

REKABETÇİ TESİS YER SEÇİMİ PROBLEMLERİNE İLİŞKİN BİR TARAMA ÇALIŞMASI

Büşra OLGUN¹, Çağrı KOÇ², Fulya ALTIPARMAK³

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, son yıllarda Rekabetçi Tesis Yer Seçimi (RTYS) problemlerinin ve problem bileşenlerinin literatürde ele alınış biçimlerine ilişkin bir bilimsel yayın taraması sunmaktır.

Yöntem: İlk olarak literatürde problemin temel bileşenlerinin ele alınış biçimlerine yer verilmiştir. Daha sonra RTYS problemi için literatürdeki en temel sınıflandırma kriteri olan rekabet tiplerine göre problem türleri incelenmiştir. Son olarak genişletilmiş RTYS problem türlerini ve çok amaçlı RTYS problemlerini ele alan çalışmalara yer verilmiş ve tarama çalışmasının sonuçları sunulmuştur.

Bulgular: Tarama çalışması sonucu RTYS alanında gelecek vadede çalışma konuları; birden fazla firmanın pazar paylarının enbüyüklenmesi amaçlarının çok-amaçlı olarak ele alındığı RTYS problemleri, müşterilerin tesis seçimlerinin çok amaçlı eniyileme kullanılarak yapıldığı RTYS problemleri, ikiden fazla rakip firma içeren RTYS problemleri olarak belirlenmiştir.

Özgünlük: RTYS, hem tedarik zinciri için en önemli stratejik kararlardan biri olması hem de gerçek hayat problemlerine uygulanabilirliğinin yüksek olması sebebiyle araştırmacıların üzerinde durdukları bir alan olmuştur. Özellikle son yıllarda RTYS problemleri ve varyasyonları üzerinde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. RTYS literatürüne ilişkin son çalışma Ashtiani (2016) tarafından yapılmıştır ve 2015 yılına kadar yapılan çalışmaları içermektedir. Bu çalışmada 2010 – 2020 arasında yapılan bilimsel çalışmaları içeren özgün bir tarama çalışması sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tesis Yer Seçimi Problemi, Rekabetçi Yer Seçimi, Tarama Çalışması.

JEL Kodları: C6, C69, Y90.

A REVIEW OF COMPETITIVE FACILITY LOCATION PROBLEM

ABSTRACT

Purpose: The aim of this study to provide a review regarding the ways in which Competitive Facility Location (CFL) problems and problem components are handled in the literature in recent years.

Methodology: Firstly, the ways in which the basic components of the problem are discussed in the literature are given. Then, the types of problems are examined according to competition types which are the most basic classification criteria for the CFL problem. Studies addressing the extended CFL problem types that have been discussed and multi-objective CFL problems are mentioned. Finally, the results of the study are presented.

Findings: As a result of the review study, future directions of CFL field have been found as CFL problems where the objectives of increasing the market shares of more than one firm are addressed in a multi-objective manner, CFL problems where customer facility selections are made using multi-objective optimization, and CFL problems with more than two companies.

Originality: CFL has become a field of researchers' interest, as it is one of the most important strategic decisions for the supply chain and it has realistic assumptions and applicability to real life problems. Especially in recent years, significant improvements have been made on CFL problems and variations. The last study on the CFL literature was conducted by Ashtiani (2016) and includes studies up to 2015. In this study, an original review study includes scientific studies conducted between 2010 and 2020 is presented.

Keywords: Facility Location Problem, Competitive Location, Review.

JEL Codes: C6, C69, Y90.

¹ Arş. Gör., Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye, busrakutlu@sdu.edu.tr, 0000-0002-7377-204X (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

² Doç. Dr., Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, İşletme Bölümü, Ankara, Türkiye, cagri.koc@asbu.edu.tr, 0000-0001-9841-1016.

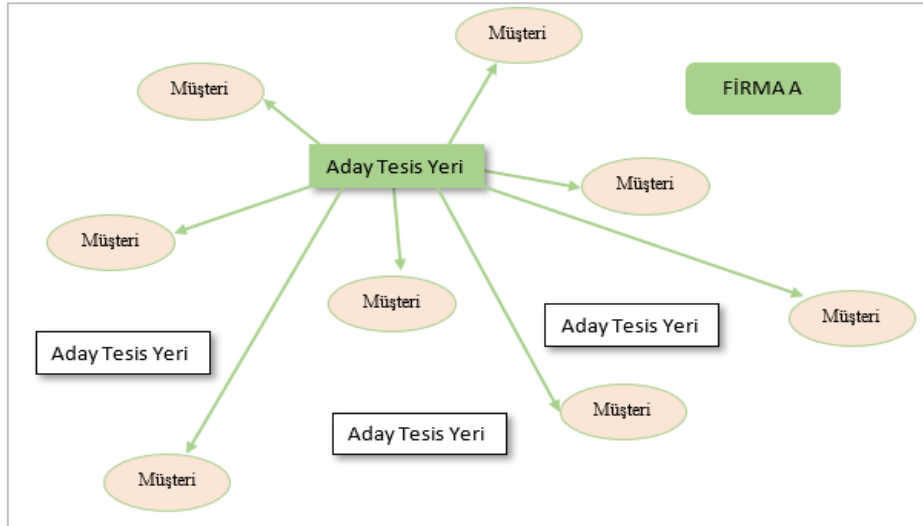
³ Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye, fulyaal@gazi.edu.tr, 0000-0003-1730-4214.

1.GİRİŞ

Tesis yer seçimi (TYS) problemleri mevcut bir pazara açılacak tesis veya tesislerin pazardaki talebi en düşük maliyetle karşılayabilmek için nerelerde açılması gerektiğine ilişkin problemlerdir. Tesislerin tamamının tek bir işletmeye ait olduğu, pazardaki talebin tamamının aynı işletme tarafından karşılanacağı varsayılır. Pazardaki talebin gelecekte değişme durumunu veya belirsiz olma durumunu ele alan çalışmalar var olsa da klasik yer seçimi problemleri pazarda başka işletmelere ait tesisler olması durumunda oluşabilecek rekabeti göz ardı etmektedir. Rekabetin hat safhada olduğu günümüz şartlarında bu durum pek gerçekçi gözükmemektedir. Rekabetçi tesis yer seçimi (RTYS) problemleri pazarda rekabet olduğu durumda tesis yer seçimlerinin en yüksek pazar payını yakalayabilecek şekilde nasıl yapılması gerektiğine odaklanır. RTYS problemleri, günümüz pazar şartlarını daha iyi bir şekilde modelleyebilmektedir. Halihazırda tesislerin açılacağı pazarda rekabet söz konusu olmasa bile gelecekte oluşmayacağına garantisi yoktur. Problem pazardaki rekabet ortamını dikkate alarak firmalar için yer seçimlerini daha yüksek pazar payı dolayısı ile daha fazla müşteri elde etmeye yönelik olarak yapmayı sağlamaktadır. Bu durum firmaların uzun vadede yüksek karlılık ve verimlilik elde etmesi için güçlü bir avantaj olacaktır.

Birçok gerçek hayat problemi, yer seçimi kararlarında rekabeti dikkate almayı gerektirir. Bu problemlerde, iki veya daha fazla firma belirli bir pazardan müşteri yakalamak için rekabet eder. Her müşterinin talebi, önceden belirlenmiş kurallara göre firmaların bulunduğu tesisler tarafından kısmen veya tamamen karşılanır. Genellikle talep yapısına, karar alanının yapısına (kesikli veya sürekli) ve kararlar arasındaki zamansal ilişkilere (sıralı veya eşzamanlı) göre sınıflandırılan çeşitli RTYS problem türleri mevcuttur ve problem birçok farklı şekilde ve farklı açıdan bilimsel çalışmalara konu olmuştur (Gentile ve diğerleri, 2018). Bu çalışmada, RTYS literatürüne katkıda bulunmuş olan çalışmalara ilişkin ayrıntılı bir inceleme yapılmıştır.

Şekil 1'de klasik TYS problemi, Şekil 2'de ise RTYS problemi için örnek gösterim bulunmaktadır. Şekil 1'de görüldüğü gibi klasik TYS'de tek bir firma pazarda aday tesis yerleri arasından seçim yaparak tesis kurmakta ve tüm müşterilere hizmet vermektedir. Tesis seçimi yapıldıktan sonra pazar payının tamamı bu firmaya ait olmaktadır. Şekil 2'de ise iki firma pazara giriş yapmak için tesis yerlerine karar vermekte ve bu durumda mevcut pazar payı ikiye bölünmektedir. Her iki firmada daha fazla pazar payı elde edebilmek için rekabet etmek ve tesis yer seçimi kararlarını verirken rekabeti göz önünde bulundurmaktadır.

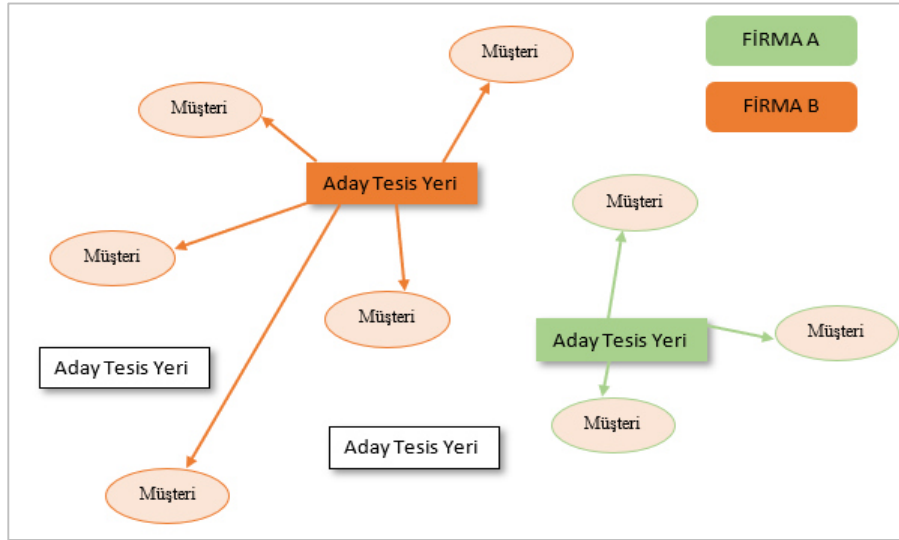


Şekil 1. Klasik tesis yer seçimi problemi

RTYS problemi, Hotelling (1929) tarafından düz bir hat boyunca iki ayrı dondurma satıcısının konumlandırılmasının ele alındığı çalışma ile literatüre kazandırılmıştır. Gerçek hayata uygulanabilirliğinin yüksek olması ve çözülmesi oldukça zor bir problem olması sebebiyle araştırmacıların dikkatini çekmiş ve zengin bir araştırma alanı haline gelmiştir. Hotelling (1929) tarafından yapılan bu çalışma, birçok araştırmacı tarafından RTYS literatürü için temel oluşturan çalışma olarak kabul edilmiştir.

Hakimi (1983), pazar ortamının bir şebeke ile ifade edildiği rekabetçi p-medyan problemini ele almıştır. Çalışmada amaç, zaten açık olan bir dizi tesisle rekabet edecek yeni tesislerin en uygun yerini bulmaktır. Hakimi (1986), bir sonraki çalışmasında rekabetin olma ve olmama durumu, talebin elastik olma ve olmama durumu gibi farklı senaryolarla TYS problemini incelemiştir. Bu çalışmalar, tesislerin en iyi konumlarının bulunması ve müşterilerin rekabet bulunan pazarda hangi tesislerden hizmet alacağına ilişkin belirlenmesi

konularına odaklanmıştır. Daha sonraki yıllarda probleme farklı karar değişkenleri eklenmiş ve problemin farklı varyasyonları geliştirilmiştir.



Şekil 2. Rekabetçi tesis yer seçimi problemi

Labbe ve Hakimi (1991), tesisler için en uygun konumların bulunmasının yanısıra pazara arz edilecek ürün miktarlarının da belirlendiği RTYS problemini ele almışlardır. Rhim ve diğerleri (2003), problemi karar verici firmaların önce tesis konumlarına, daha sonra üretim kapasitelerine ve en son üretim miktarlarına karar verdikleri üç aşamalı bir karar problemi olarak incelemiştir. Plastria ve Vanhaverbeke (2009), rekabetçi ortamda en büyük kapsama problemini ele aldıkları çalışmalarında fiyat kararlarını da probleme dahil etmiştir.

RTYS literatürüne ilişkin tarama çalışmaları Eiselt ve diğerleri (1993), Plastria (2001), Berman ve diğerleri (2009) ve Ashtiani (2016) ve Eiselt ve Marianov, (2019: 391) tarafından yapılmıştır. Ashtiani (2016: 1-18) tarafından yapılan literatür taraması, 2015 yılına kadar yapılan çalışmaları içermektedir. Ashtiani (2016: 1-18)'nin çalışmasından bu yana farklı araştırmacılar tarafından çeşitli yayınlar yapılmış ve RTYS literatüründe yeni gelişmeler olmuştur. Eiselt ve Marinov (2019: 391) tarafından yapılan literatür taramasında ise RTYS modellerinin temelleri incelenmiş ve özellikle müşteri davranışlarının modellenmesi üzerinde durulmuştur. Diğer problem bileşenleri için ayrıntılı bir sınıflandırmaya yer verilmemiştir. Bu çalışmada tüm problem bileşenleri için ayrıntılı bir sınıflandırmaya yer verilmektedir. Çalışmanın amacı son gelişmeleri gözden geçirerek ve daha önce yapılmış olan tarama çalışmalarını genişleterek literatüre katkıda bulunmaktadır. Çalışmada 2010 – 2020 arasında yapılan, Web of Science veri tabanında taranmış ve hakemli dergilerde yayımlanmış olan bilimsel çalışmalara odaklanılmıştır.

