

Yük Taşımacılığında Taşıma Türü Seçimi İçin Lojistik Maliyetlere Dayalı İkili Lojit Model

Sevil KÖFTECİ*
Haluk GERÇEK**

ÖZ

Bu çalışmada, yük taşımacılığında kullanıcıların taşıma türü seçimi kararlarının modellenmesi amacıyla stokastik seçim modellerinden logit model kullanılmıştır. Yük taşımacılığı sistemi lojistik zincir kapsamında ele alınmış, lojistik maliyet modeline göre analiz yapılmıştır. Model kalibrasyonu, çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemlerinden lojistik regresyon analizi ile yapılmıştır. Analizde, Antalya iline kamyon ve kombine taşımacılık (karayolu ve demiryolu) ile yapılan seramik taşımacılığının verileri kullanılmıştır. En yüksek tahmin başarımına sahip olduğu belirlenen model, lojistik maliyete dayalı logit tür seçim modeli olarak seçilmiştir. Seçilen model kullanılarak yapılan duyarlılık analizleri sonucunda, yük taşımacılığı tür seçimi kararında etkili başlıca karar değişkenlerinin taşıma maliyeti ve süresi ile aktarma gecikmesi olduğu belirlenmiştir. Seçilen taşıma koridorunda, kombine taşımacılık tercihinin artırılması için ne tür politikalar geliştirilmesi gerektiği araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yük taşımacılığı, kombine taşımacılık, lojistik maliyetler, logit model

ABSTRACT

A Binary Logit Model Based on Logistics Costs for Mode Choice Decisions in Freight Transportation

In this study, a binary logit model was calibrated for mode choice decisions in freight transportation. Freight transportation system was undertaken within the context of logistics chain and analyzed by logistics cost model. Logistics regression analysis method of multivariate statistical analysis technique was used to calibrate the binary logit model. In the analysis, data related with the ceramics transported to the city of Antalya by trucks and combined transport (road and rail) were used. The model with the maximum forecast performance was chosen as the logit mode-choice model based on logistics costs. Sensitivity analysis carried out by using the chosen model have shown that the most important decision variables for mode choice in freight transportation are transportation

Not: Bu yazı

- Yayın Kurulu'na 03.11.2008 günü ulaşmıştır.
- 30 Eylül 2010 gününe kadar tartışmaya açıktır.

* Akdeniz Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Antalya- sevilaytr@yahoo.com

** İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul- hgercek@itu.edu.tr

cost, transportation time and transshipment delays. Transport policy proposals were made to promote the combined transport in the selected corridor.

Keywords: Freight transport, combined transportation, logistics costs, logit model

1. GİRİŞ

Teknolojideki gelişmelerin ve küreselleşmenin sosyal, kültürel ve ekonomik etkilerinin yoğun olarak görüldüğü günümüzde, değişen rekabet ortamı işletmeleri değişik stratejiler kullanmaya zorlamaktadır. Firmaların artan rekabet ortamında ayakta kalabilmek için doğru ürün, doğru fiyat, doğru pazarlama teknikleri ve doğru yer gibi birçok doğruyu bir arada gerçekleştirmesi gerekmektedir. Müşteri memnuniyetini sağlamak ancak bu şekilde mümkündür. Bunu sağlayabilmek için en önemli kavramlardan birisi lojistikdir. Günümüzde yük taşımacılığı, sadece ürünün taşınması olarak değil lojistik çerçevede değerlendirilmektedir [1]. Lojistik Yönetimi (LY), fiziksel dağıtım yönetiminden doğmuş bir kavramdır [2]. Tedarik Zinciri Yönetimi Konseyi (TZYK), Lojistik Yönetimi kavramını; müşteri gereksinmelerini karşılamak üzere, üretim ve tüketim noktaları arasındaki mal, hizmet ve ilgili bilgilerin ileri ve geri yöndeki akışları ile depolanmalarının etkin ve verimli bir şekilde planlanması, uygulanması ve kontrolünü kapsayan tedarik zinciri süreci aşaması olarak tanımlamaktadır [3].

Firmaların piyasada rekabet gücünü arttırabilmeleri için, ürünün toplam maliyetinin önemli bir kısmını oluşturan lojistik maliyetlerini azaltmaları gerekmektedir. Taşıma, lojistiğin en önemli bileşenidir. Toplam lojistik maliyeti içinde taşıma, %40'lara varan önemli bir paya sahip bulunmaktadır [4]. Taşımacılıkta lojistik anlayışının gelişmesi, çeşitli taşımacılık alt sistemlerinden en verimli şekilde yararlanılması olanağını vermektedir. Bir taşımacılık sistemi, farklı özelliklere sahip karayolu, demiryolu, denizyolu, havayolu, içsuyolu ve boru hattı gibi çeşitli alt taşımacılık sistemlerinden oluşur ve her biri ayrı avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Her bir taşımacılık alt sisteminin ekonomik koşullarda taşıdığı yük tipleri, taşıma maliyetleri, taşıma şekilleri, taşıma mesafesi ve çevresel özellikleri farklıdır. Bu farklılıklar, her bir alt taşımacılık sisteminin seçimi için karar değişkenlerini oluşturmaktadır.

Ülkemizde karayolu yük taşımacılığında, yaklaşık son elli yılda diğer taşımacılık sistemleri ile yapılan taşımacılıklara oranla hızlı bir gelişme olmuş, bu dengesiz gelişmenin sonucu olarak karayolu taşımasının payı, denizyolu ve demiryolu taşıma sistemlerine göre hızla artarak tüm taşımacılık sistemleri içinde %90'ın üzerine çıkmıştır [5]. Karayolu taşımacılığı, küçük ölçekteki ihtiyaçlara karşılık verebilmesi, ürünlerin kapıdan kapıya aktarma yapılmadan taşınabilmesi ve küçük hacimli yüklerin birleştirilerek yollanmasına olanak sağlaması açısından, sistemi kullananlar açısından çok sık tercih edilmektedir. Ancak bu durumun sonucu olarak, yük taşımacılığı yapan firma sayısı ve taşıma kapasiteleri hızla artmış, böylece taşımada atıl kapasite oluşurken verimli, ekonomik ve güvenli bir taşımacılığı zorlaştıran yıkıcı bir rekabet ortamı meydana gelmiş, yük ve kazanç elde etme amacıyla taşıtların aşırı yüklenmesi karayollarının beklenenden daha hızlı bozulmasına yol açmıştır. Karayollarındaki trafik kazalarının ve olumsuz çevresel etkilerin yanı sıra, yol bakım ve onarımı için gereken masrafların büyüklüğü ve enerjide dışa bağımlılık ulaştırma politikalarındaki yanlışlıkları gözler önüne sermektedir.

Gelecekte yük taşımacılığı için tek taşımacılık sisteminden daha çok, türlerin gereken ve uygun oldukları yerde hizmet sundukları kombine taşımacılık sistemlerinden yararlanılması beklenmektedir. Birçok ülkede ulaştırma politikalarındaki eğilim bu doğrultudadır [6]. Yük taşımacılığında kapıdan kapıya taşımanın kaçınılmaz sonucu olarak tüm olumsuzluklarına karşın karayoluna gereksinim bulunmaktadır. Ancak artık karayolu ağıнын km. olarak uzatılmasından çok niteliğinin yükseltilmesi ve diğer ulaşım sistemleri ile koordinasyonunun sağlanması gereklidir. Kısa mesafeli taşımalarda karayolunu kullanmakla beraber, uzun mesafeli taşımalarda ise, diğer taşımacılık sistemlerinden yararlanılmalıdır. Genel olarak, farklı taşımacılık sistemlerinin maliyet ve hizmet avantajlarından yararlanabilmek için, iki ya da daha fazla taşımacılık sisteminin bir arada kullanılmasına kombine taşımacılık denilmektedir. Kombine taşımacılık, maliyet, hız, güvenilirlik ve esneklik etmenlerinin çoğunun eşzamanlı olarak eniyilemesine yönelik bir taşımacılık sistemi olup, lojistik açısından çok uygun taşımacılık seçenekleri oluşturmaktadır. Lojistik ve kombine taşımacılığın sürdürülebilir kalkınmaya katkısı ve getireceği ekonomik avantajlar, bu konunun önümüzdeki yıllarda da önemini koruyacağını göstermektedir.

Bir ülkenin ulaştırma sistemi planlanırken temel amaç, bütün taşımacılık türlerinden dengeli bir şekilde faydalanmak olmalıdır. Bu çalışmada, müşteri gereksinimlerinin belirlenmesine dayalı olarak, yük taşımacılığında taşımacılık türü seçiminde hangi karar değişkenlerinin etkili olduğu araştırılmıştır. Böyle bir çalışma yapılmasının nedeni, yük taşımacılığında ağırlığın karayolu taşımacılığında kombine taşımacılığa kaydırılabilmesi için, hangi karar değişkenlerinin tür seçimi kararını etkilediğini bilmenin çok önemli olmasıdır. Bu karar değişkenlerinin saptanması ve iyileştirmelerin bunlara dayalı olarak yapılması ile, gelecekteki tür seçimi kararlarında kombine taşımacılığın payının artacağı düşünülmektedir.

