Taşıma Maliyetinin Belirlenmesine Karar Analizi Yaklaşımı

*[1]Atakan Alkan [2]Ali Utku Serdar [3]Zerrin Aladağ
*[1, 2, 3] Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering Kocaeli University, Turkey

Özet

Lojistik yönetimi içerisinde gerçekleştirilen taşımacılık faaliyeti işletmeler açısından oldukça önemli bir yere sahiptir. Üretimin sürekliliği ve kaliteli bir şekilde devam edebilmesi taşımacılık faaliyetlerinin başarılı bir şekilde yönetilmesi ile mümkün olmaktadır. Bu çalışmada, lastik sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin yurt dışından temin ettiği bir hammaddesi için, alternatif taşıma seçeneklerine bağlı ortalama maliyetinin belirlenmesine yönelik ek bilgi kullanımı ve çok ölçütlü değerlendirmeye dayanan bir yaklaşım önerilmiştir. Hammadde taşıma seçeneklerinin maliyetlerinde hava koşullarından kaynaklanan gecikmelerin getireceği artışın ek bilgi kullanımı ile azaltılması amaçlanırken, çok ölçütlü bir yaklaşım (analitik hiyerarşi proses - AHP) ile taşıma seçeneklerinin değerlendirilmesi yoluyla işletmenin taşımacılık seçeneği tercihi de sürece dahil edilmiştir. Bir aylık bir dönem için yapılan değerlendirme sonucunda önerilen yaklaşım ile beklenen taşımacılık maliyeti daha gerçekçi bir şekilde belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Lojistik yönetimi, taşımacılık maliyeti, ek bilgi, çok ölçütlü karar verme, AHP

Decision Analysis Approach to Determination of the Transport Cost

Abstract

Transport activity performed in logistic management has a crucial role in the firms. Continuity and quality of production are possible to manage successfully the transport activities. In this paper, an approach based on additional information and multi-criteria analysis (analytic hierarchy process - AHP) is suggested to determine average cost related to transport alternatives used to supply raw material from abroad for a tire plant. It is aimed to reduce increasing of cost of raw material transport alternatives from delays due to weather conditions by using additional information. At the same time, choice of transport alternative of the plant is included in the approach by evaluating transport alternatives via multi-criteria analysis. Evaluation performed for one month by proposed approach has resulted in a more realistic expected transport cost.

Key words: Logistic management, transport cost, additional information, multi-criteria analysis, AHP

*Corresponding author: Atakan Alkan Address: Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering Kocaeli University, 41380, Kocaeli TURKEY. E-mail address: aalkan@kocaeli.edu.tr, Phone: +902623033310

1. Giriş

Küreselleşmenin artmasıyla birlikte, işletmeler dış ticaret faaliyetlerine daha fazla önem vermeye başlamışlardır. Böylelikle, ulaştırma, işletmeler için hem maliyet açısından hem de zamanında pazarda yer alma isteğinden dolayı önemli bir faktör haline gelmiştir. Mesafelerin uzunluğu ve zamanın önemli bir rekabet unsuru olması işletmelerin çeşitli ulaşım sistemlerini entegre ederek hareket etmelerini gerektirmiştir. İşletmeler hem faaliyetlerindeki hızlarını korumak hem de bunun sayesinde içinde bulundukları pazarı kaybetmemek bakımından ulaştırmacılığı stratejik olarak önemli görmüşler ve böylece maliyetlerini düşürmeyi hedeflemişlerdir [1].

Taşımacılık yönetimi; ürün, hammadde, yarı mamul ve ekipmanların maliyet ve verimlilik prensipleri çerçevesinde bir noktadan bir başka noktaya taşınmasıdır. Taşımacılık yönetimi tedarik zinciri yönetiminin diğer fonksiyonlarına göre en düşük katma değere sahip fonksiyonlarından birisi olarak değerlendirilebilmektedir. Taşımacılık; yatırım maliyetleri açısından değerlendirildiğinde, envanter yönetimi ile birlikte çok yüksek düzeyde yatırım maliyetleri gerektiren bir faaliyettir [2]. Kişilerin ve eşyaların bir noktadan başka bir noktaya hareketi olarak tanımlanan ve sosyo-ekonomik gelişmenin temel itici güçlerinden olan ulaşım günümüzde; karayolları, demiryolları, denizyolları, boru hatları ve havayolları gibi alt sistemlerle sağlanmaktadır [3].

