlangıç hedefleri; TEKB lojistik ve tedarik zinciri yönetiminin mevcut durum analizinin yapılması, iyileştirme alanlarının tespiti ve önceliklendirilmesi ile dış kaynak kullanımı ile rekabet avantajı sağlanabilecek, yeni lojistik iş modellerinin ve yol haritalarının çıkartılması iken, projenin gelişimi sonrasındaki nihai hedef; sektör için çözüm üreterek, en iyi uygulamalara örnek teşkil edecek bir çalışma ortaya konulması amaçlanmıştır.

Sonuç olarak ilaç lojistiği ile ilgili literatür tarandığında ilaç lojistiğinde, lojistik karar kriterlerinin önem derecesinin ortaya konulması ile ilgili sınırlı sayıda çalışma tespit edilmiştir. Bu çalışma karar kriterlerinin önem derecelerinin belirlenmesi sürecinde DEMATEL yönteminin kullanılması bakımından diğer çalışmalardan farklılık göstermektedir.

İlaç Sektöründe Lojistik Faaliyetlerin (Karar Kriterlerinin) Belirlenmesi

Lojistik faaliyetler ilaç tedarik zinciri yönetimi için son derece önemlidir. İlacın kendisine has nitelikleri nedeniyle uluslararası kabul görmüş sektör standartları bulunmaktadır. İlaç ve farmakolojik ürünler, özellikle aşılarda ve biyolojik ürünlerde soğuk zincir koşullarında depolanması ve nakledilmesi gereken ürünlerdir. Lojistik faaliyetler içerisinde yer alan ecza depoları, bayiler, hastaneler ve son kullanıcılar arasında ürünün taşınması ve depolanması esnasında özel önem gösterilmelidir. İlaç ve diğer farmakolojik ürünler üretildikten sonra tüketiciye ulaşana kadar

belirli bir süre depoda bekleyebildiği için depolar ilaç lojistiğinde kritik alanlar olarak ifade edilmektedir.

Bu çalışmada ilaç sektöründe lojistik faaliyetlerin rolünün (önem derecesinin) ortaya konulabilmesi için gerekli kriterler ve açıklamaları literatürde yapılan önceki çalışmalardan belirlenerek aşağıda sunulmuştur (Erdal vd., 2008; Akçadağ, 2010). Uzmanlarla yapılan görüşmeler neticesinde belirlenen kriterlerin problemimizi yansıttığı konusunda fikir birliği sağlanmıştır.

K1-Malzeme: İlaç sektöründe lojistik uygulamalara konu olan malzemeler ve bunların kendilerine has özellikleri; (i) İlacın Aktif Bileşenleri, (ii) Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Bulaşma, (iii) Paketleme Malzemeleri ve (iv) Etiketleme başlıkları altında incelenebilir.

K11-İlacın Aktif Bileşenleri: Bir ilacın özellikleri içerisinde kullanılan aktif bileşen ve diğer maddelere bağlıdır. Farmasötik ürünlerin aktif bileşenlerinin ne olduğu lojistik süreç ve faaliyetlerde yapılacak planlama ve uygulamaları doğrudan etkilemektedir.

K12-Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Bulaşma: Farmasötik ürünlerin içerisinde olmaması gereken yabancı maddeler bulunması ürünün sağlık açısından tehlikeli olması sonucunu doğurabilmektedir. Bu nedenle üretim ve üretim sonrası süreçlerde ürüne herhangi bir yabancı maddenin bulaşmamasının sağlanması gerekir.

K13-Paketleme Malzemeleri: Baskılı paketleme malzemeleri ile farmasötik ürünlerin paketlenmesinde kullanılan yardımcı malzemeleri içermektedir.

K14-Etiketleme: Farmasötik ürünlerin spesifik bilgilerini içeren doğru etiketin hazırlanması ve ürünün üzerine yapıştırılmasını kapsamaktadır. Etiket üzerinde yer alan bilgiler açık, anlaşılır ve belirgin olmalıdır.

K2-Depolama: Farmasötik ürünlerin üretim sonrası kısa bir süre depoda tutulması işlemidir. Depolama işlemi; (i) Depolama Sahası, (ii) Depo Koşullarının İzlenmesi, (iii) Raf Ömrü ve (iv) Tekrar Değerlendirme başlıkları altında değerlendirilebilir.