Çalışmanın diğer bölümleri şu şekilde organize edilmiştir. İkinci bölümde problemin temel bileşenlerinin literatürde ele alınış şekillerine yer verilmiştir. Üçüncü bölümde, literatürde RTYS problemi için en temel sınıflandırma kriteri olan rekabet tiplerine göre problem tipleri incelenmiştir. Dördüncü bölümde, son yıllarda çokça ele alınan genişletilmiş RTYS problem tiplerini ele alan çalışmalar sunulmuştur. Beşinci bölümde, çok amaçlı RTYS problemlerinden bahsedilmiş, altıncı bölümde RTYS problem tipleri için geliştirilmiş çözüm yaklaşımlarına ilişkin bir inceleme sunulmuş, yedinci ve son bölümde ise tarama çalışması sonucu elde edilen bulgular tartışılmıştır.

2. PROBLEMİN TEMEL BİLEŞENLERİ

RTYS modelleri, modeli oluşturan bileşenlerin farklı yapılarına göre farklılık göstermektedir. Örneğin müşteriler rakip tesislerden birini veya birkaçını farklı kurallara göre seçebilir, müşteri talepleri sadece bir tesis tarafından veya birden fazla tesis tarafından karşılanabilir ya da tesislerin açılacağı pazar alanı kesikli veya sürekli olarak tanımlanabilir. Problemin yapısını etkileyen en temel problem bileşenleri; müşteri davranışları, müşteri talepleri ve çözüm uzayı olarak sayılabilir (Ashtiani, 2016). Literatürdeki çalışmaların RTYS problem bileşenlerini ele alış biçimlerinin gözlenebilmesi amacıyla son on yılda RTYS'ye ilişkin yapılmış olan önemli çalışmalar Tablo 1'de özetlenmiştir.

2.1. Müşteri Davranışları

RTYS problemlerinde tesis yer seçimleri yapıldıktan sonra, belirli bir pazarda müşteriler için aynı hizmetin alınabileceği birden fazla alternatif tesis bulunacaktır. Bu durum müşterilerin hangi tesisten hizmet

almayı tercih edeceği, başka bir ifadeyle pazarın rakipler arasında nasıl paylaşılacağı problemini gündeme getirmektedir. Pazarın rakip tesisler arasında paylaştırılabilmesi için literatürde müşteri davranışlarına ilişkin farklı kurallar tanımlanmıştır. Bu kurallar müşterilerin bir tesisi tercih etme derecesini tesislerin çekicilik seviyelerine dayalı ölçmektedir. Her bir modelde tesislerin farklı özellikleri dikkate alınarak farklı çekicilik fonksiyonları belirlenmiştir. Çekicilik fonksiyonu, tesislerin cazibesinin (ekonomide fayda olarak da adlandırılır) nasıl tanımlandığını açıklar.

Yer seçimi teorisinde, müşteri ile tesis arasındaki mesafe kavramının her zaman aralarındaki çekimde çok önemli bir rol oynadığı varsayılmaktadır. Tipik olarak, çekim mesafeye azalır. Mevcut ve yeni tüm rakip tesislerin tekdüze olması durumunda, yani, aynı fiyatlarda ikame edilebilen ürün veya hizmetleri sunmaları açısından ayırt edilemez olmaları durumunda, mesafe tek cazibe belirleyici olacaktır (Farahani ve Hekmatfar, 2009). Hotelling (1929), mesafenin tek cazibe belirleyici olmasına dayalı olarak, her müşterinin kendine en yakın tesisten hizmet aldığı yakınlık kuralını önermiştir. Literatürde yapılan çalışmalarda müşteri davranışlarının modellenmesinde en çok kullanılan kurallardan birisi yakınlık kuralı olmuştur (Godinho ve Dias, 2010; Báñez ve Heredia, 2011).

Diğer bir müşteri davranışı kuralı, deterministik fayda kuralıdır. Bu kuralda, mesafe tek cazibe belirleyici etken olmayıp, tesislerin farklı özellikleri sebebiyle (tesis bulduğu alandaki park yeri, ürün çeşitliliği, fiyat politikası, tesis tasarımı vb.) çekicilik seviyelerinin birbirinden farklı olabileceği düşünülmektedir. Tesislerin çekicilik seviyeleri ile doğru, tesislere olan mesafe ile ters orantılı olacak şekilde bir fayda fonksiyonu oluşturulur. Bu fayda fonksiyonuna dayalı olarak müşteriler faydası en fazla olan tesisten hizmet almaktadır (Fernandez ve diğerleri, 2014; Redondo ve diğerleri, 2015; Beresnev ve Melnikov, 2018).

Fernandez ve diğerleri (2017b), müşterilerin taleplerini birden fazla tesisten karşıladıkları çoklu deterministik fayda modelini önermişlerdir. Bu kurala göre, müşteriler her firmadan en yüksek fayda değerine sahip sadece bir tesisten hizmet almak üzere taleplerini pazardaki firmalar arasında böler, dolayısıyla müşteri talebi tesis çekicilikleriyle orantılı olacak şekilde ilgili tesisler arasında paylaşılır.

Deterministik fayda kuralına benzer bir kural olan olasılıklı fayda kuralı da Huff (1964) tarafından literatüre kazandırılmıştır. Müşteriler her iki model türünde de fayda fonksiyonlarına göre tesislere çekilmektedir. Deterministik fayda modellerinde müşteriler, sadece kendilerine en fazla fayda sağlayan tesisi ziyaret ederken, olasılıklı fayda modellerinde müşteriler her tesisi belirli bir olasılıkla ziyaret etmektedir (Küçükaydın ve diğerleri, 2011a). Son yıllarda olasılıklı fayda kuralını kullanan RTYS çalışmalarına örnek olarak Blanquero ve diğerleri (2011), Drezner ve Drezner (2012), Küçükaydın ve diğerleri (2012), Dan ve Marcotte (2019) verilebilir. Fernandez ve diğerleri (2021), çalışmalarında olasılıklı fayda kuralının yeni bir varyasyonu olan Pareto-Huff kuralını kullanmışlardır. Bu kurala göre müşteri talepleri, kalite (enbüyüklenecek) ve mesafe (enküçüklenenecek) açısından cazibe merkezleriyle orantılı olarak Pareto-eniyi olan tesisler arasında bölüştürülmektedir. Ahmadi ve Ghezavati (2020), fayda fonksiyonunu firmaların sürdürülebilir özelliklerini dikkate alarak tanımlamışlardır. Tanımlanan fayda fonksiyonuna dayalı olarak çekicilik farklı ürünlerin tedarikindeki esneklik ve tesislerin üretkenliği olarak adlandırılan iki yeni kriter dikkate alınarak hesaplanır. Yu (2020b), müşterilerin tamamının belirli bir davranış kuralına göre seçim yapmadığı deterministik fayda kuralı veya olasılıklı fayda kurallarından birini davranış olarak benimseyebileceği müşteri davranışı belirsizliği durumunu ele almıştır.

Bir diğer müşteri davranışı modeli ise TYS probleminin bir tipi olan kapsama problemlerinden yola çıkılarak geliştirilmiştir. ReVelle'nin (1986) çalışması ile kapsama tabanlı müşteri davranışı modeli literatüre kazandırılmıştır. Çalışmada Hotelling (1929)'in yakınlık kuralına dayanan 'etki alanı' tanımlanmış ve her tesisin kendi etki alanı içerisindeki müşterilere hizmet verdiği varsayılmıştır. Drezner ve diğerleri (2011), rekabetçi tesislerin yakaladığı pazar payının tahmini için kapsama kuralına dayandırılan yeni bir yaklaşım önermiştir. Her rakip tesisin, çekicilik seviyesi ile belirlenen bir 'etki alanı' vardır. Cazibesi yüksek tesislerin etki alanı daha geniş bir yarıçapa sahiptir. Bir müşterinin çeşitli tesislerin etki alanı dahilindeki satın alma gücü, rakip tesisler arasında eşit olarak bölünmüştür. Drezner ve diğerleri (2019), kapsama tabanlı müşteri tahsis kuralının kullanıldığı rekabetçi yer seçimi problemi için yeni bir matematiksel model geliştirmiştir. Drezner ve diğerleri (2020a), kapsama kuralını kademeli kapsama kuralı olarak geliştirmişlerdir. Klasik kapsama kuralına göre belirli bir mesafeye kadar bir talep noktasının bir tesise çekildiği ve bu mesafenin ötesinde müşterinin hizmet almadığı varsayılır. Yani çekicilik ya 0 ya da 1'dir. Kademeli kapsama kuralında ise tesislere müşterilerin çekilmesinde 1'den 0'a kademeli bir düşüş önerilmektedir.

Qi ve diğerleri (2017), kapsama tabanlı müşteri davranışının aksine müşteriler için hizmet alabilecekleri belirli bir alan tanımlamışlardır. Müşterilerin tüm tesislerden değil sadece kendilerine belirli bir uzaklıkta olan tesislerden hizmet almak isteyecekleri gerçeğini göz önünde bulundurarak yeni bir müşteri davranış modeli geliştirmişlerdir. Bu modelde, müşteriler kendilerine uygun bir aralıkta bulunan tesislerden hizmet almalıdır.

Tanımlanan tüm müşteri davranışı modelleri, tesislerin çekicilik düzeylerine dayalıdır. Müşterilerin belirli bir tesisin çekiciliğine ilişkin algıları değişiklik gösterebilir. Bununla birlikte, birçok RTYS modelleri, tesislerin çekicilik düzeylerinin sabit olduğunu varsaymaktadır. Drezner ve diğerleri (2018), rastgele dağıtılmış tesislerin çekiciliklerinin farklı olabileceğini kabul ederek yerçekimi modelini genişletmişler ve normal dağılım ile tanımlanan rassal çekicilik kavramını literatüre kazandırmışlardır. Yine Drezner ve diğerleri (2020b), yerçekimi modelini aynı perakende kategorisindeki farklı tesisler için farklı bozulma parametreleri ekleyerek geliştirmişlerdir. Modele göre mesafe arttıkça daha çekici tesislerin himayesindeki azalma, daha az çekici tesislerin himayesindeki azalmadan daha azdır.

Marinov ve diğerleri (2019), elastik talebin söz konusu olduğu bir pazarda müşterilerin tesis seçim kararlarını karşılaştırmalı alışveriş yaparak verebildiği yeni bir davranış kuralı tanımlamıştır. Bu kurala göre müşteriler öncelikle satın alma işleminden vazgeçme, tek bir mağazadan hizmet alma veya iki mağaza gezerek karşılaştırmalı alışveriş yapma seçeneklerinden birini seçer. Tek mağazadan hizmet alma seçeneğinde müşteriler belirli bir olasılıkla mağazadan alışveriş yapar veya alışverişten vazgeçer. Karşılaştırmalı alışveriş durumunda ise müşteri belirli bir olasılıkla her iki mağazadan birinden alışveriş yapar veya alışverişten vazgeçer. İki mağazadan birinden alışveriş yapmaya karar vermesi durumunda ise ürünün belirli özelliklerini dikkate alarak iki mağaza arasında seçim yapar.

2.2. Müşteri Talepleri

Talebin yapısının iyi tanımlanması RTYS problemleri için oldukça önemlidir. Öncelikle talebin pazar alanında nasıl dağıldığının incelenmesi gerekir. Prensipite bireysel müşterilerin kesikli bir küme oluşturdukları söylenebilir, bu yüzden genellikle müşteri talepleri bir kesikli dağılım ile tanımlanmaktadır. Bununla birlikte, çok fazla sayıda müşterinin olduğu ve uzayda konumlarının zaman içinde sabit olmadığı durumlarda talebin bölgesel olarak bir sürekli dağılıma sahip olduğu kabul edilebilir (Farahani ve Hekmatfar, 2009: 277).

Talep, verilen hizmetin gereklilik durumuna göre esnek veya esnek olmayan olmak üzere iki ana sınıfa ayrılır. Esnek olmayan sınıf söz konusu ise, talep miktarları kesin olarak bilinmekte olup arzın durumundan (ürün fiyatı, tesis yeri vb.) etkilenmez ve sabittir. Esnek talep söz konusu olduğunda ise, talep miktarları arzın durumuna göre değişkenlik gösterir. Esnek talep, genellikle temel ihtiyaçlar dışında olan, zorunlu olmayan ürünler için geçerlidir.

Talep yapısı ile ilgili diğer bir özellik ise talebin bölünebilir olup olmadığıdır. Talebin bölünemediği durumlarda her müşteri sadece bir tesisten hizmet alabilirken, bölünebilir talepler için bir müşterinin talebini birden fazla tesisten karşılayabilmesi durumu söz konusu olmaktadır. Talebin bölünebildiği durumlarda, müşteri davranışlarına bağlı olarak talep hacmi rakip tesisler arasında eşit olarak (Drezner ve diğerleri, 2011) veya tesis çekiciliğine bağlı bir olasılıkla (Aboolian ve diğerleri, 2007) dağıtılabilir.