Taşımacılık konusu ile ilgili olarak literatüre bakıldığında oldukça fazla sayıda çalışmanın olduğu görülmektedir. Çalışma kapsamında bunlardan birkaçına bakılacak olursa; [4]'te, lojistik yönetiminde taşıma sistemleri ayrıntılı bir şekilde incelenmiş ve lojistik yönetimindeki maliyetleme yöntemleri sistem yaklaşımı içerisinde ele alınarak değerlendirilmiştir. [5]'te, taşımacılık sektörünün işleyiş süreci içerisinde yük taşıma sistemlerinin fiyat politikaları ve çeşitli işletim etkinlikleri analizinde taşıma maliyetlerinin minimize edilmesine yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. [6]'da, yük taşımacılığında taşıma türü seçimine yardımcı olacak bir seçim yöntemi çalışması gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada, lastik sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için yurt dışından hammadde temininde kullanılan taşıma seçeneklerine bağlı ortaya çıkan ortalama taşıma maliyetinin belirlenmesine yönelik ek bilgi kullanımı ve çok ölçütlü değerlendirmeye dayanan bir karar analizi gerçekleştirilmiştir. İzleyen bölümde ek bilgi ile karar analizi konusuna ve çok ölçütlü karar verme tekniklerinden biri olan analitik hiyerarşi proses yöntemine değinilmiştir. Bölüm 3'de ise gerçekleştirilen uygulama çalışması anlatılmıştır. Son bölümde ise sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. Ek Bilgi ile Karar Analizi ve Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi

Çalışma kapsamında, ek bilgi ile karar anazli ve analitik hiyerarşi proses yöntemi kullanılan taşıma yöntemlerine bağlı olarak hammadde tedariği sürecinin ortalama maliyetlerinin belirlenmesine yönelik olarak kullanılmıştır.

2.1. Ek bilgi ile karar analizi

Karar vericiler geçmiş kayıt bilgilerine veya kişisel yargılara dayanarak olayların ortaya çıkma olasılıklarını belirleyebilmektedir. Verilecek kararın; parasal boyutu, etkileyeceği kitlenin büyüklüğü, yaşamsal öneme sahip olması gibi nedenlerle karar verici, konu hakkında yapılacak bir araştırma ile daha fazla bilgi edinme ihtiyacı duyabilir. Böylece, olayların ortaya çıkma olasılıkları, ek bilgi ışığında düzeltilecek ve güvenilirlik düzeyleri artacaktır. Ek bilgi, genellikle, deney tasarımı yoluyla elde edilir. Anket çalışmaları, ürün örneklemesi gibi çalışmalar karar vericiye ek bilgi sağlayabilen deneylerdir. Karar verme sürecine ek bilgi dahil edilmesi, her bir seçeneğin sonuçlarını belirleyen olayların olasılıklarını etkileyecektir. Elde edilen kanıtlara bağlı olarak, olayların olasılıkları düzeltilir [7].

Karar vericinin, analizin başında belirlemiş olduğu ön olasılıkların araştırma sonuçlarına bağlı olarak değişimi istatistiksel bağımlılık sonucunu doğurur. İstatistiksel bağımlılık, bir olayın ortaya çıkması ile bir başka olayın ortaya çıkma olasılığının etkilenmesi durumunu anlatmaktadır. İstatistiksel bağımlılık ile ortaya çıkan koşullu olasılık kavramı, Bayes Analizi için temel oluşturmaktadır. Bayes Analizi, ilk kez 18. yüzyılda Thomas Bayes tarafından önerilmiş olan bir karar analizi yöntemidir. Bayes Analizinin temel prensibi; ek bilgi ile bir olayın ortaya çıkmasının marjinal olasılığını değiştirmeyi mümkün kılabilmektir. Değiştirilmiş olasılıklara, düzeltilmiş veya son olasılıklar denmektedir. Genelde A ve B ye bağlı bir C olayı için Bayes kuralı aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\mathrm{P(A/C)} = \frac{P(C/A)P(A)}{P(C/A)P(A)+P(C/B)P(B)} \quad , \quad \mathrm{P(B/C)} = \frac{P(C/B)P(B)}{P(C/A)P(A)+P(C/B)P(B)} \qquad (1)$$

Burada, C olayı A veya B olaylarından birinin ortaya çıkması nedeniyle olmuştur. Yani A ve B olayları neden, C olayı sonuçtur. Dolayısıyla, Bayes Analizi, sonuçtan hareket ederek bu sonucu ortaya çıkaran nedenlere ulaşmaktadır [8].

[9]'da, gazeteci çocuk probleminde karar vericiye bilginin değerini yorumlamasında yardımcı olacak bir model sunulmuştur. Karar vericinin tahmin için katlanacağı maliyet üst sınırını belirlemek amacıyla mevcut talep bilgisine dayanan iki farklı senaryo ele alınmıştır. Sonrasında, tahminlemeye yönelik Bayes analizi önerilmiş ve karar vericiye ek bilgi kullanıp kullanmama kararında yardımcı olacak ek bilginin beklenen değeri hesaplanmıştır. Sonuçta, ek bilginin beklenen değeri ve model parametreleri tartışılmıştır. [10]'da, çevresel kaynak yönetimi ve kirliliğin önlenmesinde kullanılan uydu gözlemlerinin artan maliyetleri ve yatırım kararlarının değerlendirilmesi konusunda Bayes analizine dayanan bir yapı önermiştir.