K21-Depolama Sahası: Depolama sahası farmasötik ürünler için en uygun depolama şartların sağla-

yacak şekilde dizayn edilmelidir. Saha; kuru, tozdan ve kirden arınmış, depolanacak ürünlerin korunma ısının sağlanabildiği özelliklere sahip, aynı zamanda farklı ürünlerin depolanabilmesi için bölümlendirilmiş bir yapıda olmalıdır. Ürünler ve diğer yardımcı maddelerin doğrudan hava ve güneş ile temas etmesi engellenmeli, koruyucu kutular veya koliler içerisinde istiflenmelidir. Depolamada, son kullanım tarihi ilk biten ilk çıkar prensibi “first expired/first out (FEFO)” uygulanmalıdır. Son kullanım tarihi gelmiş veya kullanılamaz hale gelmiş ürünler karantinaya alınmalı ve üzerlerine tanımlayıcı etiketler yapıştırılmalıdır. Uyuşturucu özellikler taşıyan ilaçlar uluslararası kurallara uygun olarak depolanmalı ve saklanmalıdır.

K22-Depo Koşullarının İzlenmesi: Depo içi koşulların sürekli izlenmesi ve iç ortam sıcaklığının kaydedilmesi gerekmektedir. Kaydedilen verilen sürekli olarak kontrolü sağlanmalı ve kaydedilmelidir.

K23-Raf Ömrü: Raf ömrü bir farmasötik ürünün son kullanım tarihini yani o ürünün içinde bulunan aktif bileşen miktarının % 10'unun etkisiz hale geldiği tarihtir. Üretim sürecinin sonunda her bir ürün için belirlenen uygun son kullanım tarihi uygun depolama ve taşıma şartları altında geçerli olmaktadır.

K24-Tekrar Değerlendirme: Farmasötik ürünlerin hasta tarafından kullanılmadan önce, depo ve dağıtım süreçleri sonucunda yeniden bir değerlendirilmeye ve kontrole tabi tutulmasıdır.

K3-Tedarikçiler: Farmasötik ürünlerin üretiminde kullanılacak malzemelerin tedarik edilmesinde görev alan dağıtımçılar, hammadde üreticileri, satıcılar, brokerler ile lojistik hizmet sağlayıcıları tedarikçileri oluşturmaktadır.

K4-İnsan Kaynakları: Üretim, dağıtım, hastane ve eczaneler gibi lojistik faaliyetlerin icra edildiği süreçlerde görev alan personelin farmasötik ürünlerin lojistiğinde uzmanlaşmış ve eğitimli olması gerekir.

K5- Dağıtım ve Taşıma: Farmasötik ürünler kendilerine has özelliklerine uygun biçimde, uygun vasıtalarla taşınmalıdır. Bu ürünlerin taşınmasında depolama şartlarına uygun şartlar oluşturulmalı ve “Soğuk Zincir”in kırılması engellenmelidir. Ürünlerin özelliklerine göre; kuru buz, karyojenik soğutma ve

soğuk havalandırma yönteminden birisi kullanılarak ısı gereksinimler muhafaza edilmelidir. Bunun yanında özellikle aşırı soğuk hava şartlarında ürünlerin donması ve kristalize olması da engellenmelidir. Donan veya kristalize olan ürünlerin çözüldükten sonra kullanılmaları mümkün olmamaktadır.

DEMATEL Yöntemi

DEMATEL yöntemi karmaşık karar problemlerinde, etkileyen ve etkilenen karar kriterlerinin saptanması ve kriterler ağırlıklarının belirlenmesi için kullanılan bir metottur (Demirdöğen, Erdal ve Akbaba, 2017, s.152).

Cenevre Battelle Memorial Enstitüsü tarafından geliştirilen DEMATEL yöntemi, özellikle kompleks ve karmaşık problemler için geliştirilmiştir. Yöntem sistem bileşenleri arasındaki yapı ve ilişkileri incelemede etkili sonuçlar vermektedir. Yöntemin en önemli faydası, kriterler arasındaki yapı ve ilişkileri inceleyen, uzlaşmacı neden-sonuç ilişkilerini görselleştirerek anlamlı sonuçlar elde edilmesini sağlayan etkili bir yöntem olmasıdır (Erdal, 2017, s.83).

Yöntem, klasik ÇKKV yaklaşımlarından AHP gibi unsurlarının sadece hiyerarşik bir yapıda ve birbirlerinden bağımsız olduğu varsayımını reddederek unsurların karşılıklı olarak birbirlerine olan ilişkilerini de araştırmaya yarar. Diğer karar kriterleri üzerinde daha fazla etkiye ve yüksek önceliğe sahip karar kriterleri, “sebebe kriterleri”; daha fazla etkiye maruz ve daha düşük önceliğe sahip olan karar kriterleri de “sonuç kriterleri” olarak tanımlanır (Aksakal ve Dağdeviren, 2010, s.905-913; Erdal, 2018, s.93).

