



LİMAN LOJİSTİK SİSTEMLERİNİN OPTİMİZASYONUNDA OYUN TEORİSİ YAKLAŞIMLARI GAME THEORETICAL ASPECTS IN OPTIMIZING THE SEAPORT LOGISTICS SYSTEMS

Fatma KETHUDAOĞLU*

Öz

Liman lojistik sistemlerinin birbiri ile ilişkili 3 ana bileşeni bulunmaktadır: üretim, pazar ve dağıtım. Bu 3 bileşen aynı anda iki temel amaca hizmet etmek üzere mümkün olduğunca verimli çalışmalıdır. Bir yanda müşteri memnuniyetini arttırmak, diğer yanda karı maksimize etmek gibi iki temel amaç söz konusudur. Liman lojistik sisteminde liman yönetimi, taşıyıcılar ve iç nakliyeciler olmak üzere 3 temel oyuncu bulunmaktadır. Liman yöneticileri, mümkün olan en çok sayıda gemiyi limanlara çekmeye yönelik politikalar sunan bir oyuncu olarak görülmüştür. Taşıyıcı, sağladığı taşıma hizmeti ile uluslararası konteyner yük taşıyıcılığından elde ettiği karı maksimize etme amacını gütmektedir. İç nakliyecisi ise, lojistik maliyetlerini en aza indirmeyi hedeflemektedir. Bu çalışmada heterojen oyuncular arasındaki dikey ilişkiler ve homojen oyuncular arasındaki yatay ilişkiler, oyun teorisi yaklaşımı kullanılarak araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Liman Lojistik Sistemleri, Oyun Teorisi, Liman Yönetimi, Politika.

Abstract

Seaport logistics system have three interrelated major components namely, production, market and distribution. These three parts should work altogether as effective as possible to obtain two main objectives at the same time. To increase the customer satisfaction in one side and to maximize of producer profit in the other side. There can be considered three players in the seaport logistics system; port administrators, carriers and domestic shipper. The port administrators in this paper are treated as a player who presents his port administrators policy in order to get as many vessels as possible. The carrier intends to maximize his revenue from international container cargo transportation providing liner service. The shipper aim to reduce the total logistics costs as possible. In the study, vertical relations between heterogeneous players and horizontal relations between homogeneous players are investigated using a game theoretic approach.

Keywords: Seaport Logistic Systems, Game Theory, Seaport Management, Politic.

Giriş

Oyun teorisi, üretici, hizmet sağlayıcı ya da araçlar gibi birden fazla tarafı içeren bir karar alma yöntemidir. Her iktisadi yapı ve organizasyon, yönetime ilişkin stratejik kararlarını alırken, bir diğerinin ne yapacağını düşünmek zorundadır. Statik oyunlar, veri bir zaman dilimi içerisinde oyuncuların, oyundaki rakiplerinin hareketlerini bilmeden eş anlı olarak karar vermesi sonucu meydana gelmekte; strateji ve kazançlar üzerine odaklanmaktadır. Oyunculardan her birinin, kendisinin ve rakibinin olası strateji kombinasyonları çerçevesinde ortaya çıkan getirilerini bildiği oyunlar şeklinde tanımlanabilen tam bilgili statik oyunlar, Nash dengesi aracılığıyla çözülebilmektedir. Dinamik oyunlarda ise, karar alma süreci ardışık şekilde meydana gelmekte; kararlar çok sayıda zaman diliminde alınmakta ve oyuncular belirli bir sıralamaya göre hareket etmektedir (Nash, 1944: 28). Klasik literatür, endüstriyel kuruluşlarda oyun teorisi uygulamalarıyla genellikle eksik bilginin dinamik oyunları şeklinde bilinen statik ve tam bilginin dinamik oyunları şeklinde bilinen statik olmak üzere 4 oyun üzerinde durmaktadır. Dengenin Nash, Alt Oyun, Bayesian ve Tam Bayesian Denge olarak adlandırılan dört unsuru bulunmaktadır.

Oyun Teorisi'nin en önemli araçlarından biri olan "Nash Dengesi", oyuncuların belli özellikler taşıyan strateji seçimlerine verilen isimdir. Dengenin çözümünde, başkaları tarafından belirlenecek stratejilerin her bir oyuncu tarafından bilindiği varsayılırken, hiçbir oyuncu tek taraflı olarak kendi stratejisini değiştirerek daha iyi bir konum elde edememektedir. Bir oyuncu için seçilmiş eylem, diğer oyuncuların seçtikleri eylemler gözetildiğinde oynanabilecek (getiri anlamında) en iyi eylemse ve bu özellik tüm oyuncular için sağlanıyorsa bu eylemler bir "Nash Dengesi" oluşturmaktadır. Eksik bilgili statik oyunlardan Statik Bayesian durumdaki; en az bir oyuncunun, diğerinin karşılıklı strateji seçimleri sonucunda ortaya çıkan kazancı bilmediği varsayılmakta ve Bayesian Nash dengesi aracılığıyla çözülmektedir. (Koç vd., 2009: 6) Bayesian Nash çözümü ya da alt mükemmel oyun ile oluşturulan hassas denge, Tam Bayesian Dengenin çözümü olabilmektedir. Her bir oyunun özellikleri aşağıdaki şekilde görülebilmektedir:

* Dr., Maliye Bakanlığı, f.turgut41@gmail.com



Tablo 1: Oyun Teorisi Yaklaşımları

Çözüm Konseptleri	Nash Dengesi	Bayesian Nash Dengesi	Alt Oyun-Bayesian Nash Dengesi	Tam Bayesian Denge
Uygulama Tarafından Önerilen	John Nash Statik Oyun Pür Strateji	Reinhard Selten Dinamik Oyunlar Karma Strateji	John C. Hansanyi Statik Oyunlar	N/A Dinamik Oyunlar Sıralı Oyunlar
Açıklamalar	Normal Form Yaygın Form	Yaygın Form	Yaygın Form	Yaygın Form
Yaklaşımlar	Sabit Nokta Teorisi	Tersten Tümevarım	Bayes Kuralı	Güncellenen İnanışa Dayalı Sıralı Rasyonellik
Bilgi Seti	Tam	Tam	Eksik	Kusurlu

Kaynak: Shi, Voß, 2011: 305.