Redondo ve diğerleri (2012), değişken talep ile bir düzlem üzerindeki rekabetçi yer seçimi ve tasarım problemini literatüre sunmuşlardır. Bu problem üzerinden literatürde ilk kez sabit talep varsayımının yer seçimi kararını çok etkilediği ve dolayısıyla yer seçimi modellemesi yapılırken talep türü seçiminin dikkatle yapılması gerektiği sayısal olarak gösterilmiştir.

Yer seçimi modellerinin çoğunda talebin tamamının karşılanmak zorunda olduğu ve müşterilerin talebinden vazgeçmediği kabul edilsede verilen hizmetin türüne göre bu durum değişebilmektedir. Drezner ve Drezner (2008), temel olmayan hizmetler için geçerli yerçekimi tabanlı bir model önermiş ve talep kaybını dikkate almışlardır. Müşterilerin talebi kendilerine yeteri kadar yakın bir tesis olmadığına karşılanamaz. Drezner ve Drezner (2012), RTYS probleminde kayıp talebi (esnek talep olarak da bilinir) modellemek için kayıp talebi çeken bir sahte tesisin tanımlandığı yeni bir yaklaşım önermişlerdir. Bu yaklaşımla, karmaşıklığı veya varsayımları ne olursa olsun tüm RTYS modellerinin kayıp talebi içerecek şekilde yeniden düzenlenmesi sağlanmıştır. Dolayısıyla, sahte tesis ek bir rakip olarak verilere eklendikten sonra kayıp talebi içeren modeller standart modeller için tasarlanmış aynı algoritmalar ile çözülebilmektedir.

Nasiri ve diğerleri (2018), tesislerin kapasitelerini RTYS modellerine dahil etmiş ve müşteri taleplerinin tamamının karşılanamadığı durumu ele almışlardır. Her tesisin kapasiteden dolayı daha kârlı müşterileri seçebileceği ve daha az kârlı müşterileri reddedebileceği varsayılmıştır.

2.3. Çözüm Uzayı

Rekabetçi yer seçimi modellerinde çözüm uzayı kesikli veya sürekli olabilir. Kesikli çözüm uzayında, sınırlı sayıda aday tesis yeri ve kesikli talep söz konusudur. Kesikli çözüm uzayının özel bir hali, pazar alanının bir şebeke ile tanımlandığı durumdur. Çözüm uzayının şebeke ortamında tanımlandığı durumda hem talep hem de tesisler şebekenin hatları üzerinde herhangi bir yerde bulunabilmektedir. Şebekenin düğümleri sadece hatların bulunduğu noktalar. Sürekli RTYS problemlerinde, olası tesis yerleri düzlem veya düzlemin bir bölgesinde tanımlanır. Sürekli çözüm uzayı söz konusu olduğunda problem daha zor bir

hal almaktadır. Tesislerin bir alanda herhangi bir keyfi yerde bulunabileceği durumda problem kesikli çözüm uzayı ile temsil edilse bile problem boyutu çok büyük olabilmektedir. Farklı çözüm uzayı tipleri (pazar alanları) için yapılmış çalışmalar Tablo 1'de belirtilmiştir.

3. TEMEL RTYS PROBLEM TÜRLERİ ve MATEMATİKSEL MODELLER

RTYS problemlerini klasik TYS problemlerinden ayıran en önemli özellik, yeni tesislerin açılacağı pazarda rekabetin mevcut olması durumudur. Bu rekabet pazarda tesisler açılırken hali hazırda bulunan rakip tesislerden (firmalardan) kaynaklanabileceği gibi, tesisler açıldıktan sonra pazara yeni girecek rakip tesislerden de kaynaklanabilmektedir. Rekabetin niteliği, bir firmanın tesis yer seçimi kararlarını verdiği sırada pazar hakkında sahip olduğu bilgi seviyesini etkilediğinden dolayı, RTYS problem yapısını tamamen değiştirmektedir. Bu nedenle, RTYS problemlerinin en temel sınıflandırılması rekabet tiplerine dayanarak yapılmaktadır. Bu bölümde rekabet tiplerine göre RTYS problemlerinin sınıflandırılmasına ve her bir rekabet tipi için örnek matematiksel modellere yer verilmiştir. Modellerde kullanılan ortak gösterimler aşağıda verilmektedir.

Ortak Dizin Kümeleri ve Parametreler

I : aday tesis yeri kümesi

i : aday tesis yeri için indis ($i \in I$)

J : müşteriler kümesi

j : müşteri indisi ($j \in J$)

K : mevcut rakip tesis kümesi

k : mevcut rakip tesis indisi ($k \in K$)

d_{ij} : i aday tesis yeri ve j müşterisi arasındaki uzaklık

3.1. Statik Rekabete Dayalı RTYS Problemi

Rekabetin pazarda mevcut olduğu varsayıldığında en basit rekabetçi modeller ortaya çıkar. Bu durumda rakip tesislerin yeri ve özellikleri önceden bilinmektedir. Bu modeller, rakiplerin yeni açılan tesislere herhangi bir tepki vermeyeceği veya rakiplerin tepki vermesi için gereken zamanın yeni tesisin ana faydalarını toplamak için gereken zamandan uzun olduğu varsayımına dayanır (Farahani ve Hekmatfar, 2009: 276). Bu rekabet tipi statik rekabet olarak adlandırılmaktadır.

Bu bölümde, statik rekabet içeren RTYS problemi için Küçükaydın ve diğerleri (2011b) tarafından geliştirilen matematiksel model verilmektedir. Amaç, mevcut rakip tesislerin bulunduğu bir pazar alanına açılacak yeni tesisler için en iyi yerlerin ve en iyi çekicilik seviyelerinin belirlenmesidir. Modelde n adet talep noktası, m adet aday tesis yeri, r adet mevcut tesis bulunmaktadır.

Ek Parametreler

q_k : k mevcut tesisin çekicilik düzeyi

c_i : i tesis yerinin birim çekicilik maliyeti

f_i : i tesis yerinde tesis açmanın yıllık sabit maliyeti

u_i : i tesis yerinde açılacak tesisin izin verilen en büyük çekicilik düzeyi

b_j : mevcut tesislerin çekicilik düzeylerine ve j müşterisinden uzaklıklarına bağlı toplam fayda değeri

Karar Değişkenleri

Q_i : i tesis yerinde açılan yeni tesisin çekicilik düzeyi

X_i : $\begin{cases} 1, & i \text{ aday tesis yerinde tesis açılırsa} \\ 0, & \text{diğer durumda} \end{cases}$

Müşterilerin tesislere atanmasında Huff yerçekimi kuralı dikkate alınmıştır. i aday tesis yerinde yeni bir tesis açıldığında açılan tesisin faydası Q_i/d_{ij}^2 ile hesaplanmaktadır. Buna bağlı olarak mevcut tesislerin j müşterisi için toplam faydası $b_j = \sum_{k=1}^r q_k/d_{kj}^2$ olarak ifade edilebilir. j müşterisinin i tesisinden hizmet alma olasılığı Eşitlik 1 ile ifade edilmiştir.

$$P_{ij} = \frac{(Q_i/d_{ij}^2)}{\sum_{i=1}^m (Q_i/d_{ij}^2) + b_j} \quad (1)$$

$\sum_{j=1}^n P_{ij}$, i tesis yeri için pazar payını ifade etmek üzere, i aday tesis yerinde açılacak olan tesis yerinin geliri $\sum_{j=1}^n h_j P_{ij}$ olarak hesaplanmaktadır. Yeni açılacak tesislerin toplam geliri ise Eşitlik 2'de verilmektedir.

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n h_j P_{ij} = \sum_{j=1}^n h_j \sum_{i=1}^m P_{ij} = \sum_{j=1}^n h_j \frac{\sum_{i=1}^m (Q_i/d_{ij}^2)}{\sum_{i=1}^m (Q_i/d_{ij}^2) + b_j} \quad (2)$$

Statik rekabetin söz konusu olduğu durum için karma tamsayılı doğrusal olmayan programlama modeli aşağıda verilmektedir (Eşitlik 3-6).

$$\max \sum_{j=1}^n h_j \frac{\sum_{i=1}^m (Q_i/d_{ij}^2)}{\sum_{i=1}^m (Q_i/d_{ij}^2) + b_j} - \sum_{i=1}^m f_i X_i - \sum_{i=1}^m c_i Q_i \quad (3)$$

s.t.

$$Q_i \leq u_i X_i \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (4)$$

$$X_i \in \{0, 1\} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (5)$$

$$Q_i \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (6)$$

Eşitlik 3'te verilen amaç fonksiyonu toplam kârı enbüyüklemeye çalışmaktadır. Toplam kâr, açılan yeni tesisler tarafından yakalanan pazar payından elde edilen gelirden tesis açma ve çekicilik maliyetlerinin çıkarılmasıyla elde edilmektedir. Eşitlik 4, tesislerin izin verilen en büyük çekicilik düzeyinden daha yüksek bir çekicilik düzeyine sahip olmalarını engeller. Bir tesis açılmadığında çekicilik düzeyi 0 olmaktadır. Eşitlik 5 ikili karar değişkenine ve Eşitlik 6 ise pozitif karar değişkenine ilişkin işaret kısıtlarını ifade etmektedir. Modelde açılacak tesis sayısı belirli olmayıp matematiksel modelin çıktıları arasında yer alacaktır.

Arrondo ve diğerleri (2012) talebin pazar koşullarına göre değişebildiği düzlemsel tek tesisli rekabetçi yer seçimi ve tasarımı problemini ele almışlar ve çözümü için yeni bir evrimsel algoritma önermişlerdir. Küçükaydın ve diğerleri (2012), bir rakibin mevcut tesisleri işlettiği bir pazara giren bir firma için RTYS problemini ele almışlardır. Yeni katılımcı firmanın amacı, karını en üst düzeye çıkaran yeni tesislerinin konumuna ve çekiciliğine karar vermektir. Rakip firma kendi tesislerini en üst düzeye çıkarmak amacıyla yeni tesisler açarak, mevcut tesisleri kapatarak ve mevcut tesislerinin çekicilik seviyelerini ayarlayarak tepki verebilmektedir. Lancinskas ve diğerleri (2015), statik rekabetin bulunduğu kesikli pazarda RTYS probleminin çözümü için genetik algoritmalara dayalı bir sezgisel algoritma geliştirmişlerdir.

Statik rekabetin olduğu ortamda çok sayıda tesisin ve çok sayıda rakip firmanın bulunduğu durum için Drezner ve diğerleri (2016), yeni bir yaklaşım geliştirilmiştir. Bu yaklaşımda, pazar karşılıklı-ayrık alt pazarlara ayrılmıştır. Böylece bir pazardaki müşteriler, başka bir pazardaki perakende tesislerinden hizmet alamayacaktır. Böylece, tesisler arasında pazar payının paylaşılması kolaylaştırılmıştır. Firmanın bu pazarlara yatırım yapmak için belirli bir bütçesi vardır ve bütçe alt pazarlar arasında paylaşılır. Bu pazarlara yatırım yapmak için belirli bir bütçesi vardır ve bütçe alt pazarlar arasında paylaşılır.

Fernández ve diğerleri (2017a) çalışmalarında müşterilerin kesikli olarak dağıldığı bir pazarda diğer yerleşik firmalarla rekabet eden bir giriş firması için yer seçimi problemini ele almışlardır. Mai ve Lodi (2020) rekabetçi en büyük kapsama problemini ele almış ve müşterilerin rastgele bir fayda enbüyükleme modeline göre pazardaki bir tesisi seçtiğini varsaymıştır.

3.2. Öngörü ile Rekabete Dayalı RTYS Problemi

Öngörü ile rekabetin mevcut olduğu RTYS problemlerinde rakip firmalar bireysel amaç fonksiyonlarını en iyileyecek şekilde eşzamanlı bir şekilde veya sırayla hareket etmektedirler. Burada rakip firmalar ikame hizmetler vermekte olup aynı pazarda kendilerine en büyük pazar payını almaya çalışmaktadır. Bu nedenle, rakiplerin bireysel amaç fonksiyonları çoğunlukla birbirleriyle çelişmektedir. Rakiplerin eşzamanlı ya da sıralı olarak hareket ettiği her iki durumda da rakipler birbirlerinin hamlelerinden habersiz bir şekilde öngörüye dayalı karar vermek zorundadır. Bu iki durumda RTYS sırasıyla eşzamanlı RTYS ve sıralı RTYS olarak adlandırılmaktadır.

3.2.1. Eşzamanlı RTYS problemi

Godinho ve Dias (2010), iki adet yatırımcı firmanın bulunduğu ve firmaların pazara aynı anda belirli bir firmanın isim hakkını alarak yeni tesislerle giriş yapacağı eşzamanlı giriş TYS problemini ele almış ve çözümü için bir matematiksel model geliştirmiştir. Ele alınan problemde firmaların pazarda halihazırda tesisleri bulunabilmektedir. Müşterilerin kendilerine en yakın mesafedeki tesisten veya tesislerden hizmet aldıkları varsayılmıştır. Bir müşteriye en yakın birden fazla tesis bulunduğu müşteri talebi bu tesisler arasında eşit olarak paylaşılır. Godinho ve Dias (2010) tarafından geliştirilen matematiksel model bu bölümde verilmektedir.