DEMATEL yönteminde k adet karar verici (veya uzman) tarafından grup karar verme yöntemine uygun bir şekilde değerlendirmeye alınan ve birbirleri ile etkileşim içerisinde olan n adet kriter bulunur. Karar vericiler ve karar kriterleri belirlendikten sonra yöntemin hesaplama adımları uygulanarak değerlendirmeler yapılır. DEMATEL yönteminin hesaplama adımları aşağıda sunulmuştur (Wu ve Lee, 2007, s.499-507; Lin ve Wu, 2008, s.205-213; Erdal, 2017, s.84-94; Erdal ve Korucuk, 2018, s.8-11; Korucuk vd., 2018, s.100-102).

Adım 1: Direkt İlişki Matrisinin Oluşturulması ve Ortalama Direkt İlişki Matrisinin Elde Edilmesi:

Direkt ilişki matrisi; kriterler arasındaki ikili karşılaştırmalar yapılarak karar verici/uzman grup tarafından belirlenir. Bu çalışmada literatürde yaygın olarak kullanılan Dey vd. (2012)'in karşılaştırma skalasından istifade edildiğinden Dey vd. (2012)'in skalası Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. DEMATEL Metodu İçin Karşılaştırma Skalası (Dey vd., 2012, s.3560-3562)

Sayısal Değer	Sözel İfade
0	Etkisiz
1	Düşük Etkili
2	Orta Etkili
3	Yüksek Etkili
4	Çok Yüksek Etkili

Bu adımda uzmanlardan Tablo 1'deki skalaya göre; “Hangi kriter hangi kriteri ne düzeyde etkiliyor?” sorusuna cevap vermesi istenerek her bir uzmanın değerlendirmelerine göre k adet $n \times n$ boyutlu direkt ilişki matrisi oluşturulur. Direkt ilişki matrisi simetrik değildir ve köşegen elemanları 0'dır. Bu matrisin her (i,j) elemanı kriter i 'den kriter j 'ye olan direkt ilişkiyi gösterir.

Elde edilen k adet direkt ilişki matrisinin Denklem (1) kullanılarak ortalaması alınır ve ortalama direkt ilişki matrisi (X) oluşturulur. Bu aynı zamanda grup kararıdır.

$$a_{ij} = \frac{1}{k} \sum_{n=1}^k x_{ij}^n \quad (1)$$

$$X = \begin{bmatrix} 0 & x_{11} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & 0 & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

Adım 2: Normalleştirilmiş Direkt İlişki Matrisinin Oluşturulması:

Denklem (2) ve (3) kullanılarak normalleştirilmiş direkt ilişki matrisi (C) oluşturulur. x_{ij} elemanları yerine a_{ij} elemanları yazılır. (X) matrisin satır ve sütun toplamları içinden en büyüğü belirlenerek ortalama direkt ilişki matrisi bu değere bölünür.

$$s = maks \left(maks \sum_{j=1}^n x_{ij}, maks \sum_{i=1}^n x_{ij} \right) \quad (2)$$

$$C = \frac{X}{s} \quad (3)$$

(X) matrisinin satır toplamları, satırdaki her bir kriterin değerleri üzerindeki toplam etkisini gösterdiğinden Denklem (2)'de yazılan ifadelerden ilki değerleri üzerinde en fazla etkisi olan kriterin toplam etkisini gösterecektir. Benzer şekilde her i sütununun toplamı i kriterinin üzerindeki toplam etkiyi göstermektedir. Bu değerlerden maksimuma sahip olan ise en fazla etkiyi gösterendir. İki değerden en büyük olanı seçip her elemanı bu değere böldüğümüzde de (C) matrisi elde edilir ve bu matrisin elemanları 0-1 arasında bir değer alır.

Adım 3: Toplam İlişki Matrisinin Oluşturulması:

Toplam ilişki matrisinin (F) oluşturulabilmesi için Denklem (4) ve (5) kullanılır. Bu denklemlerde I, $n \times n$ boyutundaki birim matrisi, (C)'ler ise giderek azalan dolaylı etkileri ifade eder.

$$\lim_{k \rightarrow \infty} c + c^2 + c^3 + \dots + c^k \quad (4)$$

$$F = C + C^2 + C^3 + \dots + C^k = C(I - C)^{-1} \quad (5)$$

Adım 4: Etkilen ve Etkileyen (Gönderici ve Alıcı) Kriter Gruplarının Belirlenmesi:

Bir önceki adımda elde edilen (F) matrisinden yola çıkarak; bu matrisin i 'inci satırının toplamı (D_i), i kriteri tarafından diğer kriterlere gönderilen etkilerin (doğrudan ve dolaylı) toplamını gösterir. Sütun toplamı (R_i) ise aynı kriter için diğer kriterlerden gelen etkilerin toplamını ifade eder.

