Vizyoner Dergisi

Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, Yıl: 2021, Cilt: 12, Sayı: 30, 573-598.
Süleyman Demirel University Visionary Journal, Year: 2021, Volume: 12, No: 30, 573-598.

ISSN: 1308-9552

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

MİNİMUM GİDERLİ AĞAÇ OYUNLARININ AFET DURUMLARINA UYGULANMASI*

AN APPLICATION OF MINIMUM COST SPANNING TREE GAMES TO DISASTER SITUATIONS

Hatice YILDIRIM[1]
Dr. Öğr. Üyesi Osman PALANCI[2]

ÖZ

Çalışmada oyun teorisi genel hatlarıyla anlatılmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda öncelikle oyun teorisine ilişkin genel bilgilerden ve oyun teorisinin bilimsel bir disiplin olarak tarih sahnesinde ortaya çıkışından bahsedilmiştir. Çalışmada işbirlikçi oyun teorisi kullanılmıştır. Ayrıca işbirlikçi oyun teorisinin önemli çözüm yöntemlerinden olan Shapley değeri ve τ -değeri incelenmiştir. Çalışmada minimum giderli ağaç durumları üzerinde durulmuştur. Bu kapsamda minimum giderli ağaç oyunlarının (MCST) uygulama alanlarından bahsedilerek minimum giderli ağaç bulma problemi örnek yardımıyla açıklanmıştır. Afet durumunda toplanma alanları ile geçici barınma alanları arasındaki bağlantının oyun teorisi ile belirlenmesi üzerine bir uygulama yapılmıştır. Uygulama Isparta ilinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacı afet sonrasında bireylerin kendilerini güvende hissedecekleri toplanma alanları ile sonrasında yerleşecekleri geçici barınma alanı arasındaki bağlantıyı oyun teorisini kullanarak belirlemektir. Toplanma alanlarındaki afetzedelerin hangi çözüm yöntemini seçmesi gerektiği bulunmuştur. Shapley değeri çözümünün üç toplanma alanı için de uygun bir çözüm olduğu sonucuna ulaşılmıştır. τ -değeri çözümünün iki toplanma alanı için uygun olduğu ve bir toplanma alanı için uygun olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Afet durumunda Shapley değeri ve τ -değerine göre bulunan çözümlerin kullanılması hızlı, etkili ve doğru karar verebilmek için başta insanların can ve mal güvenliği olmak üzere birçok alanda fayda sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Oyun Teorisi, İşbirlikçi Oyun Teorisi, Minimum Giderli Ağaç Durumları, PMAS, Afet Durumları.

JEL Sınıflandırma Kodları: C02, C44, C71.

ABSTRACT

In the study, game theory is explained in general terms. In this context, firstly, general information about game theory and the emergence of game theory as a scientific discipline on the stage of history are explored. Cooperative game theory is used in the study. In addition, Shapley value and τ -value, which are important solution methods of cooperative game theory, are examined. In the study, the minimum cost spanning tree situations are discussed. In this context, the application areas of minimum cost spanning tree games (MCST) are mentioned and the problem of finding minimum cost spanning tree is explained with the help of an example. In the event of a disaster, an application is made to determine the connection between gathering areas and temporary shelter areas by game theory. The application is carried out in Isparta province. The aim of the study is to determine the connection between the gathering areas where individuals would feel safe after the disaster and the temporary shelter area they would settle after using game theory. The solution method that the disaster victims in the gathering areas should choose is determined. It is concluded that the Shapley value solution is a suitable solution for all three gathering areas. It is also concluded that the τ -value solution is suitable for two gathering areas and not suitable for one gathering area. The use of solutions based on Shapley value and τ -value in the event of disaster would provide benefits in many areas, especially in the safety of people and property, in order to make fast, effective and correct decisions.

Keywords: Game Theory, Cooperative Game Theory, The Minimum Cost Spanning Tree Situations, PMAS, Disaster Situations.

JEL Classification Codes: C02, C44, C71.

---

* Bu çalışma Osman PALANCI danışmanlığında Hatice YILDIRIM tarafından hazırlanan "Minimum Giderli Ağaç Oyunlarının Afet Durumlarına Uygulanması" başlıklı yüksek lisans tezinden yararlanılarak hazırlanılmıştır.

[1] Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Doktora Öğrencisi, 1htcyldrm@gmail.com

[2] Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, osmanpalanci@sdu.edu.tr

Makale Geliş Tarihi / Received : 05.04.2020
Makale Kabul Tarihi / Accepted : 03.02.2021

DOI: 10.21076/vizyoner.714817

ISSN: 1308-9552

EXTENDED SUMMARY

Purpose and Scope:

The aim of the study is to determine the connection between the gathering areas where individuals will feel safe after the disaster and the temporary shelter area they will settle after using game theory. In order to achieve this goal, it is necessary to make a fast, effective and correct decision. In this context, the application of game theory, which aims to achieve minimum loss or maximum profit, in the disaster situation, will undoubtedly provide great benefits in the realization of these objectives.

Design/methodology/approach:

In cooperative game theory, players will be able to increase their earnings more or reduce their losses by cooperating. The solution methods on how individuals or companies willing to cooperate form a coalition and how to distribute the gains and losses fairly