Ek Parametreler

e_{ij} : i tesis yerinde bulunan tesis tarafından karşılanan j müşterisine ait talep miktarı

f_{ip} : p yatırımcısı için i tesis yerinde tesis açma maliyeti

α_p : marka sahibine p yatırımcısı tarafından ödenecek olan yakalanan talebin yüzdesi

O_p : p yatırımcısının toplam bütçesi

T_{ij} : j müşterisine i lokasyonundan daha yakın olan aday tesis yerleri kümesi

T'_j : j müşterisine eşit uzaklıkta bulunan (i, k) aday tesis yeri ikilileri kümesi

Bir müşteriye eşit uzaklıkta olan tesisler müşteri talebini eşit olarak paylaşacaklardır. Bu durumda, Eşitlik 7 ve Eşitlik 8 sağlanmalıdır (Godinho ve Dias, 2010).

$$d_{ij} \leq d_{lj} \Rightarrow e_{ij} \geq e_{lj}, \quad \forall i, l \in K \cup I, \quad \forall j \in J \quad (7)$$

$$d_{ij} = d_{lj} \Rightarrow e_{ij} = e_{lj}, \quad \forall i, l \in K \cup I, \quad \forall j \in J \quad (8)$$

Karar Değişkenleri

x_{ij} : j müşterisinin talebinin yatırımcı 1'e ait i tesisine atanan oranı

m_{ij} : j müşterisinin talebinin yatırımcı 2'ye ait i tesisine atanan oranı

y_i : $\begin{cases} 1, & \text{yatırımcı 1'in } i \text{ aday tesis yerinde mevcut tesisi varsa veya yeni tesis açmışsa} \\ 0, & \text{diğer durumda} \end{cases}$

z_i : $\begin{cases} 1, & \text{yatırımcı 2'nin } i \text{ aday tesis yerinde mevcut tesisi varsa veya yeni tesis açmışsa} \\ 0, & \text{diğer durumda} \end{cases}$

Ele alınan eşzamanlı kesikli RTYS probleminde temel olarak farklı değişken setlerini kontrol eden iki karar verici bulunmaktadır. Her karar verici tarafından ayrı ayrı ele alınması gereken kısıtlar ve daha sonra her ikisinin de kararlarını birleştirmekten sorumlu bağlantı kısıtları tanımlanmıştır. Problem Eşitlik 9-25'teki gibi matematiksel olarak formülize edilmiştir.

Karar Verici 1 (Yatırımcı 1)

$$\max \sum_{i \in F \cup G} \sum_{j \in J} (1 - \alpha_1) e_{ij} x_{ij} \quad (9)$$

s.t.

$$\sum_{i \in G} f_{i1} y_i \leq O_1 \quad (10)$$

$$y_i = 1, \quad \forall i \in K \quad (11)$$

$$x_{ij} \leq y_i, \quad \forall i \in K \cup I, \quad \forall j \in J \quad (12)$$

Karar Verici 2 (Yatırımcı 2)

$$\max \sum_{i \in F \cup G} \sum_{j \in J} (1 - \alpha_2) d_{ij} m_{ij} \quad (13)$$

s.t.

$$\sum_{i \in G} f_{i2} z_i \leq O_2 \quad (14)$$

$$z_i = 0, \quad \forall i \in K \quad (15)$$

$$m_{ij} \leq z_i, \quad \forall i \in K \cup I, \quad \forall j \in J \quad (16)$$

Bağlantı kısıtları

$$\sum_{i \in G} (x_{ij} + m_{ij}) + \sum_{i \in F} x_{ij} = 1, \quad \forall j \in J \quad (17)$$

$$m_{ij} \leq 1 - z_k, \quad \forall i \in I, \quad j \in J, \quad k \in T_{ij} \quad (18)$$

$$m_{ij} \leq 1 - y_k, \quad \forall i \in I, \quad j \in J, \quad k \in T_{ij} \quad (19)$$

$$x_{ij} \leq 1 - z_k, \quad \forall i \in K \cup I, \quad j \in J, \quad k \in T_{ij} \quad (20)$$

$$x_{ij} \leq 1 - y_k, \quad \forall i \in K \cup I, \quad j \in J, \quad k \in T_{ij} \quad (21)$$

$$y_i + y_k - 2 \leq x_{ij} - x_{kj} \leq 2 - y_i - y_k, \quad \forall j \in J, \quad (i, k) \in T'_j \quad (22)$$

$$z_i + z_k - 2 \leq m_{ij} - m_{kj} \leq 2 - z_i - z_k, \quad \forall j \in J, (i, k) \in T'_j \quad (23)$$

$$y_i + z_k - 2 \leq x_{ij} - m_{kj} \leq 2 - y_i - z_k, \quad \forall j \in J, (i, k) \in T'_j \quad (24)$$

$$z_i, y_i \in \{0, 1\}, \quad \forall i \in K \cup I \quad (25)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \quad \forall i \in K \cup I, \forall j \in J \quad (26)$$

$$m_{ij} \in \{0, 1\}, \quad \forall i \in K \cup I, \forall j \in J \quad (27)$$

Amaç fonksiyonları Eşitlik 9 ve Eşitlik 13, marka sahibine ödenmesi gereken yüzdeyi göz önünde bulundurarak, her karar vericinin yakaladığı toplam talebi eniyilemeye çalışmaktadır. Eşitlik 10 ve Eşitlik 14 yatırımcılar için bütçe kısıtlarını temsil etmektedir. K kümesine ait tüm konumlar, karar verici 1 tarafından açılan tesislerin yerlerini ifade etmektedir (Eşitlik 11) ve karar verici 2, bu konumlarda herhangi bir tesis açamaz (Eşitlik 15). Müşteriler sadece açık tesislere tahsis edilecektir (Eşitlik 16 ve Eşitlik 20). Her müşterinin tesislere atanan talep yüzdelere toplamı %100'e eşit olmalıdır, yani müşteri taleplerinin tamamı karşılanmalıdır (Eşitlik 17). Her müşterinin en yakın açık tesise tahsis edilmesini garanti eden kısıt grubu Eşitlik 18-21'de verilmiştir. Bir müşteriye en yakın eşit uzaklıkta birden fazla tesis olması durumda talebin tesisler arasında eşit olarak bölünmesini sağlayan kısıtlar Eşitlik 22-24'de verilmiştir. Eşitlik 25-27'de ise modelin karar değişkenlerine ilişkin işaret kısıtları verilmiştir.

Saiz ve diğerleri (2011), sürekli bir pazarda rakiplerin eş zamanlı kararlar aldıkları RTYS problemini oyun teorisi yaklaşımı ile çözmeye çalışmışlardır. Fernandez ve diğerleri (2014) konum kararlarına ek olarak kâr payını en üst düzeye çıkarabilmek için fiyat kararlarını da RTYS problemine dahil etmişlerdir. Burada firmalar öncelikle eşzamanlı olarak tesis yerlerini seçmekte, daha sonra yine eşzamanlı olarak ürün fiyatlarını belirlemektedir. İki aşamalı bu problemin küçük ve orta boyutlularının çözümü için dal ve sınır algoritması, büyük boyutlularının çözümü içinse Weiszfeld benzeri sezgisel algoritma kullanılmıştır. Gur ve diğerleri (2018), eşzamanlı RTYS problemini pazarın şebeke olarak tanımlandığı bir ortamda ele almış ve her iki firmanın problemini de 1-medyan problemi olarak düşünerek çözüm yaklaşımı geliştirmişlerdir.

3.2.2. Sıralı RTYS problemi

Yer seçimlerinin sıralı olarak yapıldığı stratejide, ilk önce yer seçimi yapacak olan ve lider olarak adlandırılan bir firma ve liderden sonra yer seçimi yapan ve takipçi olarak adlandırılan rakip firmalar bulunur. Firmaların eylemlerin zamanlaması konusunda bir öncelik vardır. Bu model iktisatçı Stackelberg (1943) tarafından literatüre kazandırılmıştır. Problemden lider, tesis yerlerini seçerken takipçilerinden gelecek hamleleri bilmemesine rağmen hesaba katmak zorunda kalacaktır. Öte yandan, takipçiler liderin hareketini gözlemlene ve buna göre tepki verme şansına sahip olacaklardır. Liderin zaten pazarda bulunduğu göz önüne alındığında takipçiler için kendi pazar paylarını veya kârlarını en üst düzeye çıkarmaya çalıştıkları kısıtlı bir eniyileme problemi ortaya çıkmaktadır. Takipçinin problemi basit bir eniyileme problemi olduğu için matematiksel olarak çözülmesinin çok daha kolaydır. Bununla birlikte liderin problemi, takipçinin probleminin bir girdi parametresi olarak çözümlenmesini gerektirdiği için iki seviyeli ve çözülmesi zor bir eniyileme problemidir (Eiselt ve Marianov, 2011: 372).

Sıralı RTYS'de takipçi firmanın yapabileceği hamleler probleme göre farklılık gösterebilmektedir. Lider firma tesislerini açtıktan sonra, takipçi firma yeni tesisler açarak tepki verebileceği gibi, bazı durumlarda yeni tesis açmasına izin verilmez ve takipçi firma sadece mevcut tesislerinin tasarımında (kapasite, hizmet kalitesi vs.) değişiklikler yapabilir. Firmaların tesis açma kararlarının hemen verilemeyecek uzun dönemli ve maliyetli kararlar olduğu düşünüldüğünde takipçi firmanın bu şekilde tepki verebilmesi gerçekçi görünmektedir. Küçükaydın ve diğerleri (2011a) çalışmalarında takipçi firmanın, lider firmanın hamlelerine sadece tesislerinin çekicilik seviyelerini değiştirerek veya tesislerini kapatarak cevap verebileceği sıralı RTYS problemini ele almış ve aşağıdaki gibi modellemiştir.

Ek Parametreler

h_j : j müşterisinin satın alma gücü

c_i : i tesis yerinin birim çekicilik maliyeti

f_i : i tesis yerinde tesis açmanın yıllık sabit maliyeti

u_i : i tesis yerinde açılacak tesisin izin verilen en büyük çekicilik düzeyi

\tilde{d}_{kj} : k bölgesindeki rakip tesis ve j müşterisi arasındaki Öklid uzaklığı

\tilde{A}_k : k bölgesindeki rakip tesisin mevcut çekicilik düzeyi

\bar{A}_k : k bölgesindeki rakip tesisin izin verilen en büyük çekicilik düzeyi

\tilde{c}_k : k bölgesindeki rakip tesisin birim çekicilik maliyeti veya geliri

Karar Değişkenleri

Q_i : i tesis yerinde açılan yeni tesisin çekicilik düzeyi

X_i : $\begin{cases} 1, & i \text{ aday tesis yerinde tesis açılırsa} \\ 0, & \text{diğer durumda} \end{cases}$

A_k : k bölgesindeki rakip tesisin yeni çekicilik düzeyi

Rakip firma, lider firma tesislerini açtıktan sonra, A_k çekicilik düzeyini 0 ile \bar{A}_k arasında bir değer olacak şekilde yeniden ayarlamaktadır. Bir tesisi kapatma kararı alması durumunda A_k , 0 değerini alacaktır.

Müşteri davranışları Huff yerçekimi kuralına göre modellenmiştir. i aday tesis yerinde yeni bir tesis açıldığında açılan tesisin faydası Q_i/d_{ij}^2 ile formülize edilmiştir. Rakip firmaya ait mevcut tesisler için de fayda fonksiyonu aynıdır. Bu durumda rakip tesislerin toplam faydası $\sum_{k=1}^r A_k/\tilde{d}_{kj}$ ile hesaplanmıştır. j müşterisinin i tesisinden hizmet alma olasılığı Eşitlik 28'de ifade edilmiştir.

$$P_{ij} = \frac{(Q_i/d_{ij}^2)}{\sum_{i=1}^m (Q_i/d_{ij}^2) + \sum_{k=1}^r A_k/\tilde{d}_{kj}} \quad (28)$$

$\sum_{j=1}^n P_{ij}$, i tesis yeri için pazar payını ifade etmek üzere, her bir j müşterisi için $\sum_{i=1}^m P_{ij} = 1$ olacaktır. i aday tesis yerinde açılacak olan tesis geliri $\sum_{j=1}^n h_j P_{ij}$ olmak üzere açılacak tesislerin toplam geliri Eşitlik 29'da verilmiştir.