Çözümlemelerde oyunlar genelde matrix ya da formülasyon yoluyla ifade edilmektedir. Bu formdaki oyunlar, 1'den n'e kadar indislenen (alt gösterge verilen) oyunculardan; stratejiler ya da daha genel ifadeyle i. oyuncu için x_i şeklinde indexlenen stratejiler setinden; her oyuncunun hamlesi sonucu elde ettiği $\Pi_i(x_i, x_1, \dots, x_n)$ kazancından oluşmaktadır. Oyundaki bir oyuncu, mevcut seçenekler arasında karar alan ve stratejiyi seçen kişi ya da iş topluluğudur. Oyundaki strateji, oyuncunun seçebileceği alternatif seçenekleri tanımlamaktadır. Bir oyuncunun kararı, diğerlerininkini etkilemektedir. Statik bir oyunda, oyuncular kararlarını diğerinin kararlarına ilişkin bilgi sahibi olmaksızın eş zamanlı olarak almaktadırlar. Dinamik bir oyunda ise, oyuncular kararlarını farklı zamanlarda almakta, diğerlerinin kararları açıklandığından sıralı bir karar alma süreci oluşmaktadır. Bu şekildeki bir süreç, genelde oyuncuların tarihsel tecrübelerine dayanmaktadır. Dengede, oyunun her bir oyuncusu kendisini, oyuna katılan hiçbir oyuncunun vazgeçmeyeceği bir stratejiye uyarlamaktadır.

Bir oyuncunun kazancı, oyuncunun kendi stratejisini seçtiği zamanda elde ettiği ticari faydayı ifade etmektedir. Kazanç maksimizasyonu oyuncunun genellikle en nihai hedefidir. Bu çalışmada, karar alıcıların denizcilik alanında faaliyet yürüttüğü düşünülmektedir. Böylece oyun kategorileri ve uygulamaları, ağ temelli bir hizmet olan denizcilik sektörünü hesaba katan bir sektörel bakışı içermektedir. Bu bağlamda, bir oyuncu, gemi taşıma işletmecisi (operatörü), serbest çalışan yük gemisi işletmecisi (operatörü) ya da bütün piyasada ortak şekilde çalışan taşıyıcılar birliği olabilmektedir. Stratejiler seti, mevcut durumdan sapma veya diğer rakiplerle işbirliği olup olmaması durumunu içermektedir.

Taşımacılık sektörü, deniz yolu ile gemiler vasıtasıyla limanlar arasında ulaştırma hizmeti sağlamaktadır. Bu hizmet, temel olarak mevzuat ve politikaları takip ederek taşımacılık hizmetini yürüten ve arz tarafını oluşturan taşıyıcılar tarafından oluşturulan ağlara dayanmaktadır. Nakliyeciler, ulaştırma hizmetlerinin talep yanını temsil etmektedirler. Bir nakliyeciyi taşıyıcılardan birinin teklifini kabul ederken, navlun oranlarının yanı sıra, diğer nakliyecilerin beklentileri, zayıf fiyatlandırma, risk ve tıkanıklık gibi faktörleri hesaba katarak karar vermektedir. Taşıyıcılar da benzer şekilde oyun stratejilerini belirlerken, kapasite üstü, kıyasıya rekabet, çeşitlendirme eksikliği ve diğer negatif faktörlerden sakınmaya çalışmaktadır. Bu nedenle, nakliyeciler ve taşıyıcılar, oyunda rakiplerinin ne yaptıklarını düşünmeden harekete geçmeyecek şekilde düşünen oyuncular olarak kabul edilmektedir. Buna ek olarak, nakliyeciler ve taşıyıcılar, denizcilik sektöründeki politika ve düzenlemelere uygun şekilde hareket etmektedirler. Politikaları tasarlayan regülatörlere nakliyeciyi ve taşıyıcıların verecekleri tepki hesaba katıldığında, politika yapımcıların yani regülatörlerin oyunlarda bir oyuncu olarak ele alınması gerekliliği anlaşılmaktadır. Denizcilik sektöründe oyuncular arasındaki etkileşimler, her bir oyuncunun strateji seti üstünde dikkate değer bir etkiye sahiptir. Farklı taşıyıcılardan oluşan homojen oyuncular arasındaki ilişkiler yatay bir ağ yapısı olarak değerlendirilirken, nakliyeciyi ve taşıyıcıların oluşturduğu heterojen oyuncular arasındaki ilişkiler dikey olarak ele alınmaktadır. Ulaştırma hizmetinin işleyişinde, denizcilik sektöründe destek hizmetlerini sağlayanlar ara hizmet birimlerinin entegrasyonu da önem arz etmektedir. Örneğin, karayolu nakliye hizmetlerinde adrese teslim işinde olabilmek için kargo taşıyıcıları ile entegre olmak gerekmektedir.

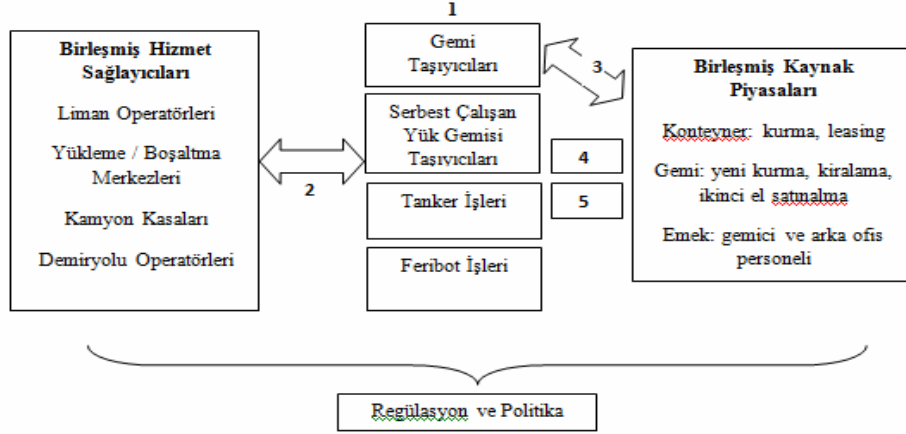
Oyun teorisi, deniz taşımacılığı sektör analizinde, çoklu seçimlerin diğerlerinin kazançlarını etkilediği durumlar için yardımcı bir araç olarak kullanılabilir. Çalışmanın amacı, denizcilik sektöründe yer alan homojen ve heterojen oyuncuların davranışlarıyla mevcut literatürü ilişkilendirmek ve oyun teorisinin denizcilik sektöründeki ağ ilişkilerini ortaya koyması bakımından faydalı bir araç niteliğinde olduğunu vurgulamaktır. Denizcilik endüstrisindeki herhangi bir oyuncu, serbest piyasa koşullarında, monopol, düopol hatta oligopol piyasası koşullarında temelde birleşmeye yönelik, rekabete yönelik ya da her ikisini içeren oyunlar oynayabilmektedir. Aynı değerler zincirini paylaşan oyuncular bazen diğerleriyle

bir araya gelebilmekte; ileri derecede bütünleşmiş hizmetleri nihai tüketiciye sunulabilmektedir. Bu şekilde dikey ilişkiler belirgin hale gelmektedir. Dikey bağlantılı oyuncular, yük gemisi taşıyıcıları, liman işletmeleri, nakliyatçılar, yükleme/boşaltma merkezleri ve hinterlandında yer alan taşıyıcılar şeklinde sıralanabilmektedir. Diğer taraftan oyuncular arasındaki ilişkilerin simülasyonunda lider - takipçi modeller de kullanılabilir. Görece fazla deneyim ve müzakere gücüne sahip oyuncular, kendilerini eşitlerinden ayırarak lider rolü almakta; nispeten yetersiz tecrübe ve bilgiye sahip olanlar ise, takipçi olarak görülmektedir.