Her kriter için satır ve sütun toplamlarıyla elde edilen (D_i+R_i) değeri gönderilen ve alınan toplam etki değerini; (D_i-R_i) değeri ise i faktörünün bütüne yaptığı net etkiyi göstermektedir. Bu değer pozitif olması i kriterinin "net etkileyen", negatif olması ise "net etkilenen" olduğunu ifade eder. Daha açık bir ifadeyle; (D_i) gönderilen etkileri, (R_i) alınan etkileri; (D_i+R_i) merkezi rol derecesini ve son olarak da (D_i-R_i) etki derecesini ifade eder.

(D_i+R_i) değerleri kriterlerin ne kadar önem derecelerine sahip olduğunu gösterirken, (D_i-R_i) değerleri kriterleri gönderici ve alıcı gruplar olarak ikiye ayırır. Genel olarak (D_i-R_i) değerlerinden negatif olanlar alıcı (etkilenen) grubu, pozitif olanlar ise gönderici (etkileyen) grubu oluşturur.

Adım 5: Eşik Değerin Hesaplanması ve Etki Diyagramının Çizilmesi:

Eşik değer karar vericiler (veya uzmanlar) tarafından doğrudan belirlenmesi klasik ve yaygın bir yaklaşımdır. Ancak bazı karar problemleri için görüşlerine başvuru karar verici sayısının çok olması nedeniyle eşik değer tespiti zorlaşabilmektedir. Eşik değer elde edilmesi için bir diğer yaygın kullanım bu çalışmada da kullanıldığı şekilde toplam ilişki matrisinin aritmetik ortalamasının alınmasıdır. Elde edilen $n \times n$ boyutlu toplam ilişki matrisin herbir a_{ij} elemanının toplamının, matris eleman sayısına (m) bölünmesi suretiyle, $\frac{\sum a_{ij}}{m}$ eşitliği kullanılarak hesaplanır.

Belirlenen eşik değeri elde edilmiş olan diyagramın karmaşıklığını engellemek için gereklidir. Kullanılacak eşik değerinin büyük veya küçüklüğü kriterlerin birbirleri üzerindeki etkileşiminin boyutuna tesir edebilmekte ve çözümün karmaşıklığı ve basitliğini sağlayabilmektedir.

Etki diyagramı, (D_i+R_i) yatay eksen, (D_i-R_i) düşey eksen olan bir koordinat düzleminde [(D_i+R_i) , (D_i-R_i)] noktalarının gösterilmesiyle elde edilir.

Adım 6: Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi:

Denklem (15) ve (16) kullanılarak inovasyon amaçlarının öncelikleri belirlenir.

$$w_i = \sqrt{[(D_i+R_i)]^2 + [(D_i-R_i)]^2} \quad (6)$$

$$W_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (7)$$

İlaç Sektöründe Lojistik Faaliyetlerin Rolünün Belirlenmesi

Bu bölümde DEMATEL yöntemi kullanılarak Erzurum ilinde farmasötik ürünlerin satış, depolama ve

taşınması süreçlerinde iştirak eden 6 firmanın yetkilileriyle yüz yüze görüşmeler gerçekleştirilmiş ve Tablo 2'de kısaltma kodlarıyla beraber sunulan karar kriterlerine göre ilaç sektörü için lojistik faaliyetlerin

önem derecelerinin belirlenmesi amacıyla görüşleri alınarak bir önceki bölümde sıralanan işlem adımları uygulanmıştır.

Tablo 2. Karar Kriterleri ve Kısaltma Kodları Tablosu

Kısaltma Kodu	Ana Kriter	Alt Kriter (Karar Kriterleri)
K11	Malzeme	İlacın Aktif Bileşenleri
K12		Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Bulaşma
K13		Paketleme Malzemeleri
K14		Etiketleme
K21	Depolama	Depolama Sahası
K22		Depo Koşullarının İzlenmesi
K23		Raf Ömrü
K24		Tekrar Değerlendirme
K3	Tedarikçiler	
K4	İnsan Kaynakları	
K5	Dağıtım ve Taşıma	

Adım 1: Direkt İlişki Matrisinin Oluşturulması ve Ortalama Direkt İlişki Matrisinin Elde Edilmesi:

Bu aşamada her bir uzman tarafından lojistik faaliyetler arasında ikili karşılaştırma yapılmıştır. Tablo 3'de örnek olarak birinci uzman tarafından yapılan değerlendirmelerden oluşan direkt ilişki matrisi sunulmuştur.