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n h_j P_{ij} = \sum_{j=1}^n h_j \sum_{i=1}^m P_{ij} = \sum_{j=1}^n h_j \frac{\sum_{i=1}^m (Q_i/d_{ij}^2)}{\sum_{i=1}^m (Q_i/d_{ij}^2) + \sum_{k=1}^r A_k/\tilde{d}_{kj}} \quad (29)$$

Benzer şekilde rakip tesisin toplam geliri Eşitlik 30'da verildiği gibi hesaplanmıştır.

$$\sum_{j=1}^n h_j \frac{\sum_{k=1}^r A_k/\tilde{d}_{kj}}{\sum_{i=1}^m (Q_i/d_{ij}^2) + \sum_{k=1}^r A_k/\tilde{d}_{kj}} \quad (30)$$

Bu bilgiler ışığında sıralı RTYS problemi için iki seviyeli karma tamsayılı doğrusal olmayan programlama modeli aşağıdaki gibi ifade edilmiştir.

$$\max_{Q,X} \sum_{j=1}^n h_j \frac{\sum_{i=1}^m (Q_i/d_{ij}^2)}{\sum_{i=1}^m (Q_i/d_{ij}^2) + \sum_{k=1}^r A_k/\tilde{d}_{kj}} - \sum_{i=1}^m f_i X_i - \sum_{i=1}^m c_i Q_i \quad (31)$$

s.t.

$$Q_i \leq u_i X_i \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (32)$$

$$X_i \in \{0, 1\} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (33)$$

$$Q_i \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (34)$$

$$\max_{Q,X} \sum_{j=1}^n h_j \frac{\sum_{k=1}^r A_k/\tilde{d}_{kj}}{\sum_{i=1}^m (Q_i/d_{ij}^2) + \sum_{k=1}^r A_k/\tilde{d}_{kj}} - \sum_{k=1}^r \tilde{c}_k (A_k - \tilde{A}_k) \quad (35)$$

s.t.

$$A_k \leq \bar{A}_k \quad k = 1, 2, \dots, r \quad (36)$$

$$A_k \geq 0 \quad k = 1, 2, \dots, r \quad (37)$$

Lider firmanın amaç fonksiyonu, Eşitlik 31, üç bileşenden oluşmaktadır. Birinci bileşen, açılan yeni tesisler tarafından toplanan geliri temsil ederken, ikinci ve üçüncü bileşenler sırasıyla yeni tesislerin açılmasıyla ilişkili sabit maliyet ve çekicilik maliyetini temsil eder. Eşitlik 32, bir tesis açılmadığında ona ilişkin çekicilik düzeyinin sıfır olmasını, tesis açıldığında ise en büyük çekicilik düzeyinin aşılmasını sağlar. Eşitlik 33, ikili X_i karar değişkenine ilişkin işaret kısıtını ve Eşitlik 34 ise Q_i karar değişkenine ilişkin işaret kısıtını ifade etmektedir.

İki seviyeli matematiksel modelin ikinci kısmındaki amaç fonksiyonu, Eşitlik 35, takipçi firmanın toplam gelirinin en iyilenmesine yöneliktir. Takipçi firma için toplam gelir fonksiyonu pazardan elde edilen gelir ve çekicilik seviyelerinin yeniden ayarlanması ile ortaya çıkan gelir veya maliyet olmak üzere iki bileşenden oluşmaktadır. Bir tesisin çekicilik seviyesi arttırıldığında $A_k \geq \tilde{A}_k$ olacağından bu durum firmaya maliyet olarak yansımaktadır, aksi durumda ise çekicilik seviyesinin düşürülmesi ile firma daha az maliyete katlanacaktır. Fakat çekicilik seviyesinin düşürülmesinin yakalanan pazar payında azalmaya sebep olacağı

da unutulmamalıdır. Eşitlik 36, tesisler için belirlenen yeni çekicilik düzeylerinin en büyük çekicilik düzeyinden fazla olmasını engeller. Eşitlik 37 ise A_k karar değişkeni için işaret kısıtını içermektedir.

RTYS'nde lider-takipçi modeli olarak da adlandırılan sıralı rekabet modeli araştırmacıların çok fazla ilgisini çekmiştir. Granot ve diğerleri (2010), müşterilerin talep miktarlarının esnek olduğu, her müşterinin talep edeceği miktara bağlı katlanacağı toplam maliyete (nakliye maliyetleri ve satın alma fiyatı) göre karar verebildiği bir sıralı RTYS problemi tanımlamışlardır. Steiner (2010) bir firmanın birden fazla rakibin bulunduğu rekabetçi bir ortamda yeni bir marka tanıttığı bir lider-takipçi modeli geliştirmiştir. Lider firma, rakiplerin olası tepkilerini tahmin ederek en uygun ürün tasarımını bulmaya çalışır. Kress ve Pesch (2012) sıralı rekabet modelini pazarın şebeke ortamında tanımlandığı durumda ele almışlardır.

Shiode ve diğerleri (2012) iki rakip firma yerine üç rakip firmanın tesis yeri kararlarını vermeye çalıştıkları sıralı RTYS problemini dikkate almışlardır. Melnikov (2014) açılan tesis sayısının sabit olmadığı ve karar değişkenleri ile belirlendiği lider-takipçi modelini ele almıştır. Drezner ve diğerleri (2015) tarafından yapılan çalışmada hem lider hem de takipçi için sınırlı bütçelere tabi olan tesislerin çekiciliğini (tasarımını) içeren lider-takipçi modeli analiz edilmiş ve çözülmüştür. Seyhan ve diğerleri (2018) lider-takipçi modelinde takipçinin problemini bir sezgiselle çözerek, bu sezgiselin sonucunu liderin problemine sınırlamalar olarak yerleştirmişlerdir. Bu şekilde problemi tek seviyeli olarak çözmüşlerdir.

4. GENİŞLETİLMİŞ RTYS PROBLEM TIPLERİ

RTYS modelleri, temel olarak rakip firmalar için yeni tesis yerlerinin ve üretim miktarlarının belirlenmesi ve pazarın rakip tesisler arasında paylaşılması kararlarını içermektedir. Fakat, problem araştırmacılar tarafından farklı tedarik zinciri kararlarının dahil edilmesi veya farklı problem kısıtlarının eklenmesi ile farklı yönlerde genişletilmiştir. Bu bölümde RTYS probleminin farklı varyasyonlarının ele alındığı çalışmalara yer verilmiştir.

4.1. RTYS ve Fiyatlandırma Problemi

RTYS modellerinde incelenen en önemli ek değişken ürün fiyatlarının belirlenmesidir. Fiyat, tesislerin çekiciliğini belirleyen en önemli etmenlerden biri olarak görülmektedir. Bunun yanı sıra, her firmanın elde ettiği kâr sadece tesislerinin konumu ve pazarda belirlediği fiyattan değil aynı zamanda rakiplerinin konumu ve belirledikleri fiyatlardan da etkilenir. Bu nedenle, firmaların fiyat politikalarının belirlenmesi rekabetin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Rekabetçi tesis yer seçimi ve fiyatlandırma (RTYSF) problemlerinde tesisler için yer seçimi kararları verildikten sonra üretim miktarlarının belirlenmesine ek olarak ürün fiyatları da belirlenmektedir.

Bañez ve Heredia (2011), marjinal teslim maliyetlerinin firmalar için birbirinden farklı olduğu durumda iki boyutlu bir konum uzayında iki firma için yer seçimi ve fiyatlandırma problemini ele almıştır. Maliyet (teslim maliyeti), müşteri ile hizmet verilen tesis arasındaki mesafeye orantılı olarak belirlenmiştir. Firmalar denge fiyatlarını belirledikten sonra oyun, saf strateji Nash dengesinin çalışıldığı bir yer seçimi oyununa indirgenmiş ve tüm olası Nash denge çiftlerini bulmak için bir algoritma geliştirilmiştir.

Fernandez ve diğerleri (2014), sürekli çözüm uzayına sahip RTYSF problemini ele almışlardır. Müşterilerin, en düşük fiyatı veren firmadan alışveriş yapacakları varsayılmıştır. Problem, önce yer seçimi kararlarının ve daha sonra fiyatlandırma kararlarının verildiği iki aşamada ele alınmıştır. Benzer şekilde Panin ve diğerleri (2014), kesikli bir pazarın söz konusu olduğu RTYSF problemini iki aşamada ele almıştır. Firmalar kararlarını eşzamanlı değil sırayla almaktadır. Shan ve diğerleri (2017), yeni zincir mağazalar için kesikli bir pazarda RTYSF problemini ele almışlardır. Problemde aynı üretim maliyetlerine rağmen aynı ürünün farklı konumlarda farklı fiyatlarla pazara sunulabildiği varsayılmıştır.

Arbib ve diğerleri (2020), RTYSF problemini üç seviyeli olarak ele almışlardır. Üç seviyeli karar verme sürecinde, bir firma önce sınırlı sayıda aday tesis yeri içinden hangi tesislerin açılacağına karar verir ve gelir enbüyükleme amacıyla hizmet fiyatlarını belirler; daha sonra ikinci bir firma rakip teklifleri kontrol ettikten sonra aynı kararları verir; son olarak, müşteriler hem satın alma hem de nakliye dahil maliyetleri en aza indirmeye çalışan bireysel kararlar verir.

4.2. RTYS ve Tasarım Problemi

Tesis yerleri ve tasarım özellikleri müşterilerin tesise çekilmesinde iki önemli etmendir. Bu iki kararın birlikte ele alındığı RTYS problemleri rekabetçi tesis yer seçimi ve tasarım (RTYST) problemi olarak adlandırılmaktadır. Drezner ve diğerleri (2012), RTYS modellerinde bütçe kısıtlamasına tabi olan bir zincirin yakaladığı pazar payını artırmak için mevcut tesislerin iyileştirilmesi, yeni tesislerin inşası ve bunların kombinasyonu olmak üzere 3 ayrı strateji incelemiştir. Çalışmada kapsamlı deneylerin sonuçlarına dayanarak, ortak strateji uygulandığında bir zincirin yakaladığı pazar payındaki artışın, bireysel stratejiler tarafından elde edilen artışlardan önemli ölçüde daha yüksek olabileceği sonucuna varılmıştır. Ortak

stratejiyi ele alan bir diğer çalışma, Küçükaydın ve diğerleri (2011a) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada, bir firmanın zincirinin genişlemesi mevcut zincir tesislerinin bir kısmını veya tamamını geliştirmek, yeni zincir tesisleri kurmak veya iki durumun beraber ele alınması stratejilerinden biri ile sağlanır. Bu genişleme için belirli bir bütçe mevcuttur. Zincirin amacı, belirtilen bütçe dahilinde en büyük pazar payını çekmek veya genişlemeden sonra yakalanan ek pazar payını en üst düzeye çıkarmaktır.

Küçükaydın ve diğerleri (2011b), tasarım kararlarını sınırlı sayıda alternatifle incelemek yerine ilk kez sürekli bir karar değişkeni olarak ele almışlardır. Çalışmada, rekabetin statik bir ortamda gerçekleştiği durum için karma tamsayılı doğrusal olmayan programlama formülasyonu geliştirilmiştir.

4.3. Belirsizlik Ortamında RTYS Problemi

RTYS problemleri, özellikle rekabetin statik olmadığı durum için pazarda bulunan veya pazara sonradan girecek olan rakip firmaların kararlarının bilinmemesinden dolayı yerseçimi kararlarının birçok belirsizlik altında verilmesini gerektirmektedir. Bunun yanısıra, tesislerin açılacağı pazarla ilişkili parametrelerin müşterilerin geçmiş verilerinin eksikliği veya kapsamlı bir pazar araştırması yapmanın yüksek maliyet gerektirmesi gibi nedenlerle tam olarak belirlenebilmesi oldukça zordur. Bu nedenle son yıllarda, az da olsa belirsizlik altında RTYS problemini ele alan çalışmalar yapılmıştır.

Öngörü ile rekabetin olduğu durumlarda genellikle rakip firmaların pazara kaç tesis açacağını bilindiği varsayılmaktadır. Ashitani ve diğerleri (2013), lider takipçi problemi için takipçinin yeni tesislerinin sayısının belirsiz olduğu durum için liderin problemini takipçinin açacağı tesis sayısının bilinmemesi durumunda gürbüz eniyileme ile çözmeye çalışmışlardır.

Beresnev ve Melnikov (2017) pazardaki talep miktarlarının belirsiz olduğu durumla ilgilenmişlerdir. Talep belirsizliği ile başa çıkmak için çeşitli alternatif senaryolar kullanarak problemi çözmüşlerdir. Talep belirsizliğini ele alan bir diğer çalışma Yu (2020a) tarafından yapılmıştır. Çalışmada talepler aralıklı olarak ifade edilerek problem yine gürbüz eniyileme ile çözülmüştür.

4.4. Diğer Genişletilmiş RTYS Problem Tipleri

RTYS literatüründe yer seçimi kararlarıyla entegre edilmiş bir diğer tedarik zinciri kararı da rotalama kararlarıdır. Bozkaya ve Balcisoy (2010), karar vericinin yeni tesisler açmanın yanında, mevcut tesislerden birini veya daha fazlasını kapatmayı seçebildiği durum için yer seçimi ve rotalama kararlarının alındığı entegre bir problem ele almışlardır. Müşteri davranışları Huff yerçekimi kuralı ile modellenmiş ve çekicilik puanları hesaplanırken, mağaza büyüklüğü, ürün çeşitliliği, erişim kolaylığı, park alanı ve yakındaki cazibe merkezleri gibi müşterilerin çekicilik algısını etkileyen birçok farklı kriter dikkate alınmıştır. Yerseçimi kararları ve rotalama kararlarını içeren entegre modelde, değişken büyüklükteki bir filo kullanarak günlük olarak tek bir merkezi depodan zincirin açık tesislerine hizmet vermek için rotalama yapılmıştır.

RTYS problemlerinde, müşteriler tesisleri mesafe ve çekicilik gibi tıkanıklığı (tesis veya yol yoğunluğunu) içermeyen özelliklere dayalı olarak seçer. Çok sayıda müşterinin bulunduğu durumlarda tıkanıklığın oluşması beklenir. Son dönemde literatürde rekabetçi ortamda tıkanıklığı ele alan çalışmalar yapılmıştır. Zarrinpoor ve Seifbarghy (2011), statik rekabetin olduğu bir ortamda pazara yeni giriş yapan firmanın tıkanıklık sebebiyle oluşan bekleme maliyetlerini de içeren toplam maliyeti en aza indirecek şekilde pazar payının belirli bir yüzdesini elde etmeye çalıştığı yeni bir matematiksel model önermişlerdir. Dan ve Marcotte (2019), müşterilerin kendi tesislerini ve yollarını seçtikten sonra bir tıkanıklık meydana gelmesi durumunda farklı yollar boyunca seyahat edebildiği veya farklı tesisten hizmet alabildikleri bir RTYST problemi ele almışlardır.