2.2. Analitik hiyerarşi proses yöntemi

Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) yöntemi 1970'li yıllarda Saaty tarafından bir model olarak geliştirilerek karar verme problemlerinin çözümünde kullanılmaya başlayan çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden biridir. AHP; gruplara ve bireylere, karar verme sürecindeki nitel ve nicel faktörleri birleştirme olanağı veren güçlü ve kolay anlaşılır bir yöntemdir. AHP, her sorun için

amaç, kriter, olası alt kriter seviyeleri ve seçeneklerden oluşan hiyerarşik bir model kullanır. Hiyerarşinin tüm parçaları birbirleri ile ilgilidir ve bir faktördeki değişimin diğer faktörleri nasıl etkilediği kolayca görülebilir. Hiyerarşi kullanımı karışık sistemlerle ilgilenmek için etkin bir yoldur. Hem sistem organizasyonuna olanak verdiğinden yapısal olarak hem de sistem içi bilgi kontrolü ve iletişimine olanak verdiğinden fonksiyonel olarak etkindir.

Sorun, hiyerarşik bir modele oturtturulduktan sonra hiyerarşiyi oluşturan öğelerin göreli üstünlükleri hesaplanır. Toplam göreli üstünlüklere göre seçenekler en iyiden en kötüye sıralanarak bir tam ön sıralama elde edilir. Bu şekilde karşılaştırmalara dayalı bir değerlendirme sırasında mükemmel bir tutarlılığa erişmek hemen hemen imkansızdır. AHP, incelenen sorun için tutarlılık varsayımından sayısal olarak sapma derecesi ile ilgilenir. Sayısal tutarlılık için bu gibi durumlarda kurulan hiyerarşik modelin ikili karşılaştırmalar matrislerine ait tutarsızlık oranlarının %10'dan büyük olmaması gerekir [11]. AHP yöntemi bir çok karar verme sorununa tek başına veya farklı yöntemlerle birlikte çözüm geliştirmiş, bir çok alanda uygulaması olan bir yöntemdir. AHP yönteminin adımları aşağıda verilmiştir.

Adım 1: İkili karşılaştırmaların yapılacağı karşılaştırma matrisi oluşturulur.
Adım 2: Oluşturulan karşılaştırma matrisi normalize edilir. Bunun için sütun toplamları alınır ve her değer kendi sütun toplamına bölünür. Böylece normalize edilmiş matris elde edilir.
Adım 3: Ağırlıkların elde edilmesi için satır ortalaması alınır.
Adım 4: Ağırlıklar elde edildikten sonra karşılaştırma matrisinin tutarlığına bakılması gerekmektedir. Tutarsızlık oranı %10'un altındaysa elde edilen ağırlıklar kullanılabilir.

3. Taşıma Maliyetinin Belirlenmesi Uygulaması

Çalışma kapsamında, lastik sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin yurt dışından tedarik ettiği hammaddenin taşınmasında kullanılan seçeneklerin (karayolu, denizyolu, demiryolu taşımacılığı) değişik hava koşulları altında işletmeye ulaşım sürecinde oluşacak maliyetler ve hava durumu tahmininin (ek bilginin) sağlayacağı yarar karar analizi kapsamında incelenmiştir. Sürecin değerlendirilmesinde karar analizine destek sağlamak amacıyla çok ölçütlü karar verme yaklaşımlarından AHP yöntemi taşıma seçeneklerinin değerlendirilmesinde kullanılmıştır.

İşletmenin hammadde tedariği konteynırlar aracılığıyla gerçekleşmektedir ve aylık bazda tedarik ettiği hammaddeler ile ilgili veriler Tablo 1'de görüldüğü gibidir.

Tablo 1. Tedarik Edilen Hammaddeler ile İlgili Veriler

Hammadde Miktarı (Ay)	1200 ton	
Konteynır Kapasitesi	20 ton	
1 Günlük Gecikme Maliyeti (Stoksuzluk)	2500 €	
Konteynır Taşıma Maliyetleri	Karayolu	3000 €
	Denizyolu	2900 €
	Demiryolu	2800 €

Hava koşullarının taşıma seçenekleri üzerindeki gecikmeye sebep olan etkisi çalışmanın yapıldığı bir aylık süre için işletmenin geçmiş dönem bilgileri ışığında gün bazında Tablo 2'de görüldüğü şekilde tespit edilmiştir.