Tablo 3'de sunulan birinci uzmanın değerlendirmesine göre Tablo 1'deki skala kullanılarak K11, K12'yi "Yüksek Etkili" şekilde etkilerken; K12, K11'i "Orta Etkili" şekilde etkilemektedir.

Tablo 3. Direkt İlişki Matrisi Tablosu

	K11	K12	K13	K14	K21	K22	K23	K24	K3	K4	K5
K11	0	3	3	1	3	3	3	2	3	2	3
K12	2	0	3	2	3	3	2	1	1	2	2
K13	3	3	0	3	2	1	2	2	2	1	3
K14	2	1	1	0	3	2	2	1	3	2	3
K21	2	3	3	1	0	3	4	2	2	3	2
K22	3	2	1	2	3	0	4	3	1	4	1
K23	3	2	4	2	4	3	0	2	3	2	1
K24	3	2	3	1	2	1	1	0	1	1	3
K3	3	2	2	2	1	1	3	1	0	4	3
K4	1	2	2	2	1	2	1	2	1	0	2
K5	4	4	4	3	1	1	1	2	4	3	0

Tablo 4. Ortalama Direkt İlişki Matrisi Tablosu (X)

	K11	K12	K13	K14	K21	K22	K23	K24	K3	K4	K5	Toplam
K11	0.00	2.50	2.50	0.50	2.50	2.50	2.50	1.50	2.50	1.50	2.50	21.00
K12	1.50	0.00	2.50	1.50	2.50	2.50	1.50	0.50	0.50	1.50	1.50	16.00
K13	2.50	2.50	0.00	2.50	1.50	0.50	1.50	1.50	1.50	0.50	2.50	17.00
K14	1.50	0.50	0.50	0.00	2.50	1.50	1.50	0.50	2.50	1.50	2.50	15.00
K21	1.67	2.67	2.67	0.67	0.00	2.67	3.67	1.67	1.67	2.67	1.67	21.70
K22	2.67	1.67	0.67	1.67	2.67	0.00	3.67	2.67	0.67	3.67	0.67	20.70
K23	2.50	1.50	3.50	1.50	3.50	2.50	0.00	1.50	2.50	1.50	0.50	21.00
K24	2.50	1.50	2.50	0.50	1.50	0.50	0.50	0.00	0.50	0.50	2.50	13.00
K3	2.67	1.67	1.67	1.67	0.67	0.67	2.67	0.67	0.00	3.67	2.67	18.70
K4	0.67	1.67	1.67	1.67	0.67	1.67	0.67	1.67	0.67	0.00	1.67	12.70
K5	3.67	3.67	3.67	2.67	0.67	0.67	0.67	1.67	3.67	2.67	0.00	23.70*
Toplam	21.85	19.85	21.85	14.85	18.68	15.68	18.85	13.85	16.68	19.68	18.68	

* En büyük satır-sütun değeri

Her bir karar vericiden elde edilen değerlendirmelerin Denklem (1) ile ortalamalarının alınması sonucunda grup kararı olan (X) matrisi oluşturulmuş ve Tablo 4'de sunulmuştur.

Adım 2: Normalleştirilmiş Direkt İlişki Matrisinin Oluşturulması:

Bir önceki adımda elde edilen ortalama direkt ilişki

matrisi Denklem (2) ve (3) kullanılarak normalizasyon işlemine tabi tutulmuş ve normalleştirilmiş direkt ilişki matrisi oluşturularak Tablo 5'de sunulmuştur.

Adım 3: Toplam İlişki Matrisinin Oluşturulması:

Denklem (4) ve (5) kullanılarak toplam ilişki matrisi (F) oluşturulmuş ve Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 5. Normalleştirilmiş Direkt İlişki Matrisi Tablosu

	K11	K12	K13	K14	K21	K22	K23	K24	K3	K4	K5
K11	0.000	0.105	0.105	0.021	0.105	0.105	0.105	0.063	0.105	0.063	0.105
K12	0.063	0.000	0.105	0.063	0.105	0.105	0.063	0.021	0.028	0.063	0.063
K13	0.105	0.105	0.000	0.105	0.063	0.021	0.063	0.063	0.063	0.021	0.105
K14	0.063	0.021	0.021	0.000	0.105	0.063	0.063	0.021	0.105	0.063	0.105
K21	0.070	0.112	0.112	0.028	0.000	0.112	0.154	0.070	0.070	0.112	0.070
K22	0.112	0.070	0.028	0.070	0.112	0.000	0.154	0.112	0.028	0.154	0.028
K23	0.105	0.063	0.147	0.063	0.147	0.105	0.000	0.063	0.105	0.063	0.021
K24	0.105	0.063	0.105	0.021	0.063	0.021	0.021	0.000	0.021	0.021	0.105
K3	0.112	0.070	0.070	0.070	0.028	0.028	0.112	0.028	0.000	0.154	0.112
K4	0.028	0.070	0.070	0.070	0.028	0.070	0.028	0.070	0.028	0.000	0.070
K5	0.154	0.154	0.154	0.112	0.028	0.028	0.028	0.070	0.154	0.112	0.000