Konur ve Geunes (2012), tek bir ürünü birden fazla pazara tedarik eden, özdeş olamayan birden fazla firma arasındaki rekabeti dikkate almıştır. Klasik RTYS probleminden farklı olarak firmalar, tesis konumlarına ek olarak her tesisten her pazara sağlayacağı miktarları belirlemelidir. Firmalar yer, nakliye ve tıkanıklık maliyetlerine maruz kalmaktadır ve piyasa fiyatı doğrusal olarak ele alınmıştır. Fiyat, piyasaya arz edilen miktara dayalı olarak azalmaktadır.

Zhang ve diğerleri (2016), tesislerin doğal afet, işgücü eylemleri, elektrik kesintileri vb. sebeplerle kesintiye uğraması risklerinin dikkate alındığı RTYS problemini literatüre tanıtmışlardır. Bir tesis kesintiye uğradığında müşteriler aynı firmaya ait başka bir tesisten hizmet alabilmekte, farklı bir firmaya ait bir tesisten hizmet alabilmekte veya müşterinin sahip olduğu pazar payı tamamen kaybedilebilmektedir. Ghaffarinasab ve diğerleri (2018), TYS literatüründe oldukça iyi bilinen ana dağıtım üssü (hub) yer seçimi problemini rekabetçi ortamda ele almışlardır. Rakip iki firmanın yer seçimlerini sırayla yaptıkları durumda hem tek tesis yer seçimi hem de çoklu tesis yer seçimi durumları incelenmiştir. Mahmoodjanloo ve diğerleri (2020), ana dağıtım üssü yer seçimi kararlarının yanısıra hizmet fiyatlandırma kararlarının da verildiği ana dağıtım üssü yer seçimi ve fiyatlandırma problemini ele almışlardır.

5. ÇOK AMAÇLI RTYS PROBLEMİ

Birden fazla firmanın ve dolayısı ile rekabet ortamının bulunduğu pazarlarda firmaların her biri, en büyük pazar payını kendine çekmeyi hedeflemektedir. Pazardaki toplam talep miktarının sabit olması nedeniyle bir firmanın çektiği pazar payını arttırması, diğer firmaların sahip olabileceği pazar payının düştüğü anlamına gelmektedir. Dolayısıyla, firmaların amaçları birbiriyle çelişmektedir. RTYS problemi doğası gereği çok amaçlı bir yapıya sahiptir. Fakat literatürde yapılan çalışmaların çoğu firmanın tek bir amacını eniyilemeye yöneliktir.

Redondo ve diğerleri (2011), sürekli bir pazarda iki amaçlı bir rekabetçi yer seçimi problemini ele alınmıştır. Marka sahibinden isim hakkı satın alarak yeni tesis açacak olan bir firma pazardaki karını eniyilemek istemektedir. Aynı şekilde marka sahibi de kendi karını en iyilemek istemektedir. Ancak, tesis sahibinin karının eniyilenmesi marka sahibinin karının eniyilenmesi amacı ile çelişmektedir. Tanımlanan bu iki amaçlı problem için evrimsel algoritma geliştirilmiştir.

Konak ve diğerleri (2017), en büyük kapsama problemini birden fazla rakip firmanın rekabetçi ortamında ele almış ve her bir firmanın kapsadığı talep miktarını eniyilemeye çalışacak şekilde çok amaçlı olarak incelemişlerdir. Birden fazla pareto-eniyi çözüm elde etmek amacıyla genetik algoritma kullanmışlardır.

Tesis çekiciliği ve tesis ile müşteri arasındaki mesafe, müşterilerin tesislere çekilmesindeki en önemli iki etmen olarak görülmektedir. Wang ve Chen (2017), tesis çekiciliği ve mesafe arasındaki ödünleşim analizine dikkat ederek seçilen tesisler tarafından sağlanan toplam çekiciliği enbüyükleme ve her bir talep noktası ile seçilen tesis arasındaki toplam mesafeleri enküçükleme çalışılan rekabetçi yer seçimi problemini ele almışlardır. Wang ve diğerleri (2018), aynı problemi tek bir talep noktası ve iki adet rakip tesisin bulunduğu bir pazara indirgeyerek incelemiştir.

6. RTYS PROBLEM TIPLERİ İÇİN KULLANILAN ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ

Statik rekabet içeren RTYS problemlerinde tesis yer seçimi yapacak olan tek bir firma vardır ve bu firma pazarda halihazırda var olan rakip tesislerin yerleri ve özellikleri ile ilgili tüm bilgilere sahiptir. Pazardaki rekabet şartları ile ilgili herhangi bir belirsizlik olmamasına rağmen problem NP-zor problem sınıfına girdiğinden dolayı kesin çözüm yöntemleri ile problemin çözülebilmesi oldukça zordur. Bu nedenle, problemin çözümü için sezgisel veya metasezgisel algoritmalarından yararlanılmıştır. Redondo ve diğerleri (2011), Redondo ve diğerleri (2015), Wang ve Chen (2017) evrimsel algoritma; Lancinskas ve diğerleri (2015) genetik algoritma; Shan ve diğerleri (2017) tabu arama algoritması, Bozyaka ve Balcısoy (2010), Zarrinpoor ve Seifbarghy (2011) genetik algoritma ve tabu arama algoritması; Melnikov (2014) rassal yerel arama algoritması; Yu (2020a), Yu (2020b), Lancinskas ve diğerleri (2020), Fernandez ve diğerleri (2020), Fernandez ve diğerleri (2021) sıralamaya dayalı sezgisel algoritma tabanlı çözüm yaklaşımları geliştirmişlerdir. Problem için literatürde kesin çözüm yaklaşımları da önerilmiştir. Dal sınır yönteminin incelenen çalışmalarda sıklıkla kullanıldığı görülmektedir (Drezner ve diğerleri, 2011; Blanquero ve diğerleri, 2011; Küçükaydın ve diğerleri, 2011b; Arrondo ve diğerleri, 2012; Redondo ve diğerleri, 2012; Drezner ve diğerleri, 2016; Fernandez ve diğerleri, 2017b). Küçükaydın ve diğerleri (2011b) dışında problem için matematiksel model Drezner ve Drezner (2012), Dan ve Marcotte (2019), Marinov ve diğerleri (2019) ve Lin ve Tian (2020) tarafından geliştirilmiştir. Lin ve Tian (2020), problemi diğer çalışmalardan farklı olarak karma tamsayılı konik karesel programlama modeli ile modellemiştir.

Öngörü ile rekabetin söz konusu olduğu problemlerde birden fazla firmanın hamle yapması söz konusu olduğu için literatürde problemin oyun teorisi ile ele alındığı da sıklıkla görülmektedir. Eş zamanlı giriş RTYS probleminde, belirli koşullara dayanarak ürün fiyatları ve üretim miktarları için bir Nash dengesi aranır. Rekabet ortamında bir firmanın tesis açması için seçtiği bir nokta, diğer firmaların tesislerini açmak için seçtikleri noktalar gözetildiğinde tesis açılacak (amaç fonksiyonu açısından) en iyi nokta ise ve bu durum diğer tüm firmalar için de geçerliyse, bu durumun bir Nash Dengesi oluşturduğundan söz edilebilir (Labbé ve Hakimi, 1991). Sıralı giriş RTYS problemlerinde firmaların eylemlerin zamanlaması konusunda bir öncelik vardır. Bu sebeple problem Stackelberg oyunu olarak tanımlanmakta ve problemin çözümü için Stackelberg dengesi aranmaktadır. Granot ve diğerleri (2010), Godinho ve Dias (2010), Saiz ve diğerleri (2011), Banez ve Heredia (2011), Shiode ve diğerleri (2012), Konur ve Geunes (2012), Wang ve Quyang (2013), Gur ve diğerleri (2018), öngörü ile rekabet içeren RTYS problemin çözümü için oyun teorisi yaklaşımını kullanmıştır. Literatürde problemin çözümü için sezgisel / metasezgisel algoritmaların da kullanıldığı görülmektedir. Biesingier ve diğerleri (2015) evrimsel algoritma; Zhang ve diğerleri (2016) değişken komşu arama algoritması; Qi ve diğerleri (2017) tabu arama algoritması; Konak ve diğerleri (2017), Nasiri ve diğerleri (2018) genetik algoritma; Ghaffarinasab (2018) tavlama benzetimi algoritmasına dayalı sezgisel algoritma geliştirmiştir. Kesin çözüm yaklaşımlarının önerildiği çalışmalar ise Drezner ve diğerleri (2012), Beresnev (2013), Beresnev (2014), Drezner ve diğerleri (2015), Beresnev ve Melnikov

(2018), Gentile ve diğerleri (2018), Beresnev ve Melnikov (2019a), Beresnev ve Melnikov (2019b) tarafından yapılmıştır. Godinho ve Dias (2010), Küçükaydın ve diğerleri (2011a), Ashitani ve diğerleri (2013), Fu ve diğerleri (2013), Beresnev ve Melnikov (2019b) problem için matematiksel model geliştirmişlerdir. Beresnev ve Melnikov (2019b), iki firmanın bulunduğu sıralı rekabeti iki aşamada modellemek yerine tek aşamada iki amaçlı olarak modellemişlerdir. RTYS problemi için her bir çalışmada geliştirilen çözüm yaklaşımları Tablo 1'de özetlenmiştir.

7. SONUÇ

RTYS problemleri özellikle rakip firmaların hamlelerinin bilinmediği durumlarda belirsizlik içermektedir. Bu açıdan pazarın yapısının, müşteri talebi yapısının, müşteri tercihlerini etkileyen faktörlerin çok dikkatli bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle, araştırmacılar rekabetçi ortamda yer seçimi kararları kadar, bu faktörlerin tanımlanması için de çaba sarfetmişlerdir. Dolayısıyla, gerçek hayat yer seçimi problemlerinin daha gerçekçi bir şekilde modellenmesini sağlayan RTYS problemi son yıllarda literatürde çok çalışılan problemlerden birisidir. Özellikle rekabetin yoğun olduğu zincir marketler için yer seçimleri, dağıtım merkezlerinin yer seçimleri, banka şubeleri için yer seçimleri, yeme içme sektörü için yer seçimleri gibi uygulama alanları düşünüldüğünde RTYS problemi kurulan tesisler için mevcut olan sınırlı pazar payının daha büyük bir bölümüne sahip olmayı sağlayacaktır. Bu durum firmalara sadece tesis konumları sayesinde daha fazla kar payı ve yüksek verimlilik elde etme imkanı sunacaktır.

Bu çalışma ile RTYS alanında yapılmış önceki tarama çalışmalarından (Ashtiani, 2016; Eiselt ve Marianov, 2019: 391) farklı olarak 2010-2020 arasında yapılan, Web of Science veri tabanında taranmış ve hakemli dergilerde yayımlanmış olan bilimsel çalışmalarda, RTYS problemini, problem parametrelerini ve bileşenlerini tanımlama biçimleri ve literatüre kazandırılan yeni RTYS problem çeşitleri incelenmiştir. Bu çalışmanın kısıtı konferans bildiri ve makalelerinin çalışma kapsamına dahil edilmemiş olmasıdır. Yapılan tarama çalışması sonucu RTYS alanının ilerlediği yönler ve bu alanda gelecek vadeden çalışma konuları belirlenmiştir.

- RTYS problemleri özellikle rekabet koşullarının bilinmediği durumlar için çok karmaşık problemlerdir. Bu sebeple literatürde RTYS problemlerinin çok amaçlı olarak ele alındığı çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Genellikle çalışmalar tek bir firmanın pazar payının enbüyüklenmesine odaklanmıştır. Problemin yapısı gereği pazara girecek veya pazarda var olan her bir firmanın pazar payının enbüyüklenmesi birbiriyle çelişen amaçlardır. Tüm firmalar için pazar paylarının enbüyüklenmesi durumunun çok amaçlı olarak ele alınması RTYS literatürüne önemli bir katkı sağlayacaktır.
- Yapılan çalışmaların neredeyse tamamı tesislerin çekiciliklerini etkileyen özelliklerini bir çekicilik fonksiyonuna dahil etmiş ve tesisler için bir çekicilik değeri belirlemiştir. Müşterilerin önemsedikleri her bir tesis özelliğinin tek tek eniyilenmesini sağlamak amacıyla müşterilerin tesis seçimlerini çok amaçlı eniyileme kullanarak yapması sağlanabilir. Müşteriler tarafından en önemli bulunan tesis özelliklerinin her biri birer amaç olacak şekilde çok amaçlı olarak değerlendirilerek müşterilerin Pareto-Eniyi tesisler arasında seçim yapmasına dayalı müşteri davranışı modellenebilir. Bu durumun müşteri davranışlarını daha gerçekçi bir şekilde yansıtabileceği düşünülmektedir.
- Özellikle öngörü ile rekabetin bulunduğu RTYS problemlerinde araştırmacılar iki adet rakip firmanın bulunduğu durumla ilgilenmişlerdir. Problemin çözülmesi zor yapısından dolayı ikiden fazla rakip firmanın bulunduğu RTYS problemleri modellenmesi ve çözülmesi çok daha zor problemlere yol açacak olsa da fazla rakip tesisin bulunduğu çalışmalar RTYS literatüründe önemli yer tutacaktır.