Tablo 2. Taşıma Seçeneklerinde Hava Koşullarına Bağlı Gecikmeler (Gün)

	Güneşli	Yağmurlu	Sağanak Yağmurlu	Fırtınalı	Karlı
Karayolu	0	0	4	0	8
Denizyolu	0	4	4	12	4
Demiryolu	0	0	8	4	12

İşletmenin aylık bazda tedarik ettiği hammadde miktarı 1200 tondur. Hammadde tedariğinin gerçekleştirildiği konteynırların kapasitesi 20 ton olduğu için, işletmenin ayda (1200/20) 60 konteynırlık hammadde tedariğine ihtiyacı vardır. İşletmenin geçmiş dönem verilerinden çalışmanın yapıldığı ay için hava koşullarının gerçekleşme olasılıkları güneşli, yağmurlu, sağanak yağmurlu, fırtınalı ve karlı olma durumları için sırasıyla 0.2, 0.2, 0.1, 0.3 ve 0.2 olarak elde edilmiştir. Taşıma seçenekleri için maliyetlerin hesaplanması ise örnek olarak güneşli ve karlı hava durumları için aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır. Tablo 3'te ise hava koşullarına bağlı olarak taşıma seçeneklerinin maliyetleri topluca görülmektedir.

	Güneşli (Taşıma Maliyeti)	Karlı (Taşıma + Gecikme Maliyeti)
Karayolu	3000 * 60 = 180000 €	(3000 * 60) + (2500 * 8) = 200000 €
Denizyolu	2900 * 60 = 174000 €	(2900 * 60) + (2500 * 4) = 184000 €
Demiryolu	2800 * 60 = 168000 €	(2800 * 60) + (2500 * 12) = 198000 €

Tablo 3. Taşıma Seçeneklerinin Hava Koşullarına Bağlı Maliyetleri (€)

	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2
	Güneşli	Yağmurlu	Sağanak Yağmurlu	Fırtınalı	Karlı
Karayolu	180000	180000	190000	180000	200000
Denizyolu	174000	184000	184000	204000	184000
Demiryolu	168000	168000	188000	178000	198000

Bu bilgiler ışığında Tablo3'ten yararlanarak taşıma seçeneklerinin ortalama taşıma maliyetleri beklenen değer olarak aşağıda hesaplanmıştır.

BD(Karayolu) = 180000 * 0.2 + 180000 * 0.2 + 190000 * 0.1 + 180000 * 0.3 + 200000 * 0.2
BD(Karayolu) = 185000 €
BD(Denizyolu) = 174000 * 0.2 + 184000 * 0.2 + 184000 * 0.1 + 204000 * 0.3 + 184000 * 0.2
BD(Denizyolu) = 188000 €
BD(Demiryolu) = 168000 * 0.2 + 168000 * 0.2 + 188000 * 0.1 + 178000 * 0.3 + 198000 * 0.2
BD(Demiryolu) = 179000 €

Beklenen değer hesaplaması sonucunda işletmenin hammadde tedariği için demiryolu taşıma seçeneğini kullanması kendisi adına en uygun ortalama maliyet sonucunu doğurmaktadır. Hava koşullarının gerçekleşme olasılıklarının daha da güvenilir bir şekilde elde edilebilmesi için,

işletme hava koşulları ile ilgili istatistiki çalışmalar yapan bir kurumdan hava tahmini bilgisi almıştır. Sağlanan bu ek bilginin sonuçlarının olumlu ya da olumsuz olarak sonuçlanma durumu bulunmaktadır. Ek bilginin olumlu ya da olumsuz olarak ortaya çıkmasına bağlı olarak hava koşulları için elde edilen koşullu olasılıklar Tablo 4'te görülmektedir.

Tablo 4. Hava Koşulları için Ek Bilgi ile Sağlanan Koşullu Olasılıklar

	Güneşli	Yağmurlu	Sağanak Yağmurlu	Fırtınalı	Karlı
Olumlu Sonuç	0.9	0.8	0.5	0.4	0.7
Olumsuz Sonuç	0.1	0.2	0.5	0.6	0.3

Hava koşulları için elde edilen bu ek bilgiden faydalanarak, işletmenin hava koşulları için sahip olduğu başlangıç olasılıkları Bayes Analizi yardımıyla güncellenebilecektir. Hava koşulları için hesaplanan son olasılık değerleri ek bilginin olumlu ya da olumsuz olarak sonuçlanabilmesine bağlı olarak sırasıyla Tablo 5 ve Tablo 6'da görüldüğü gibi elde edilmiştir.

Tablo 5. Hava Koşulları için Ek Bilginin Olumlu Sonuçlanmasına Bağlı Son Olasılıklar

Başlangıç Olasılığı	Koşullu Olasılık	Birleşik Olasılık (Baş. Ol. * Koş. Ol.)	Son Olasılık (Bir. Ol. / P(Olumlu)
P (Güneşli) = 0.2	P (Olumlu/Güneşli) = 0.9	0.2 * 0.9 = 0.18	0.18 / 0.65 = 0.28
P (Yağmurlu) = 0.2	P (Olumlu/Yağmurlu) = 0.8	0.2 * 0.8 = 0.16	0.16 / 0.65 = 0.25
P (Sağ. Yağ.) = 0.1	P (Olumlu/Sağ. Yağ.) = 0.5	0.1 * 0.5 = 0.05	0.05 / 0.65 = 0.08
P (Fırtınalı) = 0.3	P (Olumlu/Fırtınalı) = 0.4	0.3 * 0.4 = 0.12	0.12 / 0.65 = 0.18
P (Karlı) = 0.2	P (Olumlu/Karlı) = 0.7	0.2 * 0.7 = 0.14	0.14 / 0.65 = 0.21
Toplam, P(Olumlu)		0.65	