2. YÜK TAŞIMACILIĞINDA TALEP MODELİ OLUŞTURULMASI

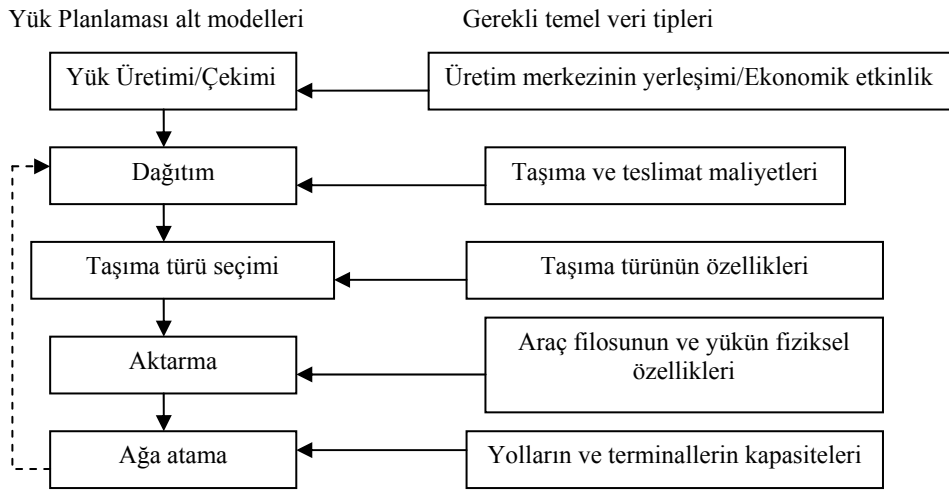
Yük talep tahmini modelleri, genel olarak yolcu talep tahmini modellerinden türetilmiştir. Yük talebinin modellenmesinin daha karmaşık olduğu bilinmesine karşın, bu konuda çalışan bir çok araştırmacı yolcu taşımacılığı için kullanılan dört aşamalı genel model yapısının, yük taşımacılığı için de uygun olduğu konusunda görüş birliğine varmıştır [7]. Mazzarino (1997), yük talep tahmini modellerini makroekonomik ve mikroekonomik olarak ikiye ayırmıştır. Daha eski bir çalışmada ise Winston (1983), talep modellerini ayrışık ve ayrışık olmayan modeller olarak ikiye ayırmıştır. Şekil 1'de yük taşımacılığı talebinin modellenmesinin aşamaları ve her bir aşama için gerekli veri tipleri görülmektedir [8]. İlk bakışta yük ve yolcu taşımacılığı talep modelleri aynı aşamalardan oluşsalar da, yük taşımacılığı talep modellerinde bu dört aşamanın her bir adımı, yolcu taşımacılığı modellerinden farklı oluşturulmaktadır.

3. YÜK TAŞIMACILIĞINDA TAŞIMA TÜRÜ SEÇİMİ

Yük taşımacılığı talebinin modellenmesinde üçüncü aşama olan, belli bir güzergah için en küçük maliyet ve en büyük hizmet kalitesi ile hizmet verecek taşıma türünün belirlenmesi ulaşım planlaması açısından çok önemli bir konudur. Taşıma türünün belirlenmesinde

Yük Taşımacılığında Taşıma Türü Seçimi İçin Lojistik Maliyetlere ...

temel amaç, bütün taşıma türlerinden dengeli bir şekilde faydalanmak olmalıdır. Her bir türün diğerlerine göre üstünlükleri, sakıncaları ve bunların getirdiği ek maliyetler vardır. Bu nedenle, sunulan hizmet ile ortaya çıkan maliyetler arasında ödünleşmenin optimum denge noktasını belirlemek gereklidir. Yük taşımacılığında hangi taşıma türünün seçileceği ile ilgili araştırmaların başlangıcı yaklaşık otuz yıl öncesine dayanmaktadır. Bu konuda çeşitli yaklaşımlar geliştirilmiş ve bunlara göre modeller oluşturulmuştur.



Şekil 1. Talep analizi modeli ve gerekli temel veri tipleri

Boyer (1977) karar değişkenlerini parasal olanlar ve olmayanlar olarak ikiye ayırarak, basit yük taşımacılığında tür seçim modeli kurmuştur. Friendler ve Spady (1980) ise, daha teorik bir yapıya sahip olan neoklasik modeli kurmuşlardır [9]. Bu modele göre, firmanın bir taşıma türü için talebinin, Shepard önkuramına göre oluşturulmuş maliyet fonksiyonunun artışından türetildiği kabul edilmiştir. Yük talep tahmini tür seçiminde kullanılan davranışsal modellerde, karar vericinin kişilik özellikleri modellemenin temel dayanağını oluşturmaktadır. Envanter modellerinde ise, firmanın envanter politikası modellemenin temelini oluşturur ve envanter modelleri lojistik maliyete dayalı tür seçimi modellenmesinin temelini oluştururlar [10,11].

Lojistik maliyete dayalı olarak tür seçiminin modellenmesi ile ilgili ulaşılan en eski çalışma, Baumol ve Vinod (1970) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada, envanter-teorik yaklaşıma göre basit bir lojistik maliyet modeli oluşturulmuş, kayıtsızlık eğrileri ile yük taşımacılığı için tür seçimi yapılmıştır [10].

Cook ve diğerleri (1999), Hindistan'da tür seçimi için lojistik maliyete dayalı bir modelleme çalışması yapmışlardır. Hindistan Demiryolları için yapılan bu çalışmada, uzun vadeli bir karar destek sistemi (LRDSS) oluşturmuşlardır. Stokastik yapıdaki lojistik modelin kullanıldığı çalışmada, lojistik maliyet modeli olarak Vieira (1992) tarafından oluşturulmuş model aynen kullanılmıştır. Her bir ürün tipi için ayrı ayrı yapılan modelleme çalışmaları

sonucunda, tür seçiminde en etkili etmenlerin kömürde taşıma fiyatı, kimyasallarda ve dayanıklı tüketim mallarında ise güvenilirlik (ürünün zamanında teslim edilmesi) olduğu belirlenmiştir [12].

Danielis (2002), İtalya’da Friuli-Venezia bölgesi için tür seçiminin modellenmesi üzerine bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada logit modelde yararlılık fonksiyonu olarak, Baumol ve Vinod (1970)’a ait lojistik maliyet modelini kullanmıştır. Analiz işleminde logit tabanlı bir yazılım programı olan ACA v.4.0 (Adaptive Conjoint Analysis) kullanılmıştır. Karar değişkenleri olarak taşıma maliyeti, taşıma süresi, geç teslimat riski ve kayıp-zarar riskini seçen Danielis, analiz işleminde konjoint analize dayalı anket yapmıştır. Sektör bazında yapılan çalışmada, birçok sektör için ürünün zamanında teslim edilmesinin tür seçiminde en etkili karar değişkeni olduğu sonucuna varılmıştır[13]. Zotti ve Danielis’in (2004) makine sektörü için yaptığı tür seçiminin modellenmesi çalışmasında en etkili karar değişkenleri taşımacılık maliyeti ve kayıp zarar oranı, ikinci sırada etkili karar değişkenleri ise taşıma süresi ve ürünün zamanında teslim edilmesi olarak belirlenmiştir[14]. Danielis’in Marcucci ve Rotaris (2005) ile yaptığı bir başka çalışmada, tür seçiminin modellenmesinde probit model kullanılmış, taşıma süresi, güvenilirlik ve kayıp-zarar oranının taşımacılık maliyetinden daha etkili karar değişkenleri olduğu sonucuna varılmıştır [15].

Norojono ve Young (2004), Endonezya’da karayolu-demiryolu taşımacılığında tür seçimini etkileyen karar değişkenlerini belirlemek üzere bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, yük taşımacılığında seçim işlemindeki karar değişkenlerini, Hiyerarşik Entegrasyon Teorisine (HII) göre gruplandırmışlardır. HII teorisine göre, karmaşık kararlar önem sırasına göre gruplandırılarak aşamalı bir şekilde sonuca varılır. Çalışmada yapılmış tercihler yöntemine göre veri elde edilmiştir. Stokastik tür seçim modellerinden probit modelin kullanıldığı çalışmada, güvenlik, maliyet ve ürünün zamanında teslim edilmesi tür seçiminde etkili etmenler olarak belirlenmiştir [16].

Shingal ve Fowkes (2002), LASP yazılımını kullanarak Hindistan’da Delhi-Bombay taşıma koridoru verileri için yük taşımacılığında tür seçimini modellemişlerdir. Taşıma maliyeti, taşıma süresi, güvenilirlik ve hizmet frekansının karar değişkenleri olarak alındığı modelleme çalışması sonunda, aracın hizmet frekansının taşımacılık türü seçiminde en etkili etmen olduğunu belirlemişlerdir [17].

Bolis ve Maggi (2003), yük taşımacılığı talebinin lojistik çerçevede modellenmesi için mikroanaliz çalışması yapmışlardır. Karar değişkenlerini taşıma ve lojistik başlığı altında iki gruba ayırmışlardır. Taşıma başlığı altındaki karar değişkenleri taşıma maliyeti, taşıma süresi, güvenilirlik ve taşıma türüdür. Lojistik başlığı altındaki karar değişkenleri ise taşıma araçlarının hizmet frekansı ve esnekliğidir. Logit tabanlı LASP yazılımının kullanıldığı modelleme çalışması için İtalya ve İsviçre’de bulunan 22 firma ile anket yapılmıştır. Ödünleşme analizlerinin yapıldığı çalışma sonucunda, taşımacılık maliyeti değişkeninin tür seçiminde etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca analizler sonucunda, yük taşımacılığı talebinin, lojistik kavramıyla çok yakından ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Örneğin, analiz sonucunda, lojistik kavram olarak “tam zamanında teslim” (JIT: Just in Time) stratejisinin belirlenmesinin, talebi doğrudan etkilediği sonucu ortaya çıkmıştır [18].

Dullaert ve diğerleri (2007), yük taşımacılığında güvenlik stoğunun öneminin belirlenmesine yönelik bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada lojistik maliyet modelini kullanan araştırmacılar, karayolu ve denizyolu taşımacılığı için, deterministik yöntemle

göre, yani toplam lojistik maliyetin minimizasyonuna göre analiz yapmışlardır. Bu analizler sonucunda, güvenlik stoğu miktarının tür seçim kararı üzerinde oldukça etkili olduğu sonucuna varmışlardır [19].

4. LOJİSTİK MALİYETE DAYALI TÜR SEÇİMİ MODELLENMESİ

Yük taşımacılığı, ekonomik kaynakların kullanımında vazgeçilmez bir araç olduğundan, ülke ekonomileri için çok önemli bir sektördür. Taşımacılık alanında sadece iki nokta arasındaki mal ve araç hareketi anlayışı, zamanla yerini tedarikçilerden üreticilere, oradan da dağıtım kanallarına ve sonrasında müşterilere kadar uzanan bir zincire bırakmıştır. Taşımacılık yönetimi de zamanla lojistik yönetimine dönüşmüştür. Bu nedenle bu çalışmada yük taşımacılığı sistemi, lojistik zinciri kapsamında ele alınmış ve lojistik maliyete dayalı lojit yapıda tür seçim modelleri oluşturulmuştur. Modellerin kalibrasyonunda, Antalya ili ve çevresine karayolu ve kombine taşımacılıkla gerçekleştirilen seramik taşımacılığı verileri kullanılmıştır. Söz konusu veriler anket yolu ile elde edilmiştir. SPSS paket programı ile yapılan lojistik regresyon analizlerinin sonucunda, en başarılı bulunan model, müşteri tercihine göre lojistik maliyete dayalı tür seçim modeli olarak seçilmiştir. Seçilen modelle yapılan duyarlılık analizleri ile karayolu-kombine yük taşımacılığında tür seçiminde en etkili etmenler belirlenmiştir.