1. Denizcilik Ağındaki Oyunlar

Sektörel bir bakışla taşıma sistemi, üzerinde yük ve yolcu hareketliliğinin meydana geldiği bağlantılar ve düğümlerin mekansal sistemini oluşturduğu (Talley, 2009: 88) bir nakliye ağını ifade etmektedir. “Düğüm”, yayılan yolcu veya yük hareketliliğinin ulaşım ağında yer alan yükleme / boşaltma merkezi ya da uğrama limanı şeklindeki bir merkezdir. İki taşıma düğümü arasındaki “fiziksel bağlantı” ise, demir yolu, deniz, hava, kara yolu gibi bir taşıma alternatifini ifade etmektedir. Şekil-1’de şematize edilen taşıma ağı, “dikey düğümler” ve “kenar bağlantılar”dan oluşmaktadır (Gross et. al., 2006: 72). Servis sağlayıcılar, uğrama limanlarına uygun şekilde tekrarlanan bağlantılı hizmet rotaları oluşturabildiği gibi, bir yolun oluşmasında düğümler ve bağlantıların tekrar etmesi zorunluluğu bulunmamaktadır. Bir karar alıcı, diğer bağlantıların kapasite ve yönetimlerini içeren bilgileri inceledikten sonra rotasını belirlemektedir. Oyun teorisinin altında yatan temel ilkeleri temsil eden düğümler, karar alıcıların dikkatle incelemesi gereken bir husus olduğundan ağ bağlantı ve düğüm oyunları birlikte araştırılmıştır.

Şekil 1: Denizcilik Sektörü İlişki Ağı Diyagramı



“Temel nakliye (shipping) sektörü”, yük gemisi taşıyıcılığı, tarifersiz nakliye, tanker ve feribot işinden oluşmaktadır. “Yük gemisi taşımacılığı (liner shipping)”, okyanus taşımacılığı ya da kısa mesafe deniz taşımacılığı olduğuna bakılmaksızın uğranılacak limanın planlandığı ve ilan edildiği bir taşıma hizmetidir (Shi et. al., 2008: 1-26). “Tarifersiz nakliye”, ard arda planlanan uğrama limanlarına dayanmayan daha çok sefer sözleşmesi ya da navluna dayalı sözleşme ile talebe uygun yükün yüklenmesi ve dağıtımını içeren taşıma türüdür. “Tanker taşıma”, tarifersiz nakliyelerle benzer karakterdedir. Aralarındaki temel fark, taşınacak yükün ham petrol, petrol ürünleri ve kuru yük olup olmadığı ile ilgilidir. “Feribot” ise yolcu hizmeti sunmakta olup süreklilik arz etmediğinden bu çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur. Temel denizcilik (shipping) sektöründe, homojen taşıyıcılar (carriers) arasındaki stratejik birleşme ve rekabet, yatay oyunlar şeklinde meydana gelmektedir. Taşıyıcılar (carriers) farklı limanları bağlayan bağlantılar olarak değerlendirildiğinde, rekabet ve birleşme ile ilgili olan taşıyıcı, yatay ilişkilerin öznesi olarak görülebilmektedir. Bu durumda, bir bağlantı oyunu, sunulmuş olan bağlantıların bütünleştirilmesi ve ayrıştırılması yoluyla bağlantıların oluşturulması ve yolların yeniden yapılandırılması ile ilgili olmaktadır.

Şekil-1’in sol tarafında, taşıma hizmetinin bileşenleri olarak, liman operatörleri (işletmeleri), yükleme/boşaltma merkezleri, demiryolu operatörleri ve üçüncül lojistik hizmet sağlayıcıları sıralanmaktadır. “Limanlar” ve “Yükleme/Boşaltma Merkezleri”, hizmet ağındaki uyuma katkı sağlayan düğümlerdir (Talley, 2009: 95). Mecazi olarak bir düğüm, hinterland bağlantısı olarak bilinen depolama kapasitesi ve verimini arttırması sebebiyle daha fazla bağlantıyı kendisine çekmeyi hedeflemektedir. Benzer ticari bölge ya da coğrafi bölgedeki diğer rekabetçi düğümler, merkeziliklerini sürdürebilmek için birbirleriyle rekabete girişmektedirler. Kapasiteleri sınırlı olduğu durumlarda bazı düğümler, var olan merkezlerle işbirliğine girmektedirler. Dolayısıyla, birleşme ve rekabet ile ilgili olan limanlar ve yükleme/boşaltma merkezleri, homojen oyuncular arasında yatay ilişkilerin merkezi olarak görülebilmektedir. Özetle, bir düğüm oyunu, düğümün durumunu değiştirmesi bakımından düğümle ilgili



çekiciliğin/merkeziliğin ayarlanmasını hedeflemektedir. Bağlantılar, potansiyel risklerden kaçınmak için nakliyecilikteki bekleme ve toplam yolculuk süresini kısaltacak verimli ve etkin düğümlere yöneleceğinden, çekicilik düğümler açısından etkin kılındığı takdirde daha yüksek düzeyde erişilebilirlik ve kapasite sağlanacaktır.

Bağlantılar, mevcut düğümleri gözlemleyerek aralarında bir seçim yaparken; düğümler, kendilerini daha yüksek karlılık seviyelerine ulaştıracak ve kapasitelerini geliştirecek bağlantıları seçmektedir (Rimmer, 1998: 193-208). Bu durumda, heterojen oyuncular arasında dikey ilişkiler meydana gelmektedir. Şekil-1'in sağ tarafında, denizcilik sektörünü destekleyen kaynak pazarının nasıl ilişkilendirildiği gösterilmiştir. Konteynerların inşa edilmesi, kiralınması ya da işçilerin istihdam edilmesi, pazarlık ve açık arttırma oyunları yoluyla çözümlenebilmektedir. (Şekil-1'deki 3 ve 5 nolu bağlantı) Eğer gemiler konuşlandırılırsa, optimizasyon planları ve ağ oyunları gündeme gelmektedir. (Şekil 1'deki 4 nolu bağlantı) Düzenleme ve politikalar, kendiliğinden davranan birleşmiş oyuncuların olası davranışlarını kontrol ederek yönetmektedir.