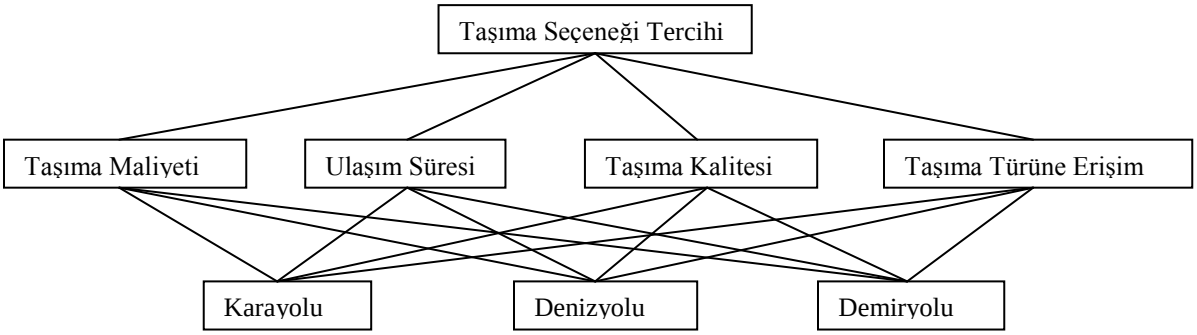
Tablo 6. Hava Koşulları için Ek Bilginin Olumsuz Sonuçlanmasına Bağlı Son Olasılıklar

Başlangıç Olasılığı	Koşullu Olasılık	Birleşik Olasılık (Baş. Ol. * Koş. Ol.)	Son Olasılık (Bir. Ol. / P(Olumsuz)
P (Güneşli) = 0.2	P (Olumsuz/Güneşli) = 0.1	0.2 * 0.1 = 0.02	0.02 / 0.35 = 0.06
P (Yağmurlu) = 0.2	P (Olumsuz/Yağmurlu) = 0.2	0.2 * 0.2 = 0.04	0.04 / 0.35 = 0.12
P (Sağ. Yağ.) = 0.1	P (Olumsuz/Sağ. Yağ.) = 0.5	0.1 * 0.5 = 0.05	0.05 / 0.35 = 0.14
P (Fırtınalı) = 0.3	P (Olumsuz/Fırtınalı) = 0.6	0.3 * 0.6 = 0.18	0.18 / 0.35 = 0.51
P (Karlı) = 0.2	P (Olumsuz/Karlı) = 0.3	0.2 * 0.3 = 0.06	0.06 / 0.35 = 0.17
Toplam, P(Olumsuz)		0.35	

Sağlanan ek bilgi sonucunda, hava koşullarının son olasılıkları güneşli, yağmurlu, sağanak yağmurlu, fırtınalı ve karlı olma durumları için ek bilginin olumlu sonuçlanmasına bağlı olarak sırasıyla 0.28, 0.25, 0.08, 0.18 ve 0.21, ek bilginin olumsuz sonuçlanmasına bağlı olarak sırasıyla 0.06, 0.12, 0.14, 0.51 ve 0.17 olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre ek bilginin olumlu sonuçlanma olasılığı 0.65 ve olumsuz sonuçlanma olasılığı ise 0.35 olarak hesaplanmıştır.

İşletmenin taşıma seçeneklerini tercih etmesi konusundaki yaklaşımını değerlendirebilmek için çok ölçütlü karar verme yaklaşımlarından AHP yöntemi kullanılmıştır. AHP yönteminde kullanılacak ölçütler işletme yöneticileri ile yapılan görüşmeler ve değerlendirmeler sonucunda

taşıma maliyeti, ulaşım süresi, taşıma kalitesi ve taşıma türüne erişim olarak belirlenmiştir. Bu ölçütler ve taşıma seçenekleri göz önünde bulundurularak AHP yöntemi için hiyerarşik yapı Şekil 1'deki gibi oluşturulmuştur.



Şekil 1. Taşıma Seçeneği Tercihi için Hiyerarşik Yapı

Oluşturulan bu hiyerarşik yapı doğrultusunda; ölçütler ve ölçütler bazında taşıma seçeneklerinin ikili karşılaştırması, hava koşulları için sağlanan ek bilginin olumlu ya da olumsuz sonuçlanması durumları ayrı ayrı dikkate alınarak işletme yöneticileri tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda ölçütler ve taşıma seçenekleri için ağırlıklar elde dilmiştir.