4.1. Lojistik Maliyet Modeli

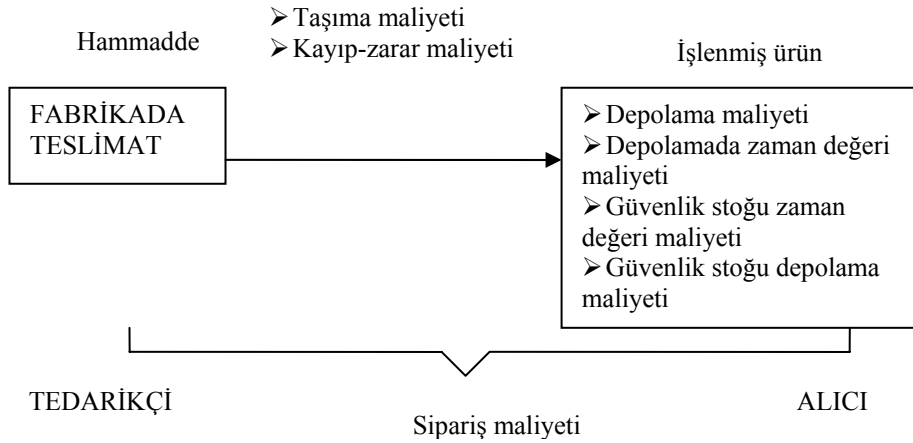
Lojistik, son yıllarda ülkemizde üzerinde çok çalışılan konulardan birisi olmakla birlikte, bu konu daha çok işletme boyutu ile ele alınmaktadır. Lojistiğin taşıma bileşeni, henüz yeteri kadar incelenmemiştir. Oysa taşıma, lojistiğin en önemli bileşenidir. Toplam lojistik maliyeti içinde taşıma, %40'lara varan önemli bir paya sahip bulunmaktadır. A.B.D.'de yapılan bir çalışmada, lojistik maliyetlerindeki % 5'lik azalmanın, karlılık üzerinde, satışların % 20 arttırılması sonrası elde edilecek etkiye eşit ya da daha fazla bir etki yaptığı saptanmıştır [20]. Lojistik maliyetin, karlılık üzerindeki bu etkisi fark edildikten sonra, lojistik sistem maliyet açısından tekrar ele alınmış ve lojistik maliyet analizi modelleri oluşturulmuştur. Lojistik faaliyetlerdeki olası değişiklikler değerlendirilirken tüm sistemin toplam maliyetini dikkate almak önemlidir. Bir ürünün sipariş verilmesinden en son tüketiciye ulaştırılmasına kadar geçen süreçte meydana gelen maliyetler, lojistik maliyetler olarak adlandırılmaktadır. İşletmeler lojistik faaliyetlerin maliyetlerini tek tek azaltmak yerine, toplam lojistik maliyeti azaltma yoluna gitmelidirler. Depolama, stok yönetimi, taşıma v.b. gibi tüm lojistik maliyetler birbirleri ile doğrudan bağlantılıdır. Herhangi bir maliyet kaleminde yapılacak bir değişikliğin, daha yüksek bir toplam maliyete neden olabileceği her zaman göz önünde bulundurulmalıdır. Şekil 2'de lojistik zinciri içindeki lojistik maliyet kalemleri görülmektedir.

Bu çalışmada, lojistik maliyetin modellenmesi aşamasında lojistik zinciri kapsamında taşıma türü tercihi ile ilgili yapılan modelleme çalışmaları ve bu modellerde kullanılan başlıca değişkenler incelenerek lojistik maliyet modelinde kullanılacak parametreler belirlenmiştir.

Lojistik maliyet modellerinin 1 yıllık, 6 aylık, 1 aylık gibi çeşitli zaman periyotları için oluşturulması gerekmektedir. Ülkemizde yük taşımacılığı ile ilgili verilere ulaşmanın

zorluğu göz önüne alınarak, uzun dönemli maliyet modelinin gerçeklere daha uygun olacağına karar verilmiştir ve zaman periyodu bir yıl olarak seçilmiştir.

Lojistik maliyetin modellenmesinde; hangi ulaştırma türlerinin (karayolu, demiryolu, denizyolu, hava yolu) kullanılacağını belirleyen karar vericinin ürünü satan firmanın mı, yoksa ürünü satın alan firmanın mı olduğunun belirlenmesi ve ürünün teslim biçimi çok önemlidir. Güvenilirlik bu aşamada çok önemli bir karar değişkenidir.



Şekil 2. Lojistik zinciri içinde lojistik maliyet kalemleri

Güvenlik stoğu maliyeti lojistik maliyet modellerinde güvenilirliği karşılayan maliyet olmaktadır. Güvenilirlik maliyeti, ürünün zamanında teslim edilmemesi durumunda ortaya çıkacak olan maliyettir. Güvenlik stoğu maliyeti ise, ürünün zamanında teslim edilmemesi riskine karşı oluşturulan stok miktarının maliyetidir. Güvenlik stoğu maliyeti, doğrudan ürünü teslim alan yani ürünü taşıyan ya da taşıyan firmayla ilgili bir maliyettir. Akiva (1981) ürünün taşınması işlemine ihtiyacı olanın ürünü satın alan firma olduğunu, bunların aksamasından doğacak sonuçların doğrudan ürünü satın alan firmayı etkileyeceğini belirtmektedir. Güvenilirlik karar değişkenini modele katabilmek amacı ile, modelin ürünü satın alan firma açısından oluşturulmasının daha doğru sonuç vereceğine karar verilmiş ve modellemede karar vericinin "ürünü satın alan firma" olduğu kabulü yapılmıştır. Bu kararın verilmesinde, üçüncü parti lojistik şirketlerinde uzun yıllar çalışmış kişilerle yapılan görüşmeler de etkili olmuştur. Sektör çalışanları, taşıma işleminde arada üçüncü parti lojistik firması olsa bile son kararı ürünün sahibinin verdiğini, kendilerinin yalnızca taşıma türü seçeneklerini, bunlara ait maliyet ve diğer etmenleri müşterilerine seçenek olarak sunduklarını belirtmişlerdir. Ürünlerin teslim biçimi de, yapılan anlaşmalara göre başlıca iki şekildedir:

- FOB Fabrika: Fabrikada teslimat.
- FOB Firma: Ürünü satın alan firmanın deposunda teslimat.

Yük Taşımacılığında Taşıma Türü Seçimi İçin Lojistik Maliyetlere ...

İlk teslimat biçiminde, ürünü satan firma, aynı zamanda ürünün teslimatı ile ilgili bütün sorumluluğu da üstlenmiştir. İkinci teslimat biçiminde ise, bir firma ürünü fabrikadan satın alır. Ürün taşınmaya hazır bir şekilde (paketlenmiş olarak) fabrikada kişilere teslim edilir; ürünü satın alan firma kendi olanakları ya da bir lojistik şirketi ile anlaşarak ürünü kendi depolarına getirir. Bu teslim biçiminde, ürünün lojistik maliyetleri, ürünü satın alan firmaya aittir. Taşımada hangi taşıma türünün kullanılacağına ürünü satın alan firma karar verir. Modelleme çalışmasında karar verici ürünü satın alan firma olduğu için, çalışmada bu teslim biçimi incelenmiştir.

Bir sonraki aşamada lojistik maliyetler belirlenirken, operasyonel lojistik faaliyetler dikkate alınmış ve maliyetlendirilmiştir. Modelleme yapılırken, ilk olarak tür seçimine yönelik lojistik maliyet modeli çalışmalarında hangi parametrelerin kullanıldığı incelenmiştir. Yapılan bir ön çalışmayla, gerek resmi raporların incelenmesi ile, gerek piyasa araştırması ile, gerekse sektörde etkili isimlerle yapılan görüşmelerle, bu kadar parametreyi açıklayacak ayrıntılı verilere ulaşmanın mümkün olmadığına karar verilmiştir. Zaten söz konusu modeller, Avrupa ülkeleri ve A.B.D.'de, ülke çapındaki yük planlaması çalışmalarından elde edilen lojistik maliyet modelleridir. Bu modeller, ancak ilgili ülkede yıllarca yapılan çalışmalar sonucunda düzenli bir şekilde oluşturulmuş CSX Data gibi veritabanları ile kalibre edilebilmişlerdir. Böyle bir veritabanı ülkemizde bulunmadığı için, bir sonraki aşamada lojistik zinciri daha genel hatları ile inceleyen modelleme çalışmaları araştırılmıştır. Bu aşamada incelenen modellerde (SAMGODS, SMILE, ITIC-M vb.) kullanılan başlıca değişkenler şunlardır: Taşıma maliyeti, depolama maliyeti, depolamada zaman değeri maliyeti, sipariş maliyeti, güvenlik stoğu maliyeti, satın alma maliyeti, paketleme maliyeti, elleçleme maliyeti ve kayıp-zarar maliyeti. Bu değişkenlerin tamamı tek bir modelde kullanılmamış, çeşitli modellerde birkaçı birlikte olacak şekilde kullanılmıştır.