Tablo 6. Toplam İlişki Matrisi Tablosu

	K11	K12	K13	K14	K21	K22	K23	K24	K3	K4	K5
K11	0.338	0.415	0.443	0.262	0.388	0.349	0.394	0.282	0.360	0.365	0.384
K12	0.317	0.245	0.359	0.244	0.325	0.295	0.292	0.196	0.226	0.294	0.280
K13	0.370	0.355	0.282	0.290	0.298	0.228	0.296	0.234	0.282	0.266	0.337
K14	0.309	0.259	0.278	0.177	0.309	0.247	0.282	0.186	0.299	0.293	0.311
K21	0.403	0.42	0.450	0.270	0.298	0.360	0.436	0.291	0.328	0.405	0.352
K22	0.412	0.36	0.356	0.284	0.384	0.247	0.417	0.315	0.275	0.420	0.299
K23	0.425	0.371	0.468	0.292	0.422	0.347	0.300	0.279	0.354	0.358	0.310
K24	0.315	0.270	0.323	0.176	0.244	0.182	0.208	0.141	0.197	0.211	0.288
K3	0.392	0.342	0.367	0.276	0.28	0.249	0.351	0.219	0.236	0.400	0.356
K4	0.228	0.252	0.267	0.209	0.201	0.212	0.199	0.197	0.184	0.177	0.239
K5	0.492	0.474	0.500	0.359	0.334	0.293	0.336	0.293	0.421	0.419	0.319

Tablo 7. Etkileyen ve Etkilenen Kriter Grupları Test Sonuçları

	D_i	R_i	$D_i + R_i$	$D_i - R_i$
K11	3,9658	3,9922	7,958	-0,026
K12	3,0635	3,7520	6,815	-0,688
K13	3,2259	4,0815	7,307	-0,855
K14	2,9395	2,8318	5,771	0,107
K21	4,0044	3,4727	7,477	0,531
K22	3,7620	3,0007	6,762	0,761
K23	3,9141	3,5043	7,418	0,409
K24	2,5476	2,6257	5,173	-0,078
K3	3,4612	3,1540	6,615	0,307
K4	2,3627	3,5977	5,960	-1,235
K5	4,2311	3,4653	7,696	0,765

Eşik Değer: 0.310

Adım 4: Etkilenen ve Etkileyen (Gönderici ve Alıcı) Kriter Gruplarının Belirlenmesi:

Bir önceki adımda oluşturulan F matrisinden; (D_i) , (R_i) , $(D_i + R_i)$ ve $(D_i - R_i)$ değerleri hesaplanarak Tablo 7'da sunulmuştur.

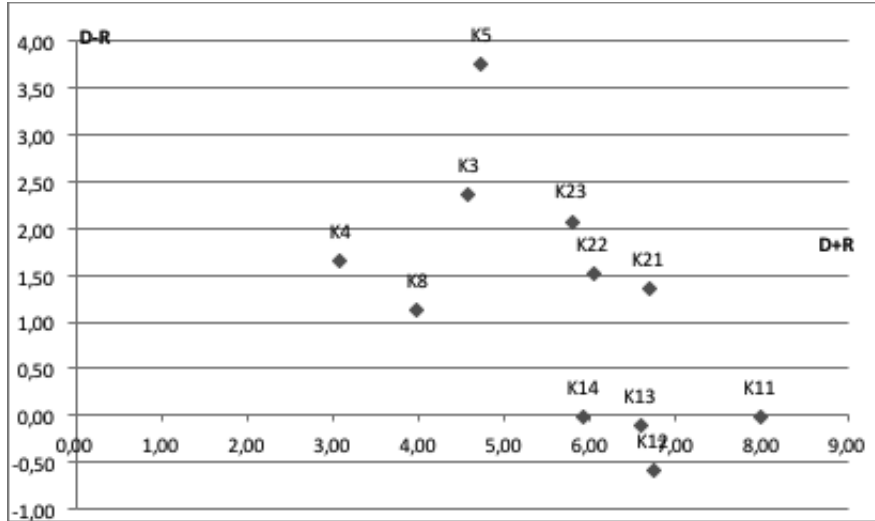
Adım 5: Eşik Değerin Hesaplanması ve Etki Diyagramının Çizilmesi:

Eşik değer $n \times n$ boyutlu toplam ilişki matrisin (Tablo 6.) her bir a_{ij} elemanının toplamının, matris eleman sayısına (m) bölünmesi suretiyle yani toplam ilişki

matrisinin aritmetik ortalamasının alınması ile aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$Eşik Değer = \frac{\sum a_{ij} - 37,577}{m} = \frac{37,577}{121} = 0,310$$

Şekil 1'de etki diyagramı sunulmuştur. Şekil 1. incelendiği zaman K21, K22, K23, K24, K3, K4 ve K5 kriterlerinin etkileyen faktörler; K11, K12, K13 ve K14 kriterlerinin ise etkilenen faktör olduğu görülmektedir. K21 kriteri Şekil 1'den de anlaşılacağı üzere en çok etkileyen faktördür.



Şekil 1. Etki (Neden-Sonuç İlişki) Diyagramı Test Sonuçları

Tablo 8. Kriter Önem Dereceleri ve Sıralama Test Sonuçları

	Önem Dereceleri	Sıralama
K11	0,105	1
K12	0,091	6
K13	0,097	5
K14	0,076	10
K21	0,099	3
K22	0,090	7
K23	0,098	4
K24	0,068	11
K3	0,088	8
K4	0,080	9
K5	0,102	2

Adım 6: Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi:

Denklem (17) ve (18)'in kullanılmasıyla elde edilen kriter dereceleri ve sıralaması Tablo 8'de sunulmuştur.

Buna göre ilaç sektöründe lojistik faaliyetlerin önem sıralamaları; İlacın Aktif Bileşenleri (K11)>> Dağıtım ve Taşıma (K5)>> Depolama Sahası (K21)>> Raf Ömrü (K23)>> Paketleme Malzemeleri (K13)>> Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Bulaşma (K12)>> Depo Koşullarının İzlenmesi (K22)>> Tedarikçiler (K3)>> İnsan Kaynakları (K4)>> Etiketleme (K14)>> Tekrar Değerlendirme (K24) şeklinde elde edilmiştir.

Sonuç

Yapılan literatür taramasında ilaç sektörü özelinde ve lojistik faaliyetlerin önem derecelerinin ortaya konulması için kısıtlı çalışma yapılmasına rağmen ilaç sektöründe lojistik faaliyetlerin önem derecelerinin ortaya konulması için başkaca bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Problemi etkileyen karar kriterlerinin önem derecelerinin ortaya konulmak istenmesi ve karar kriterlerinin birbirleri üzerindeki etkilerini gözlemleyebilmek için bu çalışma da DEMATEL yöntemi kullanılmıştır.

Bu çalışmada ilaç sektöründe iştigal eden firmalar özelinde 11 lojistik kriter için Erzurum ilinde ilaç satış, depolama ve taşınması faaliyetlerini yürüten 6

farklı firmanın yöneticileriyle yüz yüze görüşmeler neticesinde elde edilen uzman değerlendirmelerinden istifade edilmiştir.

Elde edilen hesaplama sonuçlarına göre ilaç sektörü için lojistik faaliyetlerin önem sıralamaları; İlacın Aktif Bileşenleri (K11)>> Dağıtım ve Taşıma (K5)>> Depolama Sahası (K21)>> Raf Ömrü (K23)>> Paketleme Malzemeleri (K13)>> Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Bulaşma (K12)>> Depo Koşullarının İzlenmesi (K22)>> Tedarikçiler (K3)>> İnsan Kaynakları (K4)>> Etiketleme (K14)>> Tekrar Değerlendirme (K24) olarak tespit edilmiştir.

Aynı zamanda ilaç sektörü için lojistik faaliyetleri arasındaki ilişki de ortaya koyularak K21, K22, K23, K24, K3, K4 ve K5 kriterlerinin etkileyen faktörler K11, K12, K13 ve K14 kriterlerinin ise etkilenen faktör olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca K21 kriterinin en çok etkileyen faktör olduğu tespit edilmiştir.

İleride yapılacak çalışmalarda, bu çalışmada kullanılan ve literatür taraması sonucu elde edilen karar kriterleri genişletilerek farklı lojistik faaliyetlerinde etkisi ortaya koyulabilir.

Yine bu çalışmada kullanılan DEMATEL yönteminde farklı çok kriterli karar verme teknikleri probleme uygulanarak elde edilen sonuçlarla karşılaştırmalı bir analiz ortaya koyulabilir.