Tablo 7. Ölçütler için İkili Karşılaştırma Matrisi

Kriterler	Taşıma Maliyeti	Ulaşım Süresi	Taşıma Kalitesi	Taşıma Türüne Erişim
Taşıma Maliyeti	1	3	1	5
Ulaşım Süresi	1/3	1	1/3	3
Taşıma Kalitesi	1	3	1	5
Taşıma Türüne Erişim	1/5	1/3	1/5	1

Tablo 7'den ölçütler için ağrılık değerleri; taşıma maliyeti, ulaşım süresi, taşıma kalitesi ve taşıma türüne erişim sırasıyla 0.39, 0.15, 0.39 ve 0.07 olarak hesaplanmıştır. Matrisin tutarsızlık oranı 0.016 olarak hesaplanmış ve ikili karşılaştırmaların dolayısıyla ölçütler için elde edilen ağırlık değerlerinin uygun olduğu kabul edilmiştir. Sonraki aşamada ise taşıma seçeneklerinin ölçütler bazında değerlendirmeleri gerçekleştirilmiş olup; Tablo 8 – Tablo 11'de hava koşulları için sağlanan ek bilginin olumlu sonuçlanması durumu için ikili karşılaştırma değerleri, taşıma seçeneklerinin ağırlıkları ve matrislerin tutarsızlık oranları değerlendirilmiştir. Tablo 12 – Tablo 15'de ise hava koşulları için sağlanan ek bilginin olumsuz sonuçlanması durumu için ikili karşılaştırma değerleri, taşıma seçeneklerinin ağırlıkları ve matrislerin tutarsızlık oranları değerlendirilmiştir.

Tablo 8. Taşıma Maliyeti için İkili Karşılaştırmalar

Taşıma Maliyeti	Karayolu	Denizyolu	Demiryolu
Karayolu	1	1/3	1/5
Denizyolu	3	1	1/3
Demiryolu	5	3	1

Tablo 9. Taşıma Kalitesi için İkili Karşılaştırmalar

Taşıma Kalitesi	Karayolu	Denizyolu	Demiryolu
Karayolu	1	5	3
Denizyolu	1/5	1	1/3
Demiryolu	1/3	3	1

Tablo 10. Ulaşım Süresi için İkili Karşılaştırmalar

Ulaşım Süresi	Karayolu	Denizyolu	Demiryolu
Karayolu	1	5	3
Denizyolu	1/5	1	1/3
Demiryolu	1/3	3	1

Tablo 11. Taşıma Türüne Erişim için İkili Karşılaştırmalar

Taşıma Tür. Er.	Karayolu	Denizyolu	Demiryolu
Karayolu	1	5	3
Denizyolu	1/5	1	1/2
Demiryolu	1/3	2	1

Hava koşulları için sağlanan ek bilginin olumlu sonuçlanması temelinde yapılan değerlendirmeler sonucunda; Tablo 8'den taşıma maliyeti ölçütü bazında taşıma seçeneklerinin ağırlıkları karayolu, denizyolu ve demiryolu sırasıyla 0.11, 0.26 ve 0.63 olarak hesaplanmış, tutarsızlık oranı 0.03 olmuştur. Tablo 9'dan taşıma kalitesi ölçütü bazında taşıma seçeneklerinin ağırlıkları karayolu, denizyolu ve demiryolu sırasıyla 0.63, 0.11 ve 0.26 olarak hesaplanmış, tutarsızlık oranı 0.03 olmuştur. Tablo 10'dan ulaşım süresi ölçütü bazında taşıma seçeneklerinin ağırlıkları karayolu, denizyolu ve demiryolu sırasıyla 0.63, 0.11 ve 0.26 olarak hesaplanmış, tutarsızlık oranı 0.03 olmuştur. Tablo 11'den taşıma türüne erişim ölçütü bazında taşıma seçeneklerinin ağırlıkları karayolu, denizyolu ve demiryolu sırasıyla 0.65, 0.12 ve 0.23 olarak hesaplanmış, tutarsızlık oranı 0.003 olmuştur.

Tablo 12. Taşıma Maliyeti için İkili Karşılaştırmalar

Taşıma Maliyeti	Karayolu	Denizyolu	Demiryolu
Karayolu	1	1/3	1/5
Denizyolu	3	1	1/3
Demiryolu	5	3	1

Tablo 13. Ulaşım Süresi için İkili Karşılaştırmalar

Ulaşım Süresi	Karayolu	Denizyolu	Demiryolu
Karayolu	1	5	4
Denizyolu	1/5	1	1/3
Demiryolu	1/4	3	1

Tablo 14. Taşıma Kalitesi için İkili Karşılaştırmalar

Taşıma Kalitesi	Karayolu	Denizyolu	Demiryolu
Karayolu	1	5	4
Denizyolu	1/5	1	1/3
Demiryolu	1/4	3	1

Tablo 15. Taşıma Türüne Erişim için İkili Karşılaştırmalar

Taşıma Tür. Er.	Karayolu	Denizyolu	Demiryolu
Karayolu	1	5	3
Denizyolu	1/5	1	1/2
Demiryolu	1/3	2	1