Güvenlik stoğu maliyeti, modellerde genellikle tek bir maliyet kalemi olarak alınmıştır. Ancak güvenlik stoğu olarak tutulan ürünün hem depolama, hem de zaman değeri maliyeti vardır. Bu nedenle çalışmada güvenlik stoğu maliyetinin lojistik maliyet modellerindeki önemi de göz önüne alınarak, iki bölümde ele alınması uygun görülmüştür. Modelin çok karmaşık olmaması için, satın alma, paketleme ve elleçleme maliyetlerinin, diğer maliyet kalemleri içerisinde ifade edilebileceği düşünülerek, lojistik maliyet modelinin aşağıdaki maliyet kalemlerinden oluşmasının lojistik zinciri tam olarak tanımlayacağına karar verilmiştir:

1. Sipariş maliyeti: Satıcıların analiz edilmesi, satın alma emirlerinin yazılması, malzemelerin teslim alınması, incelenmesi, siparişlerin takibi ve ilgili tüm dokümantasyonun hazırlanmasından doğar. Genellikle siparişin büyüklüğü ile değil, sipariş sayısı ile değişir.
2. Taşıma maliyeti: Ürünün taşınması ve elleçlemesi sırasında ortaya çıkan maliyetlerdir. Doğrudan aracın giderlerinin yanısıra sözkonusu aşamalarda personel giderleri de bu kaleme gözönüne alınmaktadır. Kullanılacak taşıma sistemine bağlı olarak değişir.
3. Depolama maliyeti: Ürünün depolarda tutulması ve bu süreçte elleçlenmesi aşamasında kira dahil ortaya çıkan maliyetlerdir. Bu maliyet kaleminde ortalama envanter düzeyi %50 olarak kabul edilmiştir.
4. Depolamada zaman değeri maliyeti: Depolanan ürüne bağlanan para ile yapılabilecek

diğer yatırımlardan vazgeçilmiş olunmasının maliyetidir. Envanter düzeyine, depolanan ürünün değerine ve yıllık faiz oranına bağlıdır.

5. Güvenlik stoğu depolama maliyeti: Güvenlik stoğu maliyeti, yük taşımacılığı tür seçimi karar değişkenlerinden güvenilirliği karşılayan maliyet kalemidir. Güvenilirlik bir çok şekilde tanımlanabilir ancak bunların hepsi, doğrudan ya da dolaylı olarak mamül ya da işlenmiş maddelerin ihtiyaç olduğu yerde beklenen zamanda bulunmasını ölçer. Firma stoksuz kaldığı taktirde satış kaybı, gelecekte oluşabilecek kardan kayıp, işletme içinde makine ve iş gününün boş kalması gibi olumsuz durumlar ortaya çıkar. Ayrıca isteği karşılanamayan müşteri, başka firmaya giderse orada kalabilir ve bir kez geri çevrilen bir müşteri kaybedilmiş olabilir. Bu da firmalar için büyük risktir. Bu durumların oluşmaması için, bir miktar ürün güvenlik stoğu olarak tutulur. Güvenlik stoğu olarak tutulan ürünün depoda tutulmasından ve elleçlenmesinden kaynaklanan depolama maliyetleri, güvenlik stoğu depolama maliyetini oluşturur.
6. Güvenlik stoğu zaman değeri maliyeti: Güvenlik stoğu olarak tutulan ürüne bağlanan para ile yapılabilecek diğer yatırımlardan vazgeçilmiş olunmasının maliyetidir.
7. Kayıp-zarar maliyeti: Taşıma ya da depolama sırasında ürünün zarar görmesinden ya da kaybolmasından dolayı ortaya çıkan maliyettir.

Bir sonraki aşama, her bir maliyet kaleminin hangi değişkenler ile nasıl tanımlanacağıdır. Bu tanımlamanın, anket çalışması ile elde edilebilecek verilere de uygun olması gerekmektedir. Değişkenler tanımlanırken, maliyet modeli çalışmaları ve anket çalışmaları birlikte incelenmiştir. Çalışma kapsamında oluşturulan anketten elde edilmesi planlanan verilerin, sefer başına taşıma verileri olması hedeflenmiştir. Yani bir firma 2005 yılı içerisinde 10 taşıma yapmışsa, her bir sefere ait toplam lojistik modelinin parametrelerinin hesaplanmasının, modeli daha anlamlı hale getireceği düşünülmüştür. Modelleme, bir yıllık zaman periyodunda, bir seferlik taşıma için yapıldığından, birim analizi sonucunda her bir maliyet kaleminin YTL/sefer biriminde çıkması gerekmektedir. Lojistik zincir içerisinde her bir maliyet kaleminin içerdiği aşama, ankette ifade edilebilirliği, birim analizi gibi etmenler göz önüne alınarak modelleme çalışması tamamlanmıştır. Bu çalışma sonucunda elde edilen lojistik maliyet modeli şu şekildedir:

$$TLM = SM + TM + DEM + DZM + GDM + GZM + KZM \quad (1)$$

Burada;

- TLM : Toplam lojistik maliyet
SM : Yıllık sipariş maliyeti
TM : Yıllık taşıma maliyeti
DEM : Yıllık depolama maliyeti
DZM : Yıllık depolamada zaman değeri maliyeti
GDM : Güvenlik stoğu depolama maliyeti
GZM : Güvenlik stoğu zaman değeri maliyeti
KZM : Taşımada kayıp-zarar maliyeti

Yük Taşımacılığında Taşıma Türü Seçimi İçin Lojistik Maliyetlere ...

Modelin açık ifadesi şu şekildedir:

$$TLM = (a) + (u.c) + \left(\frac{M}{T} \cdot \frac{u}{2}\right) + \left(P \cdot \frac{f}{365} \cdot \frac{365}{T} \cdot \frac{u}{2}\right) + \left(\frac{\frac{M}{T} \cdot n}{\frac{T}{u}}\right) + \left(\frac{P \cdot f \cdot 365 \cdot n}{\frac{T}{u} \cdot 365}\right) + (z.P) \quad (2)$$

Yukarıdaki maliyet modelini $T/u=k$ ve $M/T=d$ olacak şekilde sadeleştirirsek, modelin son hali şu şekilde olmaktadır:

$$TLM = (a) + (u.c) + \left(d \cdot \frac{u}{2}\right) + \left(P \cdot \frac{f}{k} \cdot \frac{u}{2}\right) + \left(\frac{d \cdot n}{k}\right) + \left(\frac{P \cdot f \cdot n}{k}\right) + (z.P) \quad (3)$$

- TLM : Toplam lojistik maliyet
T : Yıllık talep
u : Bir teslimatta (seferde) taşınan ürün miktarı
 $T/u=k$: Teslimat sayısı (Sefer sayısı)
a : Bir seferdeki sipariş maliyeti
c : Aracın birim ürünü taşıma maliyeti
f : Yıllık faiz oranı
P : Birim ürünün değeri
M : Yıllık depolama maliyeti
 $M/T=d$: Birim ürünü depolama maliyeti
n : Güvenlik stoğunda tutulan ürün miktarı
z : Bir seferlik taşımada ya da depolamada zarar görmüş ya da kaybolmuş ürün oranı

4.2. Anket Çalışması

Yapılan çalışmanın ana kütlesini; Antalya ili ve çevresindeki inşaat sektörü girdileri oluşturmaktadır. Çalışmada örneklem olarak Antalya Ticaret ve Sanayi Odası (ATSO) kayıtlarından belirlenen 14 işletmenin 2005 yılı seramik taşımacılığı verileri seçilmiştir. İncelenen 14 işletme, yalnızca Antalya iline değil, Antalya ilinin çevresindeki küçük bayilere de hizmet veren toptancılarıdır. İşletmelerin ortak özelliği, Çanakkale Seramik Fabrikaları A.Ş.'den bir yıl boyunca düzenli olarak seramik alımı yapmaları ve bu seramikleri Antalya'da bulunan ana depolarına getirirken hem karayolu-demiryolu kombine taşımacılığını, hem de doğrudan karayolu taşımacılığını kullanmalarıdır. Anket formu örneği, ekte verilmiştir.

Veri/bilgilerin elde edilmesinde anket yöntemi kullanılmıştır. Geniş kapsamlı bir literatür araştırmasından sonra onbeş soruluk bir anket oluşturulmuştur. Anketlerin tamamı yüzyüze yapılmıştır. Anketlerin yüzyüze yapılmasının nedeni, bazı soruların ayrıntılı bilgiler içermesidir. Yetkililerin bu bilgilere ulaşması bazen zaman aldığı için görüşmeler birkaç kez tekrarlanmıştır.

Anket formu, firma yöneticilerine yazılmış bir tanıtım yazısı ile başlamakta ve iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, ilk önce söz konusu güzergahta yapılan taşıma işlemine ilişkin genel sorular sorulmuş (9 adet), daha sonra 2005 yılı içinde her bir seferde yapılan taşıma işlemi için tek tek bilgi istenmiştir. Her bir sefer taşıma işlemi için bilgi alınırken, karar vericinin söz konusu taşıma türünü neden seçtiği de sorulmuştur. Bu bölümde, tercih nedeni olarak birden fazla karar değişkeninin belirtilmesi durumunda, anketi yanıtlayan kişiden her bir karar değişkenine önem derecesi vermesi istenmiştir. Ankete böyle bir bölümün konulmasının nedeni, çalışmanın ilerleyen aşamalarında analiz sonucunda bulunan sonuçları kontrol etmektir. Eğer ankette bu soruları yanıtlayan karar vericinin eğilimi ile analiz sonucu hesaplanan eğilim aynı doğrultuda çıkarsa, analiz sonuçlarının güvenilirliğinin artacağı düşünülmektedir.

İkinci bölümde ise, maliyet, süre, kayıp-zarar oranı ve güvenilirlik parametrelerinde karşılıklı oluşacak değişimlerin, karar vericinin taşıma türü tercihini değiştirip değiştirmeyeceği sorulmuş, diğer bir deyimle senaryo analizi yapılmıştır. Senaryo analizi, “ifade edilmiş tercihler” (stated preferences) veri toplama yönteminde, özellikle pazarlama (marketing) alanında tüketici eğilimlerini belirlemek için sık kullanılan bir yöntemdir.

4.3. Verilerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde ilk olarak Excel programından faydalanılmıştır. Anket sonucu her bir firmanın her bir taşımasına ait değişkenler ve senaryo değişkenleri, Excel programında liste haline getirilmiştir. Daha sonra, Bölüm 4.1’de açıklanan lojistik maliyet modeli parametreleri ve her bir taşıma için toplam lojistik maliyet modeli değerleri Excel programı fonksiyonları yardımı ile hesaplanmıştır.

Çalışmanın bir sonraki aşamasında, yapılacak olan lojistik regresyon analizi için SPSS 11.5 for Windows (Statistical Package for Social Social Sciences) istatistiksel paket programının kullanılmasına karar verilmiştir. Bu tercihin yapılmasının başlıca iki nedeni, SPSS programının menüsünün daha kullanışlı olması ve daha yaygın olarak kullanıldığı için, bu program hakkında daha fazla dökümana ulaşabilme olanığının bulunmasıdır.