Tablo 1. RTYS problemlerini ele alan çalışmalara ilişkin literatür özeti

Çalışma	Problem Tanımı	Problem Karakteristikleri															Çözüm Yöntemleri
		Yeni Açılacak Tesis Sayısı		Rekabet Türü		Çözüm Uzağı			Müşteri Davranışı				Talep Türü				
		TT	BFT	SR	ÖGR	KS	SR	EYK	DFK	RFK	OFK	KTK	ES	ESO	BSZ		
Granot ve diğerleri (2010)	RTYS		X		X	X		X						X			Oyun teorisi
Godinho ve Dias (2010)	RTYS		X		X	X		X							X		Oyun teorisi
Bozayaka ve Balcisoy (2010)	RTYSR		X	X		X							X		X		Genetik algoritma, Entegre tabu arama algoritması
Saiz ve diğerleri (2011)	RTYS		X		X			X					X		X		Oyun teorisi
Aboolian ve diğerleri (2011)	RTYST		X	X		X							X				Teğet çizgisi yaklaşımı (TLA) tekniği tabanlı yaklaşım, En dik çıkış sezgiseli
Zarrinpoor ve Seifbarghy (2011)	RTYS		X	X		X							X		X		Genetik algoritma, Tabu arama algoritması
Drezner ve diğerleri (2011)	RTYS		X	X		X							X		X		Dal-sınır yöntemi, Tabu arama algoritması
Báñez ve Heredia (2011)	RTYSF	X			X			X	X						X		Oyun teorisi
Redondo ve diğerleri (2011)	RTYS		X	X				X					X		X		Evrimsel algoritma (UEGO)
Blanquero ve diğerleri (2011)	RTYS	X		X				X					X			X	Dal-sınır yöntemi
Küçükaydın ve diğerleri (2011a)	RTYS		X		X	X							X		X		Dal-sınır yöntemi
Küçükaydın ve diğerleri (2011b)	RTYS		X	X		X							X		X		Lagrange sezgisel yöntemi, Lagrange gevşetmeli dal-sınır yöntemi, Doğrusal olmayan programlama gevşetmeli dal sınır yöntemi
Küçükaydın ve diğerleri (2012)	RTYS		X		X	X							X		X		Tabu arama ve dal sınır yöntemi tabanlı hibrit yöntem
Drezner ve Drezner (2012)	RTYS		X	X		X							X		X		Matematiksel model
Shiode ve diğerleri (2012)	RTYS		X		X			X	X						X		Oyun teorisi
Arrondo ve diğerleri (2012)	RTYS	X		X		X				X					X		Dal-sınır yöntemi, Evrimsel alg. (UEGO)
Redondo ve diğerleri (2012)	RTYS	X		X		X							X		X		Dal-sınır yöntemi, Evrimsel algoritma (UEGO)
Drezner ve diğerleri (2012)	RTYS		X		X	X							X		X		Dal-sınır yöntemi, Tabu arama algoritması
Konur ve Geunes (2012)	RTYS		X		X	X		-	-	-	-	-			X		Oyun teorisi, Sezgisel bir arama metodu
Wang ve Ouyang (2013)	RTYS		X		X			X	X						X		Oyun teorisi

Tablo 1. (Devamı)

Çalışma	Problem Tanımı	Problem Karakteristikleri														Çözüm Yöntemleri
		Yeni Açılacak Tesis Sayısı		Rekabet Türü		Çözüm Uzayı		Müşteri Davranışı				Talep Türü				
		TT	BFT	SR	ÖGR	KS	SR	EYK	DFK	RFK	OFK	KTK	ES	ESO	BSZ	
Ashitani ve diğerleri (2013)	RTYS		X		X	X					X		X		Matematiksel model	
Fu ve diğerleri (2013)	RTYS		X		X	X			X					X	Matematiksel model	
Beresnev (2013)	RTYS		X		X	X			X	X				X	Dal-sınır yöntemi	
Beresnev (2014)	RTYS		X		X	X			X	X				X	Dal-sınır yöntemi	
Melnikov (2014)	RTYS		X	X		X	-	-	-	-	-			X	Rassal yerel arama	
Panin ve diğerleri (2014)	RTYSF		X		X	X			X					X	Yaklaşık sezgisel algoritmalar	
Fernandez ve diğerleri (2014)	RTYSF		X		X	X			X				X		Dal-sınır yöntemi, Weiszfeld algoritması	
Beresnev ve Melnikov (2015)	RTYS		X		X	X			X					X	Üst sınır hesaplama yöntemi	
Drezner ve diğerleri (2015)	RTYS		X		X	X						X		X	Dal-sınır yöntemi, Tabu arama algoritması	
Lancinskas ve diğerleri (2015)	RTYS		X	X		X			X					X	Genetik algoritma	
Biesinger ve diğerleri (2015)	RTYS		X		X	X			X					X	Evrimsel algoritma	
Redondo ve diğerleri (2015)	Çok Amaçlı RTYS	X			X	X			X					X	Çok amaçlı evrimsel alg. (FEMOEA)	
Zhang ve diğerleri (2016)	RTYS		X		X	X		X						X	Değişken komşu arama ayrıştırma algoritması	
Drezner ve diğerleri (2016)	Çok Pazarlı RTYS		X	X		X		-	-	-	-	-		X	Dal-sınır yöntemi	
Fernandez ve diğerleri (2017a)	RTYS		X		X	X			X					X	Sıralama tabanlı kesikli eniyileme algoritması	
Fernandez ve diğerleri (2017b)	RTYST	X			X		X		X					X	Dal-sınır yöntemi, Çok başlangıçlı sezgisel algoritma, Evrimsel algoritma	
Wang ve Chen (2017)	Çok Amaçlı RTYS		X	X		X						X		X	Çok amaçlı evrimsel algoritma	
Qi ve diğerleri (2017)	RTYS		X		X	X						X		X	İki aşamalı hibrit tabu arama algoritması	
Shan ve diğerleri (2017)	RTYSF		X	X		X			X					X	Tabu arama algoritması	
Konak ve diğerleri (2017)	RTYS		X		X	X						X		X	Çok amaçlı genetik algoritma	

Tablo 1. (Devamı)

Çalışma	Problem Tanımı	Problem Karakteristikleri														Çözüm Yöntemleri
		Yeni Açılacak Tesis Sayısı		Rekabet Türü		Çözüm Uzağı		Yeni Açılacak Tesis Sayısı				Talep Türü				
		TT	BFT	SR	TT	KS	SR	TT	DFK	RFK	TT	KTK	ES	TT	BSZ	
Drezner ve diğerleri (2018)	RTYS		X	X		X				X				X		Eniyi niceleme yöntemi
Wang ve diğerleri (2018)	Çok Amaçlı RTYS		X	X		X				X				X		Domine edilmeyen aralık yöntemi
Gur ve diğerleri (2018)	RTYS		X		X	X		X						X		Oyun teorisi
Beresnev ve Melnikov (2018)	RTYS		X		X	X			X					X		Dal-sınır yöntemi
Gentile ve diğerleri (2018)	RTYS		X		X	X							X	X		Dal-kesme yöntemi
Seyhan ve diğerleri (2018)	RTYS		X		X	X							X	X		Açgözlü ekleme algoritması ve matematiksel modelden oluşan hibrit bir yöntem
Nasiri ve diğerleri (2018)	RTYS		X		X	X		X					X			Değiştirilmiş genetik algoritma
Ghaffarinasab ve diğerleri (2018)	Rek. Tesis Ana Dağıtım Üssü Yer Seçimi ve Dağıtım		X		X	X		-	-	-	-	-		X		Tavlama benzetimi algoritması
Drezner ve diğerleri (2019)	RTYS	X	X	X				X					X	X		Nelder-Mead algoritması
Beresnev ve Melnikov (2019a)	RTYS		X		X	X			X					X		Dal-sınır yöntemi
Beresnev ve Melnikov (2019b)	RTYS		X		X	X			X						X	Dal-sınır yöntemi
Dan ve Marcotte (2019)	RTYS		X	X		X			X			X		X		Matematiksel model
Mahmoodjanloo ve diğerleri (2019)	Rek. Tesis Ana Dağıtım Üssü Yer Seçimi ve Fiyatlandırma		X	X		X			X					X		Dağılım arama algoritması EGPSDE isimli sezgisel algoritma
Marianov ve diğerleri (2019)	RTYS		X	X		X						X		X		Matematiksel model
Yu (2020a)	RTYS		X	X		X			X						X	Matematiksel model, Tavlama benzetimi algoritmasına entegre edilmiş bir sıralama algoritması
Yu (2020b)	RTYS		X	X		X			X			X		X		Sıralama tabanlı algoritma
Mai ve Lodi (2020)	RTYS		X	X				X				X		X		Çok kesmeli dış yaklaşım algoritması
Lancinskis ve diğerleri (2020)	Asimetrik RTYS		X	X		X			X					X		Sıralama tabanlı kesikli eniyileme algoritması
Ahmadi ve Vahidreza Ghezavati (2020)	RTYS		X	X		X						X		X		İvmelendirilmiş Benders ayrışması algoritması

Tablo 1. (Devamı)

Çalışma	Problem Tanımı	Problem Karakteristikleri														Çözüm Yöntemleri
		Yeni Açılacak Tesis Sayısı		Rekabet Türü		Çözüm Uzayı		Yeni Açılacak Tesis Sayısı					Talep Türü			
		TT	BFT	SR	TT	KS	SR	TT	DFK	RFK	TT	KTK	ES	TT	BSZ	
Arbib ve diğerleri (2020)	RTYSF	X	X	X	X	X		X						X		Polinom zamanlı algoritma
Drezner ve diğerleri (2020a)	RTYS			X		X						X				Büyük üçgen küçük üçgen metodu, Sıralı karesel programlama algoritması
Fernández ve diğerleri (2020)	RTYS		X	X		X		X						X		Sıralama tabanlı kesikli eniyileme algoritması
Lin ve Tian (2020)	RTYS		X	X		X		X						X		Karma tamsayı konik karesel program modeli
Fernández ve diğerleri (2021)	RTYS		X	X		X					X			X		Sıralamaya dayalı bir sezgisel algoritma

(TT: Tek tesis, BFT: Birden fazla tesis, SR: Statik rekabet, ÖGR: Öngörü ile rekabet, KS: Kesikli, SR: sürekli, EYK: En yakın kural, DFK: Deterministik fayda kuralı, RFK: Rassal fayda kuralı, OFK: Olasılıklı fayda kuralı, KTK: Kapsama tabanlı kural, ES: Esnek, ESO: Esnek olmayan, BSZ: Belirsiz)

KAYNAKÇA

- Aboolian, R., Berman, O. ve Krass, D. (2007). "Competitive Facility Location and Design Problem", *European Journal of Operational Research*, 182, 40-62.
- Ahmadi, Z. ve Ghezavati, V. (2020). "Developing a New Model for A Competitive Facility Location Problem Considering Sustainability Using Markov Chains", *Journal of Cleaner Production*, 273, 122971.
- Arbib, C., Pinar, M.Ç. ve Tonelli, M. (2020). "Competitive Location and Pricing on a Line with Metric Transportation Costs", *European Journal of Operational Research*, 282(1), 188-200.
- Arrondo, A.G., Fernández, J., Redondo, J.L. ve Ortigosa, P.M. (2012). "An Approach for Solving Competitive Location Problems with Variable Demand Using Multicore Systems", *Optimization Letters*, 8(2), 555-567.
- Ashtiani, M. (2016). "Competitive Location: A State-of-Art Review", *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 1-18.
- Ashtiani, M.G., Makui, A. ve Ramezani, R. (2013). "A Robust Model for a Leader-Follower Competitive Facility Location Problem in A Discrete Space", *Applied Mathematical Modelling*, 37(1-2), 62-71.
- Báñez, J.M., Heredia, M., Pelegrin, B., Pérez-Lantero, P. ve Ventura, I. (2011). "Finding all pure strategy Nash equilibria in a Planar Location Game", *European Journal of Operational Research*, 214(1), 91-98.
- Beresnev, V. ve Melnikov, A. (2018). "Exact Method for the Capacitated Competitive Facility Location Problem", *Computers & Operations Research*, 95, 73-82.
- Beresnev, V. ve Melnikov, A. (2019a). "Approximation of the Competitive Facility Location Problem with MIPs", *Computers & Operations Research*, 104, 139-148.
- Beresnev, V. ve Melnikov, A. (2019b). "ε-Constraint Method for Bi-Objective Competitive Facility Location Problem with Uncertain Demand Scenario", *EURO Journal on Computational Optimization*, 1-27.
- Beresnev, V.L. (2013). "Branch-and-Bound Algorithm for a Competitive Facility Location Problem", *Computers & Operations Research*, 40(8), 2062-2070.
- Beresnev, V.L. (2014). "On the Competitive Facility Location Problem with a Free Choice of Suppliers", *Automation and Remote Control*, 75(4), 668-676.
- Beresnev, V.L. ve Melnikov, A.A. (2017). "Upper Bound for the Capacitated Competitive Facility Location Problem", *Operations Research Proceedings*, 87-93.
- Berman, O., Drezner, T., Drezner, Z. ve Krass, D. (2009). "Modeling Competitive Facility Location Problems: New Approaches and Results", *Decision Technologies and Applications*, 156-181.
- Biesinger, B., Hu, B. ve Raidl, G. (2015). "Models and Algorithms for Competitive Facility Location Problems with Different Customer Behavior", *Annals of Mathematics and Artificial Intelligence*, 76(1-2), 93-119.
- Blanquero, R., Carrizosa, E. ve Hendrix, E.M.T. (2011). "Locating a Competitive Facility in the Plane with a Robustness Criterion", *European Journal of Operational Research*, 215(1), 21-24.
- Bozkaya, B., Yanik, S. ve Balcısoy, S. (2010). "A GIS-Based Optimization Framework for Competitive Multi-Facility Location-Routing Problem", *Networks and Spatial Economics*, 10(3), 297-320.
- Dan, T. ve Marcotte, P. (2019). "Competitive Facility Location with Selfish Users and Queues", *Operations Research*, 1-19.
- Drezner, T., Drezner, Z. ve Kalczyński, P. (2011). "A Cover-Based Competitive Location Model", *Journal of the Operational Research Society*, 62(1), 100-113.
- Drezner, T., Drezner, Z. ve Kalczyński, P. (2012). "Strategic Competitive Location: Improving Existing and Establishing New Facilities", *Journal of the Operational Research Society*, 63(12), 1720-1730.
- Drezner, T. ve Drezner, Z. (2012). "Modelling Lost Demand in Competitive Facility Location", *Journal of the Operational Research Society*, 63(2), 201-206.
- Drezner, T., Drezner, Z. ve Kalczyński, P. (2015). "A Leader-Follower Model for Discrete Competitive Facility Location", *Computers & Operations Research*, 64, 51-59.
- Drezner, T., Drezner, Z. ve Kalczyński, P.J. (2016). "The Multiple Markets Competitive Location Problem", *Kybernetes*, 45(6), 854-865.
- Drezner, T., Drezner, Z. ve Kalczyński, P.J. (2020a). "Gradual Cover Competitive Facility Location", *OR Spectrum*, 1-22.
- Drezner, T., Drezner, Z. ve Suzuki, A. (2019). "A Cover Based Competitive Facility Location Model with Continuous Demand", *Naval Research Logistics*, 66(7), 565-581.