Hava koşulları için sağlanan ek bilginin olumsuz sonuçlanması temelinde yapılan değerlendirmeler sonucunda; Tablo 12'den taşıma maliyeti ölçütü bazında taşıma seçeneklerinin ağırlıkları karayolu, denizyolu ve demiryolu sırasıyla 0.11, 0.26 ve 0.63 olarak hesaplanmış, tutarsızlık oranı 0.03 olmuştur. Tablo 13'den ulaşım süresi ölçütü bazında taşıma seçeneklerinin ağırlıkları karayolu, denizyolu ve demiryolu sırasıyla 0.67, 0.10 ve 0.23 olarak hesaplanmış, tutarsızlık oranı 0.07 olmuştur. Tablo 14'den taşıma kalitesi ölçütü bazında taşıma seçeneklerinin ağırlıkları karayolu, denizyolu ve demiryolu sırasıyla 0.67, 0.10 ve 0.23 olarak hesaplanmış, tutarsızlık oranı 0.07 olmuştur. Tablo 15'den taşıma türüne erişim ölçütü bazında taşıma seçeneklerinin ağırlıkları karayolu, denizyolu ve demiryolu sırasıyla 0.65, 0.12 ve 0.23 olarak hesaplanmış, tutarsızlık oranı 0.003 olmuştur.

Bu değerlendirmeler sonucunda, taşıma seçeneklerinin ölçütler bazında toplam ağırlıkları hava koşulları için sağlanan ek bilginin olumlu ya da olumsuz sonuçlanması durumları için Tablo 16 ve Tablo 17'de görülmektedir.

Tablo 16. Hava Koşulları için Sağlanan Ek Bilginin Olumlu Sonuçlanması Durumunda Toplam Ağırlıklar

Kriterler	Taşıma Maliyeti	Ulaşım Süresi	Taşıma Kalitesi	Taşıma Tür. Er.	Toplam Ağırlık
Ağırlık	0.39	0.15	0.39	0.07	
Taşıma Seçenekleri					
Karayolu	0.11	0.63	0.63	0.65	0.43
Denizyolu	0.26	0.11	0.11	0.12	0.17
Demiryolu	0.63	0.26	0.26	0.23	0.40

Tablo 17. Hava Koşulları için Sağlanan Ek Bilginin Olumsuz Sonuçlanması Durumunda Toplam Ağırlıklar

Kriterler	Taşıma Maliyeti	Ulaşım Süresi	Taşıma Kalitesi	Taşıma Tür. Er.	Toplam Ağırlık
Ağırlık	0.39	0.15	0.39	0.07	
Taşıma Seçenekleri					
Karayolu	0.11	0.67	0.67	0.65	0.45
Denizyolu	0.26	0.10	0.10	0.12	0.16
Demiryolu	0.63	0.23	0.23	0.23	0.39

Tablo 16'dan hava koşulları için sağlanan ek bilginin olumlu sonuçlanması durumu için taşıma seçeneklerinin toplam ağırlığı karayolu, denizyolu ve demiryolu sırasıyla 0.43, 0.17 ve 0.40 olarak elde dilmiştir. Tablo 17'den ise hava koşulları için sağlanan ek bilginin olumsuz sonuçlanması durumu için taşıma seçeneklerinin toplam ağırlığı karayolu, denizyolu ve demiryolu sırasıyla 0.45, 0.16 ve 0.39 olarak elde dilmiştir.

Hava koşullarına yönelik sağlanan ek bilgi ile hesaplanan son olasılıklar ve taşıma seçeneklerinin AHP yöntemi ile değerlendirilmesi sonucunda ortaya çıkan ağırlıklar yardımıyla ek bilginin olumlu ya da olumsuz olarak sonuçlanması durumları için, taşıma seçeneklerinin ortalama taşıma maliyetleri aşağıda hesaplanmıştır.

Hava Koşulları için Ek Bilginin Olumlu Sonuçlanması Durumu;

BD(Karayolu) = (180000 * 0.28+180000 * 0.25+190000 * 0.08+180000 * 0.18+200000 * 0.21) * 0.43
BD(Karayolu) = 79550 €
BD(Denizyolu) = (174000 * 0.28+184000 * 0.25+184000 * 0.08+204000 * 0.18+184000 * 0.21) * 0.17
BD(Denizyolu) = 31416 €
BD(Demiryolu) = (168000 * 0.28+168000 * 0.25+188000 * 0.08+178000 * 0.18+198000 * 0.21) * 0.40
BD(Demiryolu) = 71080 €
BD(Toplam Taşıma Maliyeti) = 79550 + 31416 + 71080 = <u>182046 €</u>

Hava Koşulları için Ek Bilginin Olumsuz Sonuçlanması Durumu;