Anket çalışması sonucunda elde edilen veriler, “asıl veriler”, “senaryo verileri” ve “tüm veriler” olarak üç grupta incelenmiştir. Asıl veriler, anket sorularına doğrudan verilen cevaplar sonucu elde edilen verilerdir. Senaryo verileri ise, anketin ikinci bölümünde oluşturulan senaryolara verilen yanıtlardan elde edilen verilerdir. Tüm veriler ise, her iki verinin toplamından elde edilen verilerdir. Modelleme aşamasında her bir veri grubu, ayrı ayrı modellemeye katılmış ve lojistik regresyon analizi sınama, değerlendirme ve başarımlar ölçütlerine göre en doğru sonucu veren veri grubu modellemede gerçek veri olarak kabul edilmiştir.

Senaryo analizlerinin, mevcut taşıma verilerine (yani asıl veriye) göre ayrı olarak incelenmesinin nedeni, “İfade edilmiş tercihler yöntemine” göre tüketici (burada tüketici, taşıma türü tercihini yapan kişidir) eğilimlerinin belirlenmesidir. Bu yönteme göre verilerde böyle bir ayrıma sıklıkla gidilmektedir. Böylece, hem mevcut durum analiz edilmekte, hem de karar vericinin tercihlerinin hangi parametrelerin değişmesi durumunda nasıl değişeceği öngörülebilmektedir. Analize asıl ve senaryo verilerinin toplamından meydana gelen tüm

Yük Taşımacılığında Taşıma Türü Seçimi İçin Lojistik Maliyetlere ...

veri grubunun dahil edilmesi ise, her iki veri grubunun bir arada değerlendirilmesinin sonuçlarını incelemektir.

Yapılan anket çalışması sonucu, modellemeye dahil edilen her bir veri grubuna göre taşımacılık türü tercihleri, sayıları ve yüzdeleri Tablo 1'de görülmektedir.

Tablo 1. Her bir veri grubuna göre taşımacılık türü tercihi sayıları ve oranları

	Karayolu (sayı)	Kombine (sayı)	Karayolu (%)	Kombine (%)
Tüm veri	161	95	62,89	37,11
Senaryo veri	67	45	59,82	40,18
Asıl veri	94	50	65,28	34,72

4.4 Stokastik Seçim Modeline Göre Tür Seçiminin Belirlenmesi

Nicel analizin en önemli bölümü, taşıma türünü tercih eden kişilerin tercihlerinin ve beklentilerinin doğru belirlenmesidir. Bu çalışmada kullanılan veriler, firma bazında analiz yapıldığı için, ayrışık (disaggregate) bir yapıya sahiptir. Modellemede kullanılan temel değişkenler şunlardır:

1. Taşıma maliyeti (TM)
2. Kayıp-zarar maliyeti (KZM)
3. Güvenlik stoğu maliyeti (Güvenlik stoğu depolama maliyeti + güvenlik stoğu zaman değeri maliyeti) (GSM)
4. Diğer maliyetler (Depolama maliyeti + depolamada zaman değeri maliyeti + sipariş maliyeti) (DM)
5. Taşıma süresi (TS)

Yukarıda belirtilen ilk dört değişken, daha önce oluşturulan lojistik maliyet modelinden alınmıştır. Lojistik maliyet modelindeki taşıma maliyeti, kayıp-zarar maliyeti ve güvenlik stoğu maliyeti değişkenleri modele tek tek sokulmuş, depolama, depolamada zaman değeri ve sipariş maliyetleri ise diğer maliyetler başlığı altında birleştirilmiştir.

Taşıma türü seçimi kararının modellenmesinde stokastik seçim modellerinden logit model kullanılmıştır. Modellerin kalibrasyonu, çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemlerinden lojistik regresyon analizi ile yapılmıştır, çünkü değişkenlerin sürekli olduğu durumlarda veriler gözlenemez. Fakat ana kütleyle ait alt kümeler oluşturularak verileri gözlemek mümkündür. Bağımlı değişkenin iki (0,1) ya da ikiden çok düzey içeren kesikli bir değişken olması durumunda doğrusal regresyon modeli için öngörülen varsayımlar bozulmakta ve hata teriminin binom dağılım özelliği göstermesi nedeniyle gözlem varyansları eşit olmamaktadır. Bu tip durumlarda normallik varsayımının bozulması nedeni ile doğrusal regresyon yöntemi (EKK) kullanılamaz. Lojistik regresyon analizi, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi tanımlayan bir matematiksel

modelleme yaklaşımıdır. Diğer regresyon yöntemlerinden farkı, bağımlı değişkenin ikili ya da ikiden çok kategori içeren kesikli ya da kategorik olması durumunda uygulanabilen çok esnek bir yöntem olmasıdır. Doğrusal regresyon analizinde bağımlı değişkenin değeri, lojistik regresyon analizinde ise bağımlı değişkenin alabileceği değerlerden birinin gerçekleşme olasılığı tahmin edilir. Lojistik regresyon modelinde, yararlılık fonksiyonunda lojistik maliyet modeli değişkenleri ve süre değişkenleri kullanılmıştır.

Doğrudan karayolu ve kombine taşıma türlerini içeren ikili (binary) lojit modelde karayolunun seçilmesi olasılığı, P (KARAYOLU), şu bağıntıyla hesaplanır:

$$P(\text{KARAYOLU}) = \frac{1}{1 + e^{[U_{\text{kombine}} - U_{\text{karayolu}}]}} = \frac{1}{1 + e^{-[U_{\text{karayolu}} - U_{\text{kombine}}]}} \quad (4)$$

Burada, doğrudan karayolu ve kombine taşımacılık için yararlılık fonksiyonları, sırasıyla, şu şekildedir:

$$U_{\text{karayolu}} = \beta_1 TM_{\text{kar}} + \beta_2 KZM_{\text{kar}} + \beta_3 GSM_{\text{kar}} + \beta_4 DM_{\text{kar}} + \beta_5 TS_{\text{kar}} + r \quad (5)$$

$$U_{\text{kombine}} = \beta_1 TM_{\text{kom}} + \beta_2 KZM_{\text{kom}} + \beta_3 GSM_{\text{kom}} + \beta_4 DM_{\text{kom}} + \beta_5 TS_{\text{kom}} \quad (6)$$

Doğrudan karayolu taşımacılığına ait yararlılık modelindeki “r” değeri, bu taşımacılık türüne ait sabittir. Yararlılık fonksiyonları arasındaki farkın işareti, deterministik seçim modeline göre doğrudan seçimi belirler.

$$\Delta U = U_{\text{kar}} - U_{\text{kom}} = \beta_1 (TM_{\text{kar}} - TM_{\text{kom}}) + \beta_2 (K / ZM_{\text{kar}} - K / ZM_{\text{kom}}) + \beta_3 (GSM_{\text{kar}} - GSM_{\text{kom}}) + \beta_4 (DM_{\text{kar}} - DM_{\text{kom}}) + \beta_5 (TS_{\text{kar}} - TS_{\text{kom}}) + r \quad (7)$$

Rasgele seçim modeline göre ise, taşıma türlerinin seçilmesi olasılıkları şu şekilde belirlenir:

$$P(\text{KARAYOLU}) = \frac{1}{1 + e^{-\Delta U}} \quad (8)$$

$$P(\text{KOMBİNE}) = \frac{1}{1 + e^{\Delta U}} = 1 - P(\text{KARAYOLU}) \quad (9)$$

Karayolu ve kombine seçim olasılıklarını hesaplayabilmek için, β katsayılarının hesaplanması yani kalibrasyon işleminin yapılması gerekmektedir. Bu kestirim, anket verileri ile yapılmıştır. Kestirim yöntemi olarak enbüyük olabirlik (maximum likelihood) yöntemi kullanılmış ve yukarıda belirtilen üç veri grubu için lojit modellere ait sınamalar, uyum-iyilikleri, tahminler ve değerlendirmeler yapılmıştır. Model 1, 2 ve 3'e ait sonuçlar ve değerlendirmeleri şu şekildedir:

Yük Taşımacılığında Taşıma Türü Seçimi İçin Lojistik Maliyetlere ...

Model 1:

Kullanılan veri tipi: Tüm veri

Gözlem sayısı: 256

Bu modelde, Tablo 2’de görüldüğü gibi, değişkenlerin katsayıları (-) işarete sahiptir ve bu beklenen bir durumdur. Çünkü zaman ve maliyet değişkenleri, yararlılık fonksiyonunda negatif değere sahiptir. Yani katsayı işaretleri açısından model doğrudur.

Her bir katsayıya ait “bahis oranı” (odds ratio) değerlerini gösteren EXP(B) değerleri, değişkenin modele katkısını göstermektedir. Modelde bütün değişkenlerin EXP(B) değerleri 1’den farklıdır. Yani bütün değişkenlerin modele katkısı vardır. Değişkenlerin katsayıları pozitif olduğu zaman EXP(B)>1 olması, değişken arttığında olma olasılığının arttığını gösterecektir ve bu durumda EXP(B) değeri büyüdükçe, o değişken arttığında seçme olasılığı artacaktır. Ancak bizim modelimizde katsayılar negatiftir. Yani bir yararsızlık (disutility) durumu söz konusudur. Bu nedenle EXP(B) değeri ne kadar büyüse, o değişken arttığında seçme olasılığı azalacaktır. EXP(B) değerleri, bulunan katsayı değerleri ile beraber incelendiğinde, ilgili değişkenin modeldeki etkinliğini göstermektedir. Wald istatistiği değerleri bir serbestlik dereceli χ^2 değeri olan 3,8415’den büyüktür ve Wald anlamlılık düzeyleri, 0,05’den küçüktür. Yani model, katsayıları açısından anlamlıdır.