Kaynakça

- Akçadağ, M. (2010). İlaç Sektöründe Tüketicinin Sağlık Güvenliğinin Korunması Açısından Lojistik Faaliyetler ve Bir Uygulama. *Niğde Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*.
- Aksakal, E. ve Dağdeviren, M. (2010). "ANP ve DEMATEL Yöntemleri ile Personel Seçimi Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım". *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25(4), 905-913.
- Arslan, A. (2007), "İlaç ve Tıbbi Malzeme Lojistiği ve Bir Uygulama" (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi) Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Boğ, M. (2005), İlaç Sektöründe Lojistik Uygulamalar, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Council of Supply Chain Management Professionals, (2010), Supply Chain Management Terms and Glossary, Updated: February 2010.
- Demirdöğen, O. Erdal, H. ve Akbaba, A.İ. (2017). *The Analysis of Factors That Affect Innovation Performance of Logistics Enterprises In Turkey*. (Eds. Barkırcı, F., Heupal, T., Kocagöz, O., Özen, Ü.). içinde German-Turkish Perspectives on IT and Innovation Management Challenges and Approachs. Germany: Springer Gabler.
- Dey, S., Kumar, A., Ray, A., and Pradhan, B. B. (2012). "Supplier Selection: Integrated Theory using DEMATEL and Quality Function Deployment Methodology". *Procedia Engineering*, 38, 3560-3565.
- Erdal, H. (2017). "Tedarik Zinciri Ağında Riskin Yönetimi: Tedarik Yönlü Bir Karar Destek Sistemi Tasarımı", (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
- Erdal, H. (2018), Lojistik Strateji Oluşturulmasına Etki Eden Faktörlerin Nicel Analizi, İçinde: Lojistik Stratejiler (Yalın, Çevik ve İşbirlikli), Editör: Erdal, H, 1. Baskı, Ekin Yayıncılık, Bursa.
- Erdal, M., Görçün, Ö. F., Görçün, Ö., ve Saygılı, M. S. (2008), Entegre Lojistik Yönetimi. Beta Yayınları.
- Erdal, M, Görçün, Ö, F, Görçün, Ö, ve Saygılı, M,S, (2010), Entegre Lojistik Yönetimi, 2. Baskı, Beta Yayınları, İstanbul.
- Erdal, H. ve Korucuk, S, (2018), "Lojistik Sektöründe İnovasyon Önceliklerinin Belirlenmesi: Karşılaştırmalı Bir Analiz". *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 36, 1-24.
- Grund J, and Vartdal T,E, (2000), Distribution of Pharmaceuticals – A Norwegian Logistic Perspective, *Pharmacy World & Science*, 22(3).
- Guidance for Industry, Q1A(R2): Stability Testing of New Drug Substances and Products", International Conference on Harmonization of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use (February 2003), <http://www.ich.org/cache/compo/276-254-1.html> [25.07.2017].
- Lin, C.J, and Wu, W.W. (2008). "A Causal Analytical Method for Group Decision-Making under Fuzzy Environment". *Expert Systems with Applications*. 34(1), 205-213.
- Kanavos P, and Wouters O, J, (2014), Competition Issues in The Distribution of Pharmaceuticals, OECD Global Forum on Competition, Paris.
- Korucuk, S, Ergün, M, Memiş, S, ve Erdal, H, (2018), An Implementation for Determination of the Importance of Green Logistics Applications in Manufacturing Enterprises: Eskişehir Case, *International Conference on Agriculture, Technology, Engineering and Sciences ICATES 2018*, 19-21 September, Lviv, Ukraine.

- Küçük, O, (2012). Lojistik İlkeleri ve Yönetimi, 2. Baskı, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Orhan, O, Z, (2003). “Dünyada ve Türkiye’ de Lojistik Sektörünün Gelişimi”, İstanbul Ticaret Odası Yayını, No:39.
- Shao X, and Ji J, (2006). Reconfiguration of Pharmaceutical Logistics Operations in China: An Empirical Study. *Transportation Journal*. 45/4.52-62.
- Tubitak (2003). Vizyon 2023 Teknoloji Öngörüsü Projesi: Sağlık ve İlaç Paneli Ön Rapor, Ankara.
- Uslu S, ve Akçadağ, M, (2012). İlaç Sektöründe Tersine Lojistik ve Dağıtımın Rolü: Bir Uygulama, Ömer Halis DEMİR Üniversitesi, İİBF Dergisi, 5/1, 149-158.
- World Health Organization, (2003). WHO Expert Committee on Specifications for Pharmaceutical Preparations, Thirty-Seventh Report, Geneva 908/9.
- Wu, W.W. ve Lee, Y.T. (2007). “Developing Global Managers’ Competencies Using the Fuzzy DEMATEL Method”, *Expert Systems with Applications*, 32(2), 499-507.