Deniz nakliye (shipping) sektöründe, oyuncuların birbirleri ile kurdukları etkileşim ile piyasa mekanizmasını etkinleştirmeye yönelik piyasa düzenleyicilerin karar alma süreçleri değerlendirildiğinde yük gemisinin (liner) nakliye piyasasına girmek isteyen ve işini çeşitlendirmeye çabalayan bir taşıyıcı (shipping carrier) olduğu varsayılmaktadır. Bu taşıyıcı, yük gemisi işine başlarken pazara giriş engeli ile karşı karşıya kalmakta; strateji seti, pazara girmek ve girmemekten oluşan 2 seçenekten oluşmaktadır. Piyasada daha önceden faaliyet gösteren mevcut yük gemilerinin strateji seti ise, 2 seçenekten oluşmaktadır: Yeni girişlere karşı kendisini korumak veya tam tersi yeni girişlere izin vermek. Yeni ve mevcut yük gemilerinin her ikisinin de kazancı, kar matrislerinden etkilenmektedir. Yeni yük gemisinin ilk oyunda başarılı olduğu durumda, bu geminin, mevcut yük gemisinin stratejik ortaklarından biri olduğu düşünülmektedir. Sonrasında, karın adil tahsisi sorunu gündeme gelmektedir. Yeni yük gemisi, birleşmek için eğer yeterince sermaye ve filoya sahip değilse, açık arttırma oyununun bir türü olarak modellenen kısmi kiralama yöntemi (slot chartering) bir ortaklık şekli olarak düşünülmektedir. Denizcilik sektörü sürekli değiştiğinden, yük gemisi kendi rekabet stratejisini ötelenen ve evrimsel alt oyunlarda keşfedilmemiş bilgiyi öğrenerek düzenleyebilmektedir. Eğer bu yük gemisi yeterince iyi bir performans gösterirse, liman işletmeciliği işi olarak bilinen konteyner yapımı ve leasing işi gibi ilgili sektörlerde yatırım yapabilmektedir. Buna ek olarak, müşteri ilişkileri yönetimini de geliştirmeye ihtiyaç duymaktadır: Gönderici/nakliyatçı (shipper), kendi faydasını deniz rotasındaki tıkanıklıklardan kaçınarak maksimize etmelidir. Benzer şekilde, yük gemisi de limanlardaki tıkanıklıklardan kaçınarak maliyetlerden tasarruf sağlamalıdır. Böylece, ağ oyunlarını hesaba katarak denizcilik ağını araştırmak, yük gemisi ve nakliyatçı için faydalı bir yöntem sunmaktadır. Yük gemisi pazardan mümkün olduğunca daha büyük pay alabilmek için ilgili mevzuat ve politikaları takip etmelidir. Bu iş, zamanla sofistike bir hale gelerek, denge yaklaşımı geliştirmeye çalışan diğer oyuncuların algoritmik sistemlerini yapılandıran davranışlarına karşılık hızlı cevap verebilmeyi gerektirmektedir.

1.1. Homojen Oyuncular Arasındaki Yatay İlişkiler

Hizmet tabanlı bir ağda basit bir oyun senaryosunda yük gemisi şirketlerinin bir kısmı piyasada neredeyse benzer hizmetleri sunmaktadır. Her bir liman aracılığıyla yürütülen hizmet, düğümler olarak kabul edilen uğrama limanları ile kenarlar seti olarak görüldüğünde bir ağ oluşturmaktadır. Yönlendirilmiş

bir ağ, $G = (V, E)$; düğümlerin sonlu kümeleri $v \in V$ ve kenarları $e \in E$ şeklinde düşünülebilir. Bu durumda,

yük gemisi taşıyıcıları, nakliye hizmet ağını oluşturduklarından (örneğin I_1, I_2, \dots, I_n şeklinde) ağın sahipleri olarak görülmektedir. Eşitlik-1'de yer alan I_1 bir gemiyi ifade edilmiştir. Belli bir kenarın bütün kapasitesi ise

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i$$

şeklinde gösterilmiştir. q_i , I_1 gemisinin bir kenar boyunca sahip olduğu kapasitesini göstermektedir. Veri kapasite, bütün gemi taşıyıcılarıyla sağlanmakta; bu kenarın taşıma hizmet fiyatı ise,

$$p = p(Q) = a - b \sum_{i=1}^n q_i \quad (1)$$

olmaktadır. Bu denklikte, a ve b , fiyat-arz ilişkisini tanımlayan pozitif parametrelerdir. Bir gemi, oyuncu olarak görüldüğünde, strateji seti kesin kapasite miktarlarını sunan farklı seçeneklerden oluşmaktadır. Daha büyük miktarda bir arz (Q), daha düşük bir piyasa fiyatına işaret etmektedir. Bu



nedenle a ve b farklı senaryolardaki Q ve p değer serileriyle tahmin edilmekte; kapasite q_i ile gösterilmiştir. Bu oyuncunun kazancı,

$i = 1, 2, \dots, n$ ($i \neq j$) için

$$u_i = q_i p(Q) - c_i q_i \quad (2)$$

şekindedir. c_i maliyet fonksiyonunu ifade etmektedir. Çıkarıcı olarak kabul edilen gemi taşımacısı tarafından bakıldığında, başarılı bir oyunun amacı, Eşitlik-2 ile ifade edilen kar fonksiyonundaki çıktıyı maksimize etmektir. Düğüm oyunları ile oyunların bağlarının birlikte irdelenmesi gerekmektedir. Bu bölümde, yatay rekabet ve homojen oyuncular arasında birleşme olduğu düşünülmüştür. İşleyiş, karmaşık oyunlara dönüşmeden önce piyasaya giriş oyunundan bahsetmek faydalı olacaktır.