Tablo 2. Model 1 için kestirimler ve sınamalar

Değişken	Katsayı	Standart hata	Wald istatistiği	Wald anlamlılık düzeyi	Bahis oranı
β_1 (Taşıma maliyeti)	-0,131	0,038	11,884	0,047	0,877
β_2 (Kayıp-zarar maliyeti)	-0,039	0,014	7,760	0,023	0,962
β_3 (Güvenlik stoğu maliyeti)	-0,029	0,011	6,950	0,037	0,971
β_4 (Diğer maliyetler)	-0,002	0,001	4,001	0,029	0,998
β_5 (Taşıma süresi)	-0,036	0,009	16,225	0,041	0,965
r (Türe özgü sabit)	2,786	0,446	39,079	0,001	16,217
(-2 LogL) İstatistiği	65,268				
O-O Testi	14,786				
Cox-Snell R ² Analizi	0,784				
Nagelkerke R ² Analizi	0,813				
Hosmer-Lomershow İstatistiği	4,079				

-2 LogL istatistiği iyi bir değere sahiptir, yani model, verileri iyi temsil etmektedir. O-O değeri, beş serbestlik dereceli χ^2 değeri olan 11,0708’ den büyüktür yani H₀ hipotezi

gerçekleşmemektedir. Cox-Snell R^2 analizine göre bağımlı değişkenle bağımsız değişkenler arasındaki ilişki %78,4, Nagelkerke R^2 analizine göre %81,3'dür. Bu oranlar, %50'nin üzerinde iyi oranlardır. Yani bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki oldukça yüksektir. Hosmer-Lomeshow istatistiği ile, modelin verilere uygunluğu ölçülmektedir. C_g değeri 4,079'dur. Bu değer beş serbestlik dereceli χ^2 değeri olan 11,0708'den küçüktür. Ayrıca kuyruk olasılık değeri 0,271'dir. Bu değer, anlamlılık düzeyi olan 0,05'den büyüktür. Bu iki koşul da sağlandığı için model verilere uygundur.

Tablo 3'de görülen modelin genel başarımlık göstergesi tablosu, modelin tahmin başarımlık göstermektedir. Tahmin başarımlık, %80,5 ile iyi bir değere sahiptir. Ancak kombine taşımacılık seçim tahmini, karayolu taşımacılığı seçimi tahminine göre nispeten daha başarılıdır.

Tablo 3. Model 1'in genel başarımlık göstergesi

Gözlenen			Tahmin edilen		
			SEÇİM		% doğru
			0	1	
Adım 1	SEÇİM	0	71	24	74,7
		1	26	135	83,9
	Genel % doğru				80,5

Tablo 4'de, Model 1 için korelasyon matrisi görülmektedir. Korelasyon matrisinde, değişkenlerin birbirleri ile yüksek ilişkide olmadıkları görülmektedir. Değişkenler arasında çoklu bağlantı olsaydı Wald testi sonuçları geçersiz olurdu. Wald testi sonuçları geçerli olduğu için çoklu bağlantı problemi olmamalıdır; korelasyon matrisi de bu durumu göstermektedir.

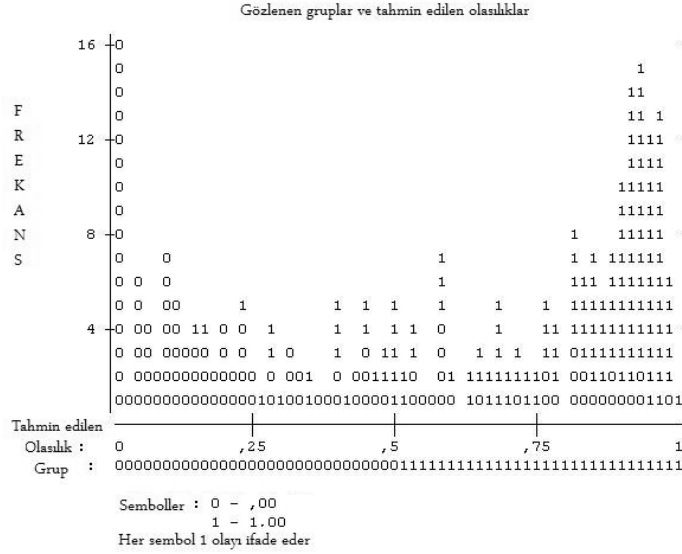
Tablo 4. Model 1'deki değişkenler için korelasyon matrisi

		SABİT TERİM	TAŞIMA	KAYIP	GSM	DİĞER	SÜRE
Adım 1	SABİT TERİM	1,000	-,528	-,111	,114	-,260	,085
	TAŞIMA	-,528	1,000	,480	-,363	-,483	-,288
	KAYIP	-,111	,480	1,000	-,204	,102	-,220
	GSM	,114	-,363	-,204	1,000	,140	,690
	DİĞER	-,260	-,483	,102	,140	1,000	,061
	SÜRE	,085	-,288	-,220	,690	,061	1,000

Şekil 3'de görülen olasılıklar histogramında, yatay hizada yer alan 0,5 değeri, sınır değeridir. 0,5 değerinin sağ tarafında "1" tercihleri, sol tarafında "0" tercihleri sıralanmıştır. Başarılı tahminlerin yapıldığı modelleme çalışmalarında, "1" ler ve "0" lar mümkün olduğunca histogramın kendilerine ait bölümlerinde yer alırlar. Çok daha başarılı model

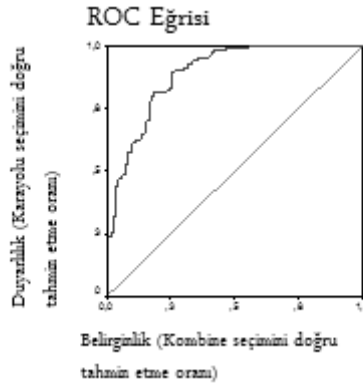
Yük Taşımacılığında Taşıma Türü Seçimi İçin Lojistik Maliyetlere ...

çalışmalarında ise, “1” ler en sağ tarafta, “0” lar ise en sol tarafta sıralanırlar. Histogram, modelin genel başarıml göstergesi tablosunun diyagramla ifade edilmiş halidir. Burada histogram incelendiği zaman, “1” ve “0” ların dağılımlının çoğunlukla doğru kısımlarda olduğu, ancak bir miktar tahminin yanlış yapıldığı görülmektedir. Zaten Tablo 3’de görülen modelin genel başarıml göstergesi tablosu ve ROC eğrisi, bu sonucu destekler niteliktedir.



Şekil 3. Model 1 için olasılıklar histogramı

Şekil 4’de görüldüğü gibi Tahmin gücü (ROC) eğrisi altında kalan alan 0,885’dir. Yani modelin tahmin gücü yüksektir.



Şekil 4. Model 1 için Tahmin gücü eğrisi (ROC Eğrisi)

Zaten modelin tahmin başarıml ortalamasının %80,5 olması da, modelin tahmin gücünün yüksek olduğunu göstermektedir.

Model 2:

Kullanılan veri tipi : Senaryo veri

Gözlem sayısı :112

Doğru bir model yapısında, maliyet ve süre değişkenleri, tür seçimine olumsuz etki yaptığı için (-) işarete sahip olmalıdır. Tablo 5 incelendiği zaman, bütün katsayıların işaretlerinin (-) işarete sahip olmadığı görülmektedir. Model, diğer sınamalarda başarılı olsa da, birinci sınaama olan katsayı uyumsuzluğu nedeni ile başarısızdır. Bu modelin bir tahmin modeli olarak seçilmesi mümkün değildir.

Tablo 5. Model 2 için kestirimler ve sınamalar

Değişken	Katsayı	Standart hata	Wald istatistiği	Wald anlamlılık düzeyi	Bahis oranı
β_1 (Taşıma maliyeti)	-0,086	0,041	4,400	0,055	0,918
β_2 (Kayıp-zarar maliyeti)	-0,044	0,015	8,604	0,025	0,957
β_3 (Güvenlik stoğu maliyeti)	0,044	0,013	11,456	0,039	1,175
β_4 (Diğer maliyetler)	-0,001	0,001	1,000	0,017	0,999
β_5 (Taşıma süresi)	-0,012	0,005	5,765	0,044	0,988
r (Türe özgü sabit)	1,001	0,448	4,992	0,041	2,721
(-2 LogL) İstatistiği	87,251				
O-O Testi	13,024				
Cox-Snell R ² Analizi	0,623				
Nagelkerke R ² Analizi	0,716				
Hosmer-Lomershow İstatistiği	5,430				

Model 3:

Kullanılan veri tipi : Asıl veri

Gözlem sayısı :144

Bu modelde, değişkenlerin katsayıları doğru işarete sahiptir. Model katsayıları açısından anlamlıdır. Tablo 6'da görüldüğü gibi, modelde bütün değişkenlerin EXP(B) değerleri 1'den farklıdır. Yani bütün değişkenlerin modele katkısı vardır.

Wald istatistiği değerleri ve anlamlılık düzeyleri, doğru değerlerdedir; model, katsayıları açısından anlamlıdır. -2 LogL istatistiği değeri 42,248' dir. MODEL 1'de bu değer 65,268'di. Yani MODEL 3, MODEL 1'e göre daha iyi bir şekilde verileri temsil etmektedir.

O-O değeri, beş serbestlik dereceli χ^2 değeri olan 11,0708' den büyüktür yani H_0 hipotezi gerçekleşmemektedir. Cox-Snell R² analizine göre bağımlı değişkenle bağımsız değişkenler

Yük Taşımacılığında Taşıma Türü Seçimi İçin Lojistik Maliyetlere ...

arasındaki ilişki %88,0, Nagelkerke R^2 analizine göre %92,8'dir. Model 1'de bu değerler sırası ile %78,4 ve %81,3'dü. Yani Model 3'de bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki, Model 1'e göre daha yüksektir. Hosmer-Lomeshow istatistiğinde C_g değeri 2,588'dir. Bu değer beş serbestlik dereceli χ^2 değerinden küçüktür. Ayrıca kuyruk olasılık değeri 0,184'dür. Bu değer, anlamlılık düzeyi olan 0,05'den büyüktür. Bu iki koşul da sağlandığı için Hosmer-Lomeshow ölçütüne göre model verilere uygundur.