- Drezner, T., Drezner, Z. ve Zerom, D. (2018). "Competitive Facility Location with Random Attractiveness", *Operations Research Letters*, 46(3), 312-317.
- Drezner, T., Drezner, Z. ve Zerom, D. (2020b). "Facility Dependent Distance Decay in Competitive Location", *Networks and Spatial Economics*, 20(4), 915-934.
- Eiselt, H. ve Marivov, V. (2011). "Foundations of Location Analysis", Springer Science+Business Media, London.
- Eiselt, H. ve Marivov, V. (2019). "Location Science", Springer Nature, Switzerland.
- Eiselt, H.A., Laporte, G. ve Thisse, J.-F. (1993). "Competitive Location Models: A Framework and Bibliography", *Transportation Science*, 27(1), 44-54.
- Farahani, R.Z. ve Hekmatfar, M. (2009). "Facility Location Concepts, Models, Algorithms and Case Studies", Springer-Verlag, Berlin.
- Fernández, J., Salhi, S. ve Tóth, B. G. (2014). "Location Equilibria for a Continuous Competitive Facility Location Problem Under Delivered Pricing", *Computers & Operations Research*, 41, 185-195.
- Fernández, J., Tóth, B.G., Redondo, J.L., Ortigosa, P.M. ve Arrondo, A.G. (2017b). "A Planar Single-Facility Competitive Location and Design Problem Under the Multi-Deterministic Choice Rule", *Computers & Operations Research*, 78, 305-315.
- Fernández, P., Pelegrin, B., Lančinskas, A. ve Žilinskas, J. (2017a). "New Heuristic Algorithms for Discrete Competitive Location Problems with Binary and Partially Binary Customer Behavior", *Computers & Operations Research*, 79, 12-18.
- Fernández, P., Pelegrin, B., Lančinskas, A. ve Žilinskas, J. (2020). "A Discrete Competitive Facility Location Model with Minimal Market Share Constraints and Equity-Based Ties Breaking Rule", *Informatica*, 31(2), 205-224.
- Fernández, P., Pelegrin, B., Lančinskas, A. ve Žilinskas, J. (2021). "Exact and Heuristic Solutions of a Discrete Competitive Location Model with Pareto-Huff Customer Choice Rule", *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 385, 113200.
- Fu, K., Miao, Z. ve Xu, J. (2013). "On Planar Medianoid Competitive Location Problems with Manhattan Distance", *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, 30(02), 1-13.
- Gentile, J., Alves Pessoa, A., Poss, M. ve Costa Roboredo, M. (2018). "Integer Programming Formulations for Three Sequential Discrete Competitive Location Problems with Foresight", *European Journal of Operational Research*, 265(3), 872-881.
- Ghaffarinasab, N., Motallebzadeh, A., Jabarzadeh, Y. ve Kara, B.Y. (2018). "Efficient Simulated Annealing Based Solution Approaches to the Competitive Single and Multiple Allocation Hub Location Problems", *Computers & Operations Research*, 90, 173-192.
- Godinho, P. ve Dias, J. (2010). "A Two-Player Competitive Discrete Location Model with Simultaneous Decisions", *European Journal of Operational Research*, 207(3), 1419-1432.
- Granot, D., Granot, F. ve Raviv, T. (2010). "On Competitive Sequential Location in a Network with a Decreasing Demand Intensity", *European Journal of Operational Research*, 205(2), 301-312.
- Gur, Y., Saban, D. ve Stier-Moses, N.E. (2018). "Technical Note-The Competitive Facility Location Problem in a Duopoly: Advances Beyond Trees", *Operations Research*, 66(4), 1058-1067.
- Hakimi, S.L. (1983). "On Locating New Facilities in a Competitive Environment", *European Journal of Operational Research*, 12(1), 29-35.
- Hakimi, S.L. (1986). "p-Median Theorems for Competitive Locations", *Annals of Operations Research*, 6, 77-98.
- Hotelling, H. (1929)., "Stability in Competition", *The Economic Journal*, 39, 41-57.
- Huff, D.L. (1964). "Defining and Estimating a Trade Area", *Journal of Marketing*, 28, 34-38.
- Konak, A., Kulturel-Konak, S. ve Snyder, L. (2017). "A Multi-Objective Approach to the Competitive Facility Location Problem", *Procedia Computer Science*, 108, 1434-1442.
- Konur, D. ve Geunes, J. (2012). "Competitive Multi-Facility Location Games with Non-Identical Firms and Convex Traffic Congestion Costs", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 48(1), 373-385.
- Kress, D. ve Pesch, E. (2012). "Sequential Competitive Location on Networks", *European Journal of Operational Research*, 217(3), 483-499.
- Kucukaydin, H, Aras, N. ve Altinel, İ.K. (2011b). "A Discrete Competitive Facility Location Model with Variable Attractiveness", *Journal of the Operational Research Society*, 62(9), 1726-1741.
- Kucukaydin, H., Aras, N. ve Altinel, İ.K. (2011a). "Competitive Facility Location Problem with Attractiveness Adjustment of the Follower: A Bilevel Programming Model and Its Solution", *European Journal of Operational Research*, 208(3), 206-220.

- Kucukaydin, H., Aras, N. ve Altinel, İ.K. (2012). "A Leader–Follower Game in Competitive Facility Location", *Computers & Operations Research*, 39(2), 437-448.
- Labbé, M. ve Hakimi, S.L. (1991). "Market and Locational Equilibrium for Two Competitors", *Operations Research*, 39 (5), 749-756.
- Lančinskas, A., Fernández, P., Pelegin, B. ve Žilinskas, J. (2015). "Improving Solution of Discrete Competitive Facility Location Problems", *Optimization Letters*, 11(2), 259-270.
- Lančinskas, A., Žilinskas, J., Fernández, P. ve Pelegrin, B. (2020). "Solution of Asymmetric Discrete Competitive Facility Location Problems Using Ranking of Candidate Locations", *Soft Computing*, 24(23), 17705-17713.
- Lin, Y.H. ve Tian, Q. (2020). "Exact Approaches for Competitive Facility Location with Discrete Attractiveness", *Optimization Letters*, 1-13.
- Mahmoodjanloo, M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Baboli, A. ve Jamiri, A. (2020). "A Multi-Modal Competitive Hub Location Pricing Problem with Customer Loyalty and Elastic Demand", *Computers & Operations Research*, 123, 105048.
- Mai, T. ve Lodi, A. (2020). "A Multicut Outer-Approximation Approach for Competitive Facility Location Under Random Utilities", *European Journal of Operational Research*, 284(3), 874-881.
- Marianov, V., Eiselt, H.A. ve Luer-Villagra, A. (2019). "The Follower Competitive Location Problem with Comparison-Shopping", *Networks and Spatial Economics*, 1-27.
- Melnikov, A.A. (2014). "Randomized Local Search for the Discrete Competitive Facility Location Problem", *Automation and Remote Control*, 75(4), 700-714.
- Nasiri, M.M., Mahmoodian, V., Rahbari, A. ve Farahmand, S. (2018). "A Modified Genetic Algorithm for the Capacitated Competitive Facility Location Problem with the Partial Demand Satisfaction", *Computers & Industrial Engineering*, 124, 435-448.
- Panin, A.A., Pashchenko, M.G. ve Plyasunov, A.V. (2014). "Bilevel Competitive Facility Location and Pricing Problems", *Automation and Remote Control*, 75(4), 715-727.
- Plastria, F. (2001). "Static Competitive Facility Location: An Overview of Optimisation Approaches", *European Journal of Operational Research*, 129(3), 461-470.
- Plastria, F. ve Vanhaverbeke, L. (2008). "Discrete Models for Competitive Location with Foresight", *Computers and Operations Research*, 35, 683–700.
- Qi, M., Xia, M., Zhang, Y. ve Miao, L. (2017). "Competitive Facility Location Problem with Foresight Considering Service Distance Limitations", *Computers & Industrial Engineering*, 112, 483-491.
- Redondo, J.L., Fernández, J., Garcia, I. ve Ortigosa, P.M. (2011). "Parallel Algorithms for Continuous Multifacility Competitive Location Problems", *Journal of Global Optimization*, 50(4), 557-573.
- Redondo, Juana L., Fernández, J., Arrondo, A.G., Garcia, I. ve Ortigosa, P.M. (2012). "Fixed or Variable Demand? Does It Matter When Locating A Facility?", *Omega*, 40(1), 9–20.
- Redondo, Juana L., Fernández, J., Domingo Álvarez Hervás, J., Gila Arrondo, A. ve Ortigosa, P.M. (2015). "Approximating the Pareto-front of a planar bi-objective competitive facility location and design problem", *Computers & Operations Research*, 62, 337–349.
- Revelle, C. (1986). "The Maximum Capture or 'Sphere of Influence' Location Problem: Hotelling Revisited on a Network", *Journal of Regional Science*, 26, 343-357.
- Rhim, H., Ho, T.H. ve Karmarkar, U.S. (2003). "Competitive Location, Production, and Market Selection", *European Journal of Operational Research*, 149 (1), 211-228.
- Sáiz, M.E., Hendrix, E.M.T. ve Pelegrin, B. (2011). "On Nash Equilibria of a Competitive Location-Design Problem", *European Journal of Operational Research*, 210(3), 588-593.
- Seyhan, T.H., Snyder, L.V. ve Zhang, Y. (2018). "A New Heuristic Formulation for a Competitive Maximal Covering Location Problem", *Transportation Science*, 52(5), 1-18.
- Shan, W., Yan, Q., Chen, C., Zhang, M., Yao, B. ve Fu, X. (2017). "Optimization of Competitive Facility Location for Chain Stores", *Annals of Operations Research*, 273, 187-205.
- Shiode, S., Yeh, K.-Y. ve Hsia, H-C. (2012). "Optimal Location Policy for Three Competitive Facilities", *Computers & Industrial Engineering*, 62(3), 703-707.
- Stackelberg, H. (1943). "Grundzüge der Theoretischen Volkswirtschaftslehre", Kohlhammer.
- Steiner, W.J. (2010). "A Stackelberg–Nash Model for New Product Design", *OR Spectrum*, 32, 21-48.
- Wang, S.C. ve Chen, T.C. (2017). "Multi-Objective Competitive Location Problem with Distance-Based Attractiveness and Its Best Non-Dominated Solution", *Applied Mathematical Modelling*, 47, 785-795.

- Wang, S.C., Lin, C.C., Chen, T.C. ve Hsiao, H.C.W. (2018). "Multi-Objective Competitive Location Problem with Distance-Based Attractiveness for Two Facilities", *Computers & Electrical Engineering*, 71, 237-250.
- Wang, X., ve Ouyang, Y. (2013). "A Continuum Approximation Approach to Competitive Facility Location Design Under Facility Disruption Risks", *Transportation Research Part B: Methodological*, 50, 90-103.
- Yu, W. (2020a). "Robust Model of Discrete Competitive Facility Location Problem with Partially Proportional Rule", *Mathematical Problems in Engineering*, 2020, 1-12.
- Yu, W. (2020b). "Robust Model for Discrete Competitive Facility Location Problem with the Uncertainty of Customer Behaviors", *Optimization Letters*, 1-19.
- Zarrinpoor, N. ve Seifbarghy, M. (2011). "A Competitive Location Model to Obtain a Specific Market Share While Ranking Facilities by Shorter Travel Time", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 55(5-8), 807-816.
- Zhang, Y., Snyder, L.V., Ralphs, T.K. ve Xue, Z. (2016). "The Competitive Facility Location Problem under Disruption Risks", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 93, 453-473.