1.1.1. Pazara Giriş Engeli Oyunları

Bir gemi, kesin bir rotaya girmeye kalkıştığında mevcut gemilerle arasında bir rekabet meydana gelmektedir. Bu durumda, piyasaya giriş engeli oyunu geçerlidir. Benzer rotayı izleyen bir gemi, bir başka gemi piyasaya ilk defa girmek istediğinde, benzer planlama ve organizasyon ile hizmet sunumunu daha düşük bir fiyatlandırma ile sunmaktadır. Böyle bir konumlanmanın amacı, giriş caydırıcılığını oluşturmak ve yeni girişleri önlemektir (Fusillo, 2003: 100-115). Bu düşük fiyatların kayıpları, mevcut gemilerin bağlı oldukları karteller arasında bütünüyle dağıtmakta olup, zarara ortaklaşa katlanılmaktadır. Düşük fiyat rekabeti koşulları altında yeni girişlerle piyasada tutunabilen gemi sayısı az olmaktadır. Bu sistemin işleyebilmesi için, birleşen şirketlerin oluşturduğu kartelin, rakiplerinin maliyet fonksiyonunu bilerek karşılaştırmalı bir tahminde bulunması gerekmektedir.

1.1.2. Adalet ve Güç Endeksleri

Öncü ve takipçi oyuncular, genellikle performans güçlerine dayalı olarak faaliyetlerini sürdürmektedir. Diğer bir deyişle, stratejik işbirliklerinde asimetri mevcuttur (Harrigan, 2006: 205-226). Adalet, karların ya da maliyetlerin ortalama temelinde dağılımı anlamına gelmemelidir. Düzenleme ve politikalar, birleşen ve diğerleriyle eşzamanlı olarak karşılıklı hesaplar yapan oyuncuların olası davranışlarına uygun şekilde yönetilmekte ve kontrol edilmektedir.

Ortaklar ya da danışıklı dövüşen oyuncular, yalnızca organizasyonun formasyonu olarak değil, aynı zamanda etkili bir mekanizmanın tasarlanması bakımından yinelenen bir prosedür şeklinde düşünülmektedir. Örneğin, nakliye kartellerinin istikrarsızlığı, ekonomi teorisinin standart bir özelliğidir (Sioström, 1989: 1160-1179). Adalet oyunları, nakliye birlikleri arasındaki ittifak ve çekişmelerin varlığını açıklamak üzere kullanılabilir (Zhao, 2009: 373-399). Bağlılık mekanizmasının tasarımı temel bir faktör olarak, ortaklar arasındaki adalet ele alınmalıdır. Devam eden bölümde, denizcilik endüstrisinin oyuncuları arasındaki etkileşim üzerinde durulacak; bireysel ve kolektif rasyonel değerlendirecek; oyun teorisi mekanizmasının tasarlanması yoluyla piyasa düzenleyicilerin etkinliğini nasıl sağladığı irdelenecektir.

1.1.3. İhale Oyunu

Geleneksel taşıma kooperatiflerinin sayısındaki azalmayla birlikte, yük paylaşımı, yer değişimi ve gemi kiralama ya da bir diğer adıyla kısmi değişim şeklinde üç şekilde sınıflandırılabilen yenilikçi iş birliği şekilleri meydana gelmiştir. Bu işbirlikleri arasındaki temel fark incelendiğinde, yük paylaşımının daha çok ağ bütünleşmeleri ile yükleme/boşaltma üzerine odaklandığı görülmektedir (Evangelista, et. al., 2000: 13). Buna karşılık yer değişiminde daha çok rota uygulamalarına önem verilmektedir. Gemi kiralama (kısmi değişim) ise, fiyat ve miktar kararlarından etkilenmektedir. Gemi taşıyıcıları arasındaki rekabet ve işbirliği ile ilgili olarak, örneğin bağlantı oyununda, nakliyecilerin seçimleri, gözlemlerin çeşitleri, oligopol piyasasının durumu, kapasite sorunları ve karın tahsisine dayandırılmaktadır (Fusillo, 2003: 100-115). Homojen gemi taşıyıcıları arasındaki ilişkiler işbirliksiz oyunlar bakımından tartışıldığında, çeşitli modellere yol açabilecek farklı bakış açıları oluşmaktadır. Kapasite sınırlaması açısından, bir oyuncunun müzakereye dayalı olarak limanda yer tahsis talebine ilişkin pazarlık oluşmasının ardından diğer oyuncunun yer tahsisini azaltması sebebiyle sıfır toplamlı bir oyunun iki kişisi olarak görülmektedir. Bu anlamda, değişkenlerin kararı, her bir oyuncuya tahsis edilen yerlerin miktarına bağlıdır (Shi, Meersman, et. al., 2008: 22). Pazarlık süreci bakımından, slot chartering (gemi kiralama) problemi, uzun vadeli etkin bir ikmal mekanizması bulunup bulunmamasına da bağlı olabilmektedir. Slot chartering fiyatı için oluşturulan mekanizma, liman alanları ile birlikte gözlemlenerek değerlendirilmelidir.

1.1.4. Yinelemeli ve Evrimsel Oyunlar

Müzakere süreçleri açısından bakıldığında, yinelenen alt oyunlar, her bir kapasiteyi ya da ekstra karları etkilemektedir (Shi et. al., 2008: 60-70). Yinelenen oyunların bir çıktısı, süregiden oyunların evrimini vurgulamaktır. Oyuncular, hem görece rasyonel çıkarlar, hem de oyunlarda daha çok bilgi elde etmeye



çalışmaktadır. Ayrıca, alt oyun mekanizması daha gerçekçi, ya da daha adil başka bir alternatif oluşturabilmektedir. Bu olasılıklar sadece yinelenen oyunlara dayalı olarak gerçekleştirilebilmektedir. Müzakere sürecinde yineleme, tüm oyuncuların vermiş oldukları en iyi cevaplar dizisi şeklinde yorumlanmaktadır (Cachon, and Netessine, 2004: 37-51). Oyunun başlangıcı nasıl olursa olsun, sonuç benzerdir. Oyunun daralan yinelemesinin özelliğine, gemi taşıyıcıları arasındaki yer paylaşımı anlaşmasının bir formu olarak açıklamak üzere başvurulabilir. Anlaşmanın istikrarı için piyasa koşulları hayati önem arz etmektedir. Bir kez piyasa değişikliği olduğunda, örneğin navlun oranlarının keskin şekilde artışı durumunda, kesin anlaşmalarla kurulan mevcut durağan denge, kararsız bir denge durumuna dönmekte ya da daralma (contraction) süreci kendi yolundan sapmaktadır.

1.1.5. Asimetrik Bilgi

Nakliye anlaşmalarına dahil oyuncular arasındaki eksik ve kusurlu bilgi açısından, doğru maliyet ve piyasa payı üzerindeki bireysel tahmin, her bir oyuncunun işlerinin gizliliğine dayanmaktadır. Oyuncular, miktar seçenekleri ve dolayısıyla diğer oyuncuların farklı hareket ve davranış performanslarına bağlı olarak her bir olası kapasite miktarı hakkında bilgi sahibi değildirler. Bu durum asimetrik bilgiyi ifade etmekte olup, bilgiye erişim bakımından oyuncuların eşit düzeyde bulunmamasını anlatmaktadır.