Tablo 6. Model 3 için kestirimler ve sınamalar

Değişken	Katsayı	Standart hata	Wald istatistiği	Wald anlamlılık düzeyi	Bahis oranı
β_1 (Taşıma maliyeti)	-0,273	,138	3,914	0,045	0,761
β_2 (Kayıp-zarar maliyeti)	-0,010	,002	17,361	0,027	0,990
β_3 (Güvenlik stoğu maliyeti)	-0,014	,003	21,779	0,030	0,986
β_4 (Diğer maliyetler)	-0,001	,000	16,245	0,021	0,999
β_5 (Taşıma süresi)	-0,239	,067	12,726	0,034	0,788
r (Türe özgü sabit)	0,096	0,043	4,984	0,039	0,096
(-2 LogL) İstatistiği	42,248				
O-O Testi	15,091				
Cox-Snell R^2 Analizi	0,880				
Nagelkerke R^2 Analizi	0,928				
Hosmer-Lomeshow İstatistiği	2,588				

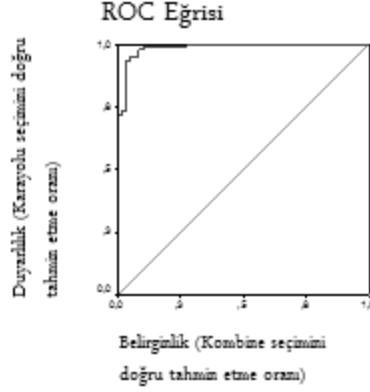
Tablo 7'de görüldüğü gibi, modelin tahmin başarımı ortalama %94,4'dür ve çok iyi bir değere sahiptir.

Tablo 7. Model 3'ün genel başarımlı göstergesi

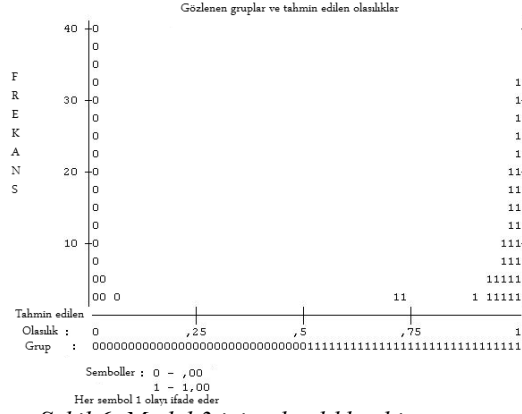
Gözlenen		Tahmin edilen		
		SEÇİM		% doğru
Adım 1	SEÇİM	0	1	
			0	44
	1	2	92	97,8
	Genel % doğru			94,4

Zaten ROC eğrisi altında kalan alan, 0,985'dir ve bu iki sonuç birbirini desteklemektedir. Yani Model 3'ün tahmin başarımı, Model 1'e göre oldukça yüksektir.

Olasılıklar histogramına göre ise, model son derece başarılıdır. "1" 'ler histogramın en sağında, "0" 'lar ise histogramın en solunda yığılmıştır. Model 3, olasılıklar histogramına göre Model 1'e göre çok başarılıdır.



Şekil 5. Model 3 için tahmin gücü eğrisi (ROC Eğrisi)



Şekil 6. Model 3 için olasılıklar histogramı

Tablo 8’de, modele ait korelasyon matrisinde, değişkenlerin birbirleri ile yüksek ilişkide olmadıkları görülmektedir.

Tablo 8. Model 3’deki değişkenler için korelasyon matrisi

		SABİT TERİM	TAŞIMA	KAYIP	GSM	DIĞER	SÜRE
Adım 1	SABİT TERİM	1,000	-,207	,134	,014	,152	,070
	TAŞIMA	-,207	1,000	,409	,036	-,061	,221
	KAYIP	,134	,409	1,000	-,069	-,021	,025
	GSM	,014	,036	-,069	1,000	-,462	,131
	DIĞER	,152	-,061	-,021	-,462	1,000	-,032
	SÜRE	,070	,221	,025	,131	-,032	1,000

Lojistik regresyon analizi sına, değerlendirme ve başarıml ölçütlerine göre Model 3'ün Model 1'e göre daha başarılı sonuçlar vermesi nedeni ile, Model 3, taşıma türü seçimi modeli olarak seçilmiş ve bu model kullanılarak taşımacılık türü tercihini etkileyen bazı önemli değişkenlerin değişmesi durumunda taşıma türü tercihinin nasıl değiştiğini belirlemek amacı ile duyarlılık analizi yapılmıştır.

5. DUYARLILIK ANALİZİ

Duyarlılık analizi, tahmin edilen sonuçta önemli bir değişiklik yaratabilmek için tek bir bağımsız değişkenin değerinde ne kadarlık bir değişiklik yapmak gerektiğini göstermeye çalışan bir analiz yöntemidir. Burada duyarlılık analizi yapılmasının amacı, hangi karar değişkenlerindeki ne kadarlık bir değişmelerin kullanıcıların kombine taşımacılık tercihlerini ne ölçüde değiştireceğini belirlemektir.

Modelleme çalışması sonucu elde edilen Model 3'ün katsayılarına göre, taşıma maliyeti, taşıma süresi, kayıp-zarar maliyeti ve güvenlik stoğu maliyeti, taşımacılık türü seçiminde en etkili değişkenleridir. Diğer maliyetler başlığı altında toplanan sipariş, depolama ve depolamada zaman değeri maliyetleri, taşımacılık türü seçiminde çok az etkili olduğu için duyarlılık analizine dahil edilmemiştir. Taşıma süresi değişkeni de, aktarmada bekleme ve taşıma süresi olarak ikiye ayrılmıştır. Sektördeki çalışanlarla yapılan görüşmeler sonucunda, toplam taşıma süresinin yaklaşık 1/4'ünün beklemede, 3/4'ünün ise hareket halinde geçtiği öğrenilmiştir. Bu nedenle, anket çalışmasından elde edilen toplam taşıma süreleri, 1/4 ve 3/4 oranlarında paylaştırılarak bekleme ve hareket halinde geçen süreler olarak ikiye ayrılmıştır.

Duyarlılık analizinde, kombine taşımacılıkla ilgili olarak, aşağıdaki senaryolar göz önüne alınmıştır:

1. Senaryo1: Taşıma maliyetinin %25 daha az olması.
2. Senaryo2: İstasyonlarda ortalama bekleme süresinin %25 azalması.
3. Senaryo3: Ortalama hareket süresinin %25 azalması.
4. Senaryo4: Kayıp-zarar miktarının %50 azalması.
5. Senaryo5: Güvenlik stoğu miktarının %50 azalması.

Senaryoların duyarlılık analizi sonuçlarına göre kombine taşımacılık tercihleri aşağıdaki oranlarda artmıştır:

1. Senaryo 1: %10,42.
2. Senaryo 2: %4,86.
3. Senaryo 3: %15,28.
4. Senaryo 4: %0,69.
5. Senaryo 5: %1,39.

Duyarlılık analizi sonucunda, taşıma süresi, taşıma maliyeti ve aktarmada bekleme süresi parametrelerinin taşıma türü seçimini ağırlıklı olarak etkilediği görülmüştür. Bu parametrelerin değiştirilmesine dayalı olarak yapılan bir başka duyarlılık analizi sonucunda, başlangıçta % 61 / % 39 olan karayolu / kombine taşımacılık oranlarının, taşıma

maliyetinin % 30, hareket ve (bekleme) aktarma sürelerinin % 40 azaltılması sonucunda %7 / %93 düzeyine kadar değişebileceği görülmüştür. Bu durum bize, taşıma maliyeti, taşıma ve bekleme süreleri değişkenlerinin taşımacılık türü seçiminde çok etkili olduğunu göstermektedir. Kuşkusuz, taşıma maliyetleri ile taşıma ve bekleme sürelerini kısa dönemde bu derecede değiştirmek mümkün değildir. Zaten mevcut kombine taşımacılığın altyapı kapasitesi, bu artışı kaldıramaz. Bu son analiz, sadece bu üç değişkenin tür seçiminde ne kadar etkili olduğunu göstermek üzere yapılmıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılmış olan çalışmada amaç, yük taşımacılığı hizmetini kullananların tercihine dayalı olarak, lojistik zinciri içindeki tüm maliyet kalemlerini dikkate alan, lojit analize dayalı bir tür seçim modeli geliştirmektir. Böylece taşımacılığın karayolundan karayolu-demiryolu kombine taşımacılığına kaydırılması için hangi etmenlerin etkili olduğu ortaya konulmuştur. Yapılan modelleme çalışması sonucunda tür seçimi kararında etkili etmenlerin, taşıma maliyeti, taşıma süresi ve aktarma gecikmesi olduğu belirlenmiştir. Bu etmenlerin iyileştirilmesi ile, taşımacılık türü tercihlerinin kombine taşımacılık doğrultusunda değişmesi beklenmektedir. Bu etmenler firma bazında yani mikroekonomik ölçekte alınacak önlemlerle iyileştirilebileceği gibi, ülke çapında yani makroekonomik ölçekte de iyileştirilebilir. Örneğin kombine taşımacılık tercihinin arttırmak amacı ile, makroekonomik ölçekte modelleme sonucu tespit edilen etmenleri iyileştirmek amacı ile özel sektörün vagon sahipliğinin teşvik edilmesi, ürün tipine ve miktarına bağlı olarak esnek fiyat politikası uygulanması gibi kısa, orta ve uzun vadede politikalar önerilebilir.

Bu konuda gelecekte yapılacak çalışmalara ilgili bazı öneriler şu şekilde sıralanabilir:

1. Analizde kullanılan lojistik maliyet modeli, elde edilmesi mümkün olan verilere bağlı olarak daha ayrıntılı yapılabilir. Çalışmadaki en büyük sorun, veri eksikliğidir. Lojistik maliyetlerin hesabında kullanılacak pek çok farklı dışsal maliyet etkeni bulunmaktadır. Bunların çoğunun ülke koşullarına göre modellenmesi ve parasal karşılıklarının hesaplanması için ülkedeki tüm taşımacılık ağı kapsamında veriler düzenli olarak toplanmalı ve bir veritabanı oluşturulmalıdır. Lojistik maliyetlerin daha ayrıntılı hesaplanabildiği bir lojistik maliyet modeli ile, aynı analiz aşamaları izlenerek daha kapsamlı bir stokastik tür seçim modeli oluşturulabilir.
2. Modelin kalibrasyonu, tek bir güzergahta, tek bir yük tipinden elde edilen verilere göre yapılmıştır. Oluşturulan lojistik maliyet modeli, genel ve esnek bir modeldir. Başka yük tiplerine de uygulanabilir. Çalışmadaki yöntem izlenerek, değişik güzergahlarda, değişik yük tipleri için analizler yapılabilir.
3. Anket çalışmasında oluşturulan senaryolar daha da çeşitlendirilerek, taşıma türü seçiminde karar vericinin tercihleri çok daha ayrıntılı biçimde ortaya çıkarılabilir.