BD(Karayolu) = (180000 * 0.06+180000 * 0.12+190000 * 0.14+180000 * 0.51+200000 * 0.17) * 0.45
BD(Karayolu) = 83160 €
BD(Denizyolu) = (174000 * 0.06+184000 * 0.12+184000 * 0.14+204000 * 0.51+184000 * 0.17) * 0.16
BD(Denizyolu) = 30976 €
BD(Demiryolu) = (168000 * 0.06+168000 * 0.12+188000 * 0.14+178000 * 0.51+198000 * 0.17) * 0.39
BD(Demiryolu) = 70590 €
BD(Toplam Taşıma Maliyeti) = 83160 + 30976 + 70590 = <u>184726 €</u>

İşletmenin hava koşulları için sağladığı ek bilgi ve hammadde tedariği için taşıma seçeneklerine yönelik tercih değerlendirmesinin de göz önünde bulundurması ile birlikte ek bilginin olumlu ve olumsuz sonuçlanması durumları için toplam taşıma maliyetleri hesaplanmıştır. Buradan, ortalama taşıma maliyeti ise ek bilginin olumlu ya da olumsuz sonuçlanma olasılıkları da göz önünde bulundurularak; 182046 * 0.65 + 184726 * 0.35 = 182984 € olarak hesaplanmaktadır.

İlk durumdaki beklenen değerler, başlangıç olasılıkları ve taşıma seçeneklerinin tercih edilme ağırlıkları ile birlikte değerlendirildiğinde elde edilen ortalama taşıma maliyeti (BD(Karayolu) = 185000 * 0.43 + BD(Denizyolu) = 188000 * 0.17 + BD(Demiryolu) = 179000 * 0.40) *1831100 €* olarak hesaplanmaktadır. Buradan da ek bilgi kullanımı ve çok ölçütlü yaklaşımın değerlendirmeye dahil edilmesinin maliyetlerde iyileştirme de sağladığı görülmektedir.

4. Sonuç

Taşımacılık konusu; hızla değişen pazar koşullarına hızlı yanıt verebilmek, talepleri zamanında ve istenilen düzeyde karşılayabilmek ve rekabetçi avantaj sağlayabilmek vb. sebeplerle işletmeler açısından oldukça büyük bir öneme sahiptir. Bir maliyet kalemi olarak da oldukça önemli olan taşımacılığın etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirilebilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, lastik sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin yurt dışından temin ettiği hammaddesinin tedariğinde taşıma seçeneklerinin maliyetlerine hava koşullarına bağlı ortaya çıkan gecikmelerin getireceği artış ek bilgi kullanımı ile azaltılmaya çalışılmış, bununla birlikte işletmenin taşıma seçenekleri üzerindeki tercihi de çok ölçütlü bir yaklaşım ile değerlendirilerek sürece dahil edilmiştir. Önerilen bu yapı ile taşıma maliyetlerinin belirlenmesinin daha gerçekçi bir şekilde gerçekleştirilmesine yönelik bir katkı sağlanmıştır. Ayrıca önerilen yaklaşım ile ortalama taşıma maliyetlerinin başlangıç durumuna göre daha da iyileştirildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Kaynaklar

[1] Kayabaşı, A. Rekabet gücü perspektifinde lojistik faaliyetlerde performans geliştirme. İstanbul: İstanbul Ticaret Odası Yayınları; 2010.
[2] Görçün, ÖF. Örnek olay ve uygulamalarla tedarik zinciri yönetimi. İstanbul: Beta Basım Yayım; 2010.
[3] Gülen, KG. Lojistik sektöründe durum analizi ve rekabetçi stratejiler. İstanbul: İstanbul Ticaret Odası Yayınları; 2011.
[4] Yardımcıoğlu M, Kocamaz H, Özer Ö. Lojistik yönetiminde taşıma sistemleri ve maliyetleme yöntemleri. II. Bölgesel Sorunlar ve Türkiye Sempozyumu 2012; 245-259.
[5] Ergülen A, Kazan H. Taşımacılık sektörünün işleyiş süreci, bulanık dağıtım probleminin tamsayılı doğrusal programlama model denemesi. ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi 2007; 6:109-125.
[6] Gürsoy M. Taşıma türü seçimi için karar destekleyici bir yöntem. Sigma 2005; 2:137-151.
[7] Alkan A, Karaca E, Aladağ Z. Otomotiv sektöründe emisyon tarihlerine bağlı aşamalı karar analizi. XI. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu 2011; 602.
[8] Aladağ Z. Karar teorisi. Kocaeli: Umuttepe Yayınları; 2011.
[9] Lee CM. A bayesian approach to determine the value of information in the newsboy problem. International Journal of Production Economics 2008; 112:391-402.
[10] Bouma JA, Van Der Woerd HJ, Kuik OJ. Assessing the value of information for water quality management in the north sea. Journal of Environmental Management 2009; 90:1280-8.
[11] Eranıl B, Varış Ö, Alkan A, Aladağ Z. İşe alım sürecinde etkileşimli beklenti düzeyi ve analitik hiyerarşi prosesi yaklaşımı. XXVI Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği Ulusal Kongresi 2006.