Bilginin heterojen dağılımı, nakliye ile ilgili bazı şirketlerin kendi maliyetleri ve operasyon prosedürleri ile ilgili olarak üstün bilgi oluşturabilecekleri gerçeğinden kaynaklanmaktadır. Bazı durumlarda bir oyuncu diğer bir oyuncunun stratejisini bilmeksizin aynı anda eylemlerini seçebilirler. Bu durumda oyun, statik olarak görülebilir. Eğer bir gemi, seçimini yapmadan önce diğerinin seçimini biliyorsa, bu oyun dinamik bir oyundur. Bir oyuncu, birkaç saf strateji arasında kayıtsız olduğunda, karmaşık bir strateji kullanmak isteyebilir. Karışık strateji düşünüldüğünde, bu bir oyuncunun başka bir oyuncunun yapacağı hakkında kararsız olduğu anlamına gelir. Yani, stratejisinin her bir eylemi, diğer oyuncuların hareketlerine daha iyi cevaplar verebilecektir. Asimetrik bilgi, optimum kararlar almayı güçleştirmektedir.(Fink, 2004: 234-248) Asimetrik bilgi sebebiyle, oyuncular artık tam homojen değildirler. Bu oyuncular, oyunun lideri ve takipçileri şeklinde sınıflandırılabilir.

1.1.6. Varlık Akışı

Ulaştırma hizmeti sağlamak için kullanılan varlıklar, bütün ağda mevcut olup her durumda etkin şekilde kullanılmamaktadır. Özel ürünlerin özellikleri dikkate alındığında, taşıma kapasitesinin her zaman miktar bakımından müşterilerin ihtiyaçlarına uygun çözümler sunmadığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle, hizmet yetersizliği ya da kapasite fazlası meydana gelmektedir. Her iki durumda da taşıma kapasitesi ve müşteri ihtiyaçları arasındaki dengesizlik, ekstra maliyetleri gündeme getirmektedir (Khouja, 1999: 537-553). Gemiler seyahate başladığında, taşıma kapasitesinin dolmaması durumunda hizmet yetersizliği bakımından meydana gelecek ekstra maliyetler, alternatif maliyet olarak değerlendirilmektedir. Ticaret akışındaki dengesizlik, limana gelen boş konteynerde ikileme yol açmaktadır. Sonraki ticari akışı sağlayabilmek adına bu boş konteynerler, doldurularak ihracatın olduğu yere geri gönderilmelidir. Ağ oyununun parametreleri uyarlanırken, görece gerçekçi modeller çözümlenebilmek için, boş konteynerler karsız hatta negatif karlı, fakat yüklüymüş gibi etiketlenmelidir.

1.2. HETEROJEN OYUNCULAR ARASINDAKİ DİKEY İLİŞKİLER

Taşımacılık endüstrisindeki oyuncular, serbest piyasa, monopol, düopol ve oligopol gibi piyasa koşullarında ve tasarlanan mekanizmalarda hem işbirlikçi hem de rekabet oyunlarında oyuncu olarak yer alabilmektedir (Espinosa et. al., 1989: 565-588). Heterojen oyuncular anlatılırken, farklı hizmetleri sağlayan aktörlerin öznesi olduğu taşıma sistemi ele alınacaktır. Ulaşım hizmetlerinde, dikey şekilde ilişkili olan oyuncular arasında araştırılması gereken oyunlar bulunmaktadır. Benzer değer zincirini paylaşan iki oyuncu, bazen nihai tüketiciye daha iyi ve bütünleşmiş bir hizmeti sunabilmek için bir diğeriyle takım oluşturmaktadır. Servis sağlayıcının seçimi, dikey ilişkiler şeklinde görülmektedir. Dikey şekilde ilişkili oyuncular, taşıyıcı hinterlandının yanı sıra gemi taşıyıcıları ve liman operatörleri, nakliyeciler, yük yükleme/boşaltma merkezleri olabilmektedir. Lider - takipçi modelleri, oyuncular arasındaki ilişkileri açıklamak için kullanılabilir, daha yüksek tecrübe ve daha yüksek müzakere gücüne sahip olan oyuncuların bazıları, oyunda lider olan akranlarından kendilerini ayırabilirler.

1.2.1. Güzergah Seçimi Oyunu

Taşımacılık sektöründe elde edilen gelir, yük ya da yolcu taşımaya gereksinim duyan birincil müşteri tercihleri doğrultusunda ortaya çıkmaktadır. Yatay olarak ilgili oyunlar ve ağ oyunları ve dikey olarak ilişkili oyun girişimleri, kaynak kısıtlamalarını azaltarak müşteri tercihlerine cevap vermeye odaklanmaktadır. Bu anlamda müşteriler mevcut hizmet ağında sağduyularını kullanmakta; bilgi birikimlerini arttırmakta, rota ve model seçimi bakımından faydalarını optimize etmeye çalışmaktadır. Yük

taşımacılığı sektörü için düşünüldüğünde, nakliyecinin daha hızlı bir bağlantıya ihtiyacı varsa gönderici alternatifi olarak hava taşımacılığını seçtiği görülecektir.

1.2.2. Tıkanıklık Oyunu

Bağlantılı limanların fiyat politikalarını oluşturmak için tıkanıklık oyunları uygun bir yol olmaktadır. Tıkanıklık oyunu, aynı stratejiyi seçecek oyuncuların sayısına bağlı olarak kurgulanabilmektedir. Diğer taraftan, nakliyeciler, tıkanıklık oyununun tipik oyuncuları olarak görülmekte; bireysel çıkarları doğrultusunda işbiriksiz rota seçimleri yaptıkları varsayılmaktadır. Belli bir bölgenin nakliyecileri, gönderilerinin hedeflerini ve kökenlerini birincil olarak seçmekte; nakliyatçıların ihtiyaçlarını yerine getirmek üzere bir seçenek olarak birkaç taşıyıcı seçiminde bulunmaktadır (Milchtaich, 1996: 111-124). Nakliyecisi göze önünde bulundurulduğunda, taşıyıcılar, aşırı yük barındıran ağlardan; nakliyeciler ise, tıkanık düğümlerden sakınmak niyetindedir. Nakliyeciler, fazla ödeme durumunda bir seçenek olarak daha fazla bağlantıya sahip olmalarıyla, ağlarının güvenlik ve istikrarını da düşünmektedir.

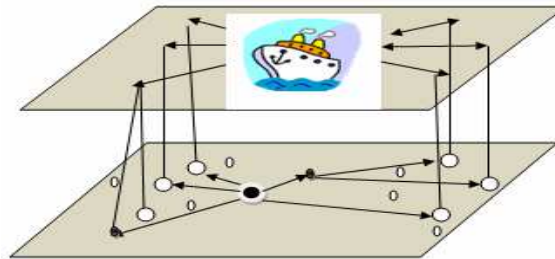
1.2.3. Öğrenme Süreci

Dikey ilişkiler heterojen oyunculara dayandığından ve heterojen oyuncular arasında beklenen bütünleşmenin kontrol edilmesi ve öğrenilmesi zor olduğundan, bu oyunlarda öğrenme süreci analize dahil edilmiştir. Hizmet sağlayıcıları müşterilerin gerekliliklerini tahmin etmekte ve müşterinin tam olarak neyi seçtiğini bilememektedir. Bu nedenle, iş tecrübelerine dayanan, bilgi paylaşımı ve değişimini içeren öğrenme mekanizması, nakliye işinde gerçek anlamda bir şeffaflığa ulaşamamasına sebep olmaktadır. Bir yük gemisi, limana uğrayıp uğramayacağına karar vermek üzere liman işletmecisinin (port operator) performansını irdelemektedir. Denizcilik sektöründe oyuncular arasındaki bilgi paylaşımı düşünüldüğünde, bilginin asimetrik olması şaşırtıcı bir durum değildir. Örneğin, limanlardaki yer (slots) sahipleri, yerlerin maliyetleri hakkındaki bilgiye daha kolay erişebilirken, kiracılar görece kısıtlı düzeyde bilgiye sahiptir. Sahip ve kiracılar arasında bilgi paylaşımının etkin şeffaflığı, anlaşmalardaki etkinlik düzeyini iyileştirebilir. Buna karşılık, gemi paylaşımı, yer değişimi ve yer kiralama anlaşmalarıyla, miktar ve yerin fiyatı, iş gizliliğine binaen korundukları ve saklandıkları için şeffaflık anlamına gelmemektedir.

1.2.4. Ağ Dinamikleri

Düğüm taşıma kapasitesi ve bağlantı aralığı, ağ dinamikleri sebebiyle zamanla değişmektedir. Nakliyeciler, bir ağda çeşitli bağlantılara sahip olup taşıma hizmetini sunarlar. Bu süreçte, ağ dinamiklerini hesaba katarak kaynak ve hedef arasındaki bağlantılar için ödedikleri parayı yani maliyetlerini minimize etmeyi amaçlarlar. Nakliye servis ağı oldukça dinamiktir. Nakliyeciler açısından, zaman zaman sevkiyat birleştirmeleri olsa da küçük, işbiriksiz ve bencil bir yapı vardır. Taşıyıcılar açısından bakıldığında, genelde tekeli, rasyonel, daha çok birleşme girişimi olan bir yapı mevcuttur. Bir taraftan gemi taşıyıcıları stratejik ittifaklar yaparken, diğer yandan farklı bağlantıların kapasiteleri gelişmektedir. Liderlik mücadelesinde liman işletmecileri açısından bakıldığında, rekabetçi yapının işleme hızlarında artış yönünde baskı yaptığı görülmektedir. Bu hususlar, nakliye ağlarının dinamiklerini teşkil etmektedir. Nakliye ağı "Ağ" ve "Düğüm" olmak üzere 2 katmandan oluşmaktadır:

Şekil 2: Nakliye Hizmetinin Ağ Katmanları



Yük gemileri arasındaki rekabet ve işbirliği oyunları, ağ katmanlarında bir girdi olarak tanımlanabilmekte ve yük gemilerinin toplanma hareketleri her bir ağı sevkiyat yükü ve uğrama limanını temsil etmektedir. Yük gemilerinin toplanma hareketleri limanlar ve yükleme/boşaltma merkezlerini temsil eden düğüm katmanının bir girdisidir ve Şekil-2'de beyaz şekilde boyanmış noktaları temsil etmektedir. Ekstra yatırım ve teşvik politikaları ile bazı limanlar geniş fırsatlara sahip olabilmektedir. Riskten kaçınmak isteyen ağ kullanıcıları, rota maliyetlerini hesaba katmalı ve rota kararı verirken maliyetlere ilişkin belirsizlikleri dikkate almalıdırlar. Olası karışıklıkların giderilmesinde regülatörler tarafından oluşturulan mekanizmalar yoluyla oyuncular için çeşitli protokoller oluşmaktadır (Mavronicolas, et. al., 2006: 25-65). Regülatörler, piyasa dalgalanmaları ve oyuna dahil oyuncuların davranışlarını oyun teorisi açısından gözlemlemektedir. Örneğin, piyasa düzenleyiciye bakıldığında Avrupa Birliği Taşımacılık Komisyonunun emisyon kotalarının dağılımını üye devletler için düzenlediği görülecektir.



2. Genel Değerlendirme ve Sonuç

Bu çalışmada, lojistik sistemlerde deniz taşımacılığının rolü oyun teorisi bağlamında incelenmiştir. Taşımacılıkta çeşitli operasyonların karakterleri, lojistik uygulamalar ve deniz taşımacılığının aktörleri ele alınarak, çeşitli senaryoların işleyiş mekanizmaları üzerinde durulmuştur. Deniz lojistik sistemlerinin iktisadi yapının işleyişinde büyük önem arzettiği; ulaştırma ve lojistik sistemlerinin, lojistik yönetim faaliyetlerinin işleyişini mümkün kılan ilişkiler diyagramı temelinde kurgulanması gerektiği; başarılı bir lojistik sisteminin taşıma kalitesini iyileştirerek hizmet alanında iyileşmelere yol açtığı ve bütün bu kurguyu oyun teorisi bağlamında ele almanın optimum sonuçlara yol açtığı sonucuna varılmıştır. Ulaşım, üretim süreçlerinin en büyük maliyet kalemi olduğundan verimliliğin artırılması, lojistik sistemlerinin genel performansını değiştirmektedir. Bu anlamda lojistik sisteminin geniş bir bakış açısıyla gözden geçirilmesi sonucunda tek başına yüksek verimlilik doğurmayacak davranışlar arasında bütünsellik sağlanmaktadır.

Oyun teorisi uygulamalarının denizcilik sektörüne yansımalarını ele alan çalışmada, bağlantı oyunları, düğüm ve ağ oyunu şeklinde bir sınıflandırma yapılmış; birbirine bağımlı ağ oyunları bakımından yükleme/boşaltma operatörleri ile nakliye gemileri ve limanlar birlikte değerlendirilmiştir. Nakliyeciler ve taşıyıcılar, rakiplerinin ne yaptıklarını düşünmeden harekete geçmeyecek şekilde davranan oyuncular olarak ele alınmış; politika ve düzenlemelerin etkileri analize dahil edilmiştir. Homojen oyuncular şeklinde değerlendirilen farklı taşıyıcılar arasındaki ilişkiler yatay; heterojen oyuncular olarak değerlendirilen nakliyeciler ve taşıyıcı arasındaki ilişkiler ise, dikey ilişkiler şeklinde ele alınmış; aralarındaki etkileşim ve roller tartışılmıştır. Oyun teorisi, denizcilik sektöründe yer alan homojen ve heterojen oyuncuların davranışlarının anlaşılması ve denizcilik sektöründeki ilişkilerin ortaya konması bakımından faydalı bir araç niteliğinde değerlendirilmiştir.

Taşıyıcılar ve nakliyeciler, mevcut uğrama limanları ve yükleme/boşaltma merkezlerini gözlemleyerek seçim yaparken; limanlar ve yükleme/boşaltma merkezleri, kendilerini daha yüksek karlılık seviyelerine ulaştırarak kapasitelerini geliştirecek taşıyıcı ve nakliye ağlarını seçmektedir. Bu eşleşmeler ve seçim sürecinin işleyişinde oyun teorisi mantığı, alternatif çözümler sunmaktadır. Denizcilik sektöründe faaliyet gösteren karar alıcılar, diğer bağlantıların kapasite ve yönetimlerini içeren bilgilere sahip olduktan sonra rota belirleyeceklerinden, oyun teorisi yaklaşımı strateji seçimini kolaylaştıracak; bu şekilde optimum kar maksimizasyonuna ulaşılacaktır. Diğer taraftan oyunlar, bağlantıların bütünleştirilmesi ve ayrıştırılması yoluyla yolların yeniden yapılandırılmasına sebep olarak maliyet minimizasyonuna olanak tanımaktadır.

Çalışmada ele alınan çeşitli nitelikteki oyunlarda, sürdürülebilir deniz taşımacılığı hizmetinin geliştirilmesi üzerinde durulmuştur. Ayrıca, limanlar tek başına ele alınmamış, bunun yerine hinterlandıyla bütünleşmiş diğer yükleme/boşaltma seçenekleri ile birlikte değerlendirilmiştir. Bu tartışma, taşımacılığın diğer alanlarına da uyarlanabilir. Sonuç olarak, oyun teorisi yaklaşımı, deniz taşımacılığında yol gösterici olurken karar alma sürecinde karar alıcılara büyük ölçüde destek olacaktır. Oyun teorisinin karar alma süreçlerine uygulanması, denizcilik sektöründeki oyuncuların (bağlantılar olarak nakliyeciler, taşıyıcılar, düğümler olarak ise yükleme/boşaltma merkezleri ve limanlar) karlılıklarını maksimize, maliyetlerini minimize eden pratik bir yöntemdir.

KAYNAKÇA

- Evangelista, P., and A. Morvillo (2000). Logistical Integration and Co-Operative Strategies in Liner Shipping: Some Empirical Evidence. *International Journal of Maritime Economics*, V. 2(1), p. 1-16.
- Fusillo, M. (2003). Excess Capacity and Entry Deterrence: The Case of Ocean Liner Shipping Markets. *Maritime Economics and Logistics*, V. 5, p. 100-115.
- Gross, J., and J. Yellen (2006). *Graph Theory and its Applications*. 2nd edn, Abington: Taylor & Francis.
- Harrigan, K. (2006). *Strategic Alliances and Partner Asymmetries*. In: Contractor, F., Lorange P. (eds.) *Cooperative Strategies in International Business-Joint Venture and Technology Partnerships Between Firms*, Lexington: Lexington Books.
- Hüçümen, M. ve Ş. Koç (2009). 'Oyun Teorisi Modelleri Çerçevesinde Örneklerle Oligopol Piyasasında Denge Analizi. *Mevzuat Dergisi*, Yıl: 12, Sayı: 136, p. 1-9.
- Nash, J. (1944). *Equilibrium Points in n-Person Games*. Princeton: Princeton University Press.
- Rimmer, P. (1998). 'Ocean Liner Shipping Services: Corporate Restructuring and Port Selection/Competition. *Asia Pacific Viewpoint*, V. 39(2), p. 193-208.
- Shi, X., H. Meersman, and S. Voß (2008). *The Win-Win Game in Slot-Chartering Agreement Among the Liner Competitors and Collaborators*. In: Bichou, K., Bell, M., and A. Evans (eds.) *Proceedings of the IAME 2008 Conference Sustainability in International Shipping, Port and Logistics Industries and the China Factor*, V. 3, p. 1-26. Dalian: IAME.
- Sjostrom, W. (1989). 'Collusion in Ocean Shipping: A Test of Monopoly and Empty Core Models., *The Journal of Political Economy*, V. 97(5), p. 1160-1179.
- Talley, W. (2009). *Port Economics*. New York: Routledge.
- Zhao, J. (2009). Estimating Merging Costs by Merger Preconditions. *Theory and Decision*, V. 66, p. 373-399.
- Shi, X., and S. Voß (2008). Iterated Cooperations and Possible Deviations Among the Liner Shipping Carriers Based on Non-Cooperative Game Theory. *Transportation Research Record*, V. 2006, p. 60-70.



- Shi, X., S. Voß (2011). *Game Theoretical Aspects in Modeling and Analyzing the Shipping Industry, Contemporary Liner Shipping Business – A Game Theoretical Application*. Hamburg: Germany.
- Cachon, G., and Netessine, S. (2004). *The Economics of Agency*. In: Simchi-Levi, D., Wu, D., Shen, Z. (eds.) *Handbook of Quantitative Supply Chain Analysis: Modeling in the e-Business Era*, Boston: Kluwer.
- Fink, A. (2004). *Supply Chain Coordination by Means of Automated Negotiations*. In: Sprague, R. (eds.) *Proceedings of the 37th Hawaii International Conference on System Sciences*, Piscataway: IEEE, p. 234-248.
- Khouja, M. (1999). The Single-Period (news-vendor) Problem: Literature Review And Suggestions For Future Research. *Omega*, V. 27, p. 537-553.
- Espinosa, M., and RHEE, C. (1989). Efficient Wage Bargaining as a Repeated Game. *Quarterly Journal of Economics*, V. 104, p. 565-588.
- Milchtaich, I. (1996). Congestion Games With Player. *Specific Payoff Functions Games and Economic Behavior*, V. 13, p. 111-124.
- Mavronicolas, M., V. Papadoupoulou, and P. Spirakis (2006). *Algorithmic Game Theory and Applications*. New York: Wiley.