EK: Anket formu örneği

Yük Taşımacılığında Taşıma Türü Seçimi İçin Lojistik Maliyetlere ...

Firma adı:

Anket Tarihi:

Sayın Yetkili;

Aşağıda, yük taşıma türlerinin seçimine ilişkin bir anket bulunmaktadır. Yaptığım araştırma sonucunda, firmanız ile Çanakkale Seramik Firması arasında, karayolu veya kombine (karayolu + demiryolu) taşımacılık yoluyla seramik taşımacılığı yapıldığına dair bilgi edinmiş bulunmaktayım. Bu anket çalışmasında amaç, bu taşıma koridorunda yük taşımacılığının modellenmesidir. Ankete katılacağınızı umuyor ve değerli katkılarınız için şimdiden çok teşekkür ediyorum.

SORULAR:

1. Firmadaki göreviniz nedir?
2. 2005 yılı içerisinde Kale Grubuna ait Çanakkale Seramik Fabrikası'ndan kaç ton'luk taşıma işi yaptırınız?
3. 2005 yılı içerisinde, sözkonusu güzergahta kaç sefer taşıma işi yaptırınız?
4. Çanakkale Seramik Fabrikası ile teslimat için yapılan anlaşmanın tipi?
 Fabrika'dan teslimat Antalya'da teslimat
5. Taşıma işleminde bir aracı firma kullandınız mı? Kullanmış iseniz firmanın ismi nedir?
 Evet Hayır
6. Herhangi bir problemden dolayı ürününüzün geç teslim edilmesi yani düzenli teslimat yapılmaması durumu için, ne miktarda ürünü bir yıl boyunca deponuzda sürekli tutarsınız?
7. Taşıma işlemi aşamasında zarar gören-kaybolan ürün miktarı, bir seferde taşınan ürüne göre ortalama yüzde kaç?
8. Bir adet 20x20'lik banyo seramiğinin ortalama satış değeri kaç YTL'dir?
9. Yıllık depolama maliyetiniz kaç YTL'dir?

Lütfen diğer sayfadaki tabloyu 2005 yılı taşıma bilgilerinize göre doldurunuz.

Taşıma numarası	Miktar(TON)	Sipariş Maliyeti (YTL)		Taşıma Süresi (GÜN)		Taşıma Maliyeti (YTL)		Taşıma Sırasında Kaybolan Ürün Oranı (%)		Seçilen Tür		BU TAŞIMA TÜRÜNÜN SEÇME NEDENİNİZ (BİRDEN FAZLA SEÇENEĞİ İŞARETLEMENİZ DURUMUNDA, KUTUCUKLARA BU SEÇENEĞE VERDİĞİNİZ ÖNEM DERECESİNİ EN ÖNEMLİ OLANDAN EN ÖNEMSİZ OLANA DOĞRU 1-5 ARASINDA YAZINIZ)				
		Kararolu	Kombine	Kararolu	Kombine	Kararolu	Kombine	Kararolu	Kombine	Kararolu	Kombine	Taşıma Maliyeti (Önem Derecesi)	Taşıma Süresi (Önem Derecesi)	Güvenilirlik (Önem Derecesi)	Kayıp-Zarar Oranı (Önem Derecesi)	Diğer (Önem Derecesi)
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																

Yük Taşımacılığında Taşıma Türü Seçimi İçin Lojistik Maliyetlere ...

10. Mevcut maliyet ve süre değerlerini göz önüne alarak, taşıma maliyetinizin %10 azalmasına karşın taşıma süreniz 1 gün artsa, taşımacılık türü tercihinizi değiştirir misiniz?

MALİYET ↓ ; SÜRE ↑

(Ucuz ve yavaş olanı mı, pahalı ve hızlı olanı mı tercih edersiniz?)

MEVCUT	KARAYOLU	DEĞİŞİR <input type="checkbox"/>
		DEĞİŞMEZ <input type="checkbox"/>
	KOMBİNE	DEĞİŞİR <input type="checkbox"/>
		DEĞİŞMEZ <input type="checkbox"/>

11. Mevcut maliyet ve taşımada kayıp-zarar oranı değerlerini göz önüne alarak, taşımada kayıp-zarar gören ürün oranınızın %2 azalmasına karşın taşıma maliyetiniz %10 artsa, taşımacılık türü tercihinizi değiştirir misiniz?

KAYIP-ZARAR ↓ ; MALİYET ↑

(Pahalı ve kayıp-zarar oranı düşük olanı mı, ucuz ve kayıp-zarar oranı fazla olanı mı tercih edersiniz?)

MEVCUT	KARAYOLU	DEĞİŞİR <input type="checkbox"/>
		DEĞİŞMEZ <input type="checkbox"/>
	KOMBİNE	DEĞİŞİR <input type="checkbox"/>
		DEĞİŞMEZ <input type="checkbox"/>

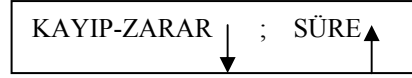
12. Şu an tercih ettiğiniz taşıma türü, teslimatlarını zamanında yapmasa, güvenlik stoğunuzda ne kadarlık bir artış yaparsınız?
13. Mevcut maliyet ve güvenilirlik değerlerini göz önüne alarak, taşıma maliyetinizin %10 artmasına karşın ürünleriniz her seferinde tam zamanında teslim edilse (erken veya geç teslimat riski bulunmasa), taşımacılık türü tercihinizi değiştirir misiniz?

MALİYET ↑ ; GÜVENİLİRLİK ↑

(Pahalı ve güvenilir olanı mı, ucuz ve güvenilirliği düşük olanı mı tercih edersiniz?)

MEVCUT	KARAYOLU	DEĞİŞİR <input type="checkbox"/>
		DEĞİŞMEZ <input type="checkbox"/>
	KOMBİNE	DEĞİŞİR <input type="checkbox"/>
		DEĞİŞMEZ <input type="checkbox"/>

14. Mevcut süre ve taşımada kayıp-zarar oranı değerlerini göz önüne alarak, taşıma süresinin bir gün artmasına karşın kayıp-zarar oranının %2 daha az olması durumunda, taşımacılık türü tercihinizi değiştirir misiniz?



(Yavaş ve kayıp-zarar oranı az olanı mı, hızlı ve kayıp-zarar oranı fazla olanı mı tercih edersiniz?)

MEVCUT	KARAYOLU	DEĞİŞİR	<input type="checkbox"/>
		DEĞİŞMEZ	<input type="checkbox"/>
	KOMBİNE	DEĞİŞİR	<input type="checkbox"/>
		DEĞİŞMEZ	<input type="checkbox"/>

Anketimiz burada sona ermiştir. Yardımlarınız için teşekkür ederim.

Kaynaklar

- [1] FHWA, “Quick Response Freight Manual”, Final Report, Cambridge Systematics et al.,USA, 1996.
- [2] Blanchard, B.S. , Logistics Engineering and Management, Sixth Edition, Pearson Prentice Hall, USA, 2004.
- [3] Bloomberg, D.J., Lemay, S., Hana, J. B., , “Logistics”, New Jersey, Prentice-Hall, 2002.
- [4] Fawcett,S.E.;Vellanga,D.B.;Truitt,L.J., ”An Evaluation of Logistics and Transportation Professional Organizations”, Journal of Business Logistics, Vol. 16,;No:1,pp.300, 1995.
- [5] İTÜ Ulaştırma ve Ulaşım Araçları UYG-AR Merkezi, “Ulaştırma Ana Planı Stratejisi 1. Ara Raporu” , İstanbul, 2004.
- [6] European Comission, “EU Energy and Transport”, http://ec.europa.eu/transport/road/policy/index_en.htm, 2003.
- [7] Pendyala, R.M., Shankar, V.N., McCullough, R.G., “ Freight travel demand modeling. Synthesis of approaches and development of a framework”, Transportation Research Record 1725, 9–18, 2000.
- [8] FHWA, “Guidebook on Statewide Travel Forecasting” , Wisconsin, USA, 1999.
- [9] Friedlaendler, L., Spady, R., “A Derived Demand Function for Freight Transportation”, Review of Economic Statistics, 62, 432-441, 1980.
- [10] Baumol,W.J., Vinod,H.D., (1970), “An Inventory Theoretic Model of Freight Transportation Demand”, Management Science, V.116,N.7,413-421, 1970.

- [11] Abdelwahab, W. "Elasticities of Mode Choice Probabilities and Market Elasticities of Demand: Evidence From a Simultaneous Mode Choice/Shipment-Size Freight Transport Model", *Transportation Research Part E*, vol. 34 (4), ss. 257-266, 1998.
- [12] Cook P., Das S., Aeppli A. ve Martland C., "Key factors in road-rail mode choice in India: Applying the logistics cost approach", *Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conferences*, ss.1281-1283, 1999.
- [13] Danielis,R., "Shipper's Preferences for Freight Transport Services: A Conjoint Analysis Experiment for an Italian Region", *Globalisation, E-Economy and Trade Conference*, 7-9 June 2002, Italy, 2002.
- [14] Zotti, J., Danielis, R., "Freight Transport Demand in the Mechanics' Sector of Friuli Venezia Giulia: The Choice Between Intermodal and Road Transportation", *European Transport*, N. 25-26, ss. 9-20, 2004.
- [15] Danielis, R., Marcucci, E., Rotaris, L., "Logistics Managers Stated Preferences for Freight Service Attributes", *Transportation Research: Part E*, 41(2005), ss. 201-215, 2005.
- [16] Norojono, O., Young, W., "A Stated Preference Freight Mode Choice Model", *Transportation Planning and Technology*, Vol. 26, No.2, ss. 195-212, 2003.
- [17] Shinghal, N., Fowkes, T., "Freight Mode Choice and Adaptive Stated Preferences", *Transportation Research: Part E*, 38, ss. 367-378, 2002.
- [18] Bolis, S., Maggi, R., (2003), "Logistics Strategy and Transport Service Choices an Adaptive Stated Preference Experiment", *Growth&Change*, Vol.34, ss.490-504, 2003.
- [19] Dullaert, W., Vernimmen, B., Aghezzaf, E., Raa, B., "Revisiting Service-level Measurement for an Inventory System with Different Transport Modes", *Transportation Reviews*, Vol. 7, ss. 273-283, 2007.
- [20] Long, D., "International Logistics:Global Supply Chain Management", Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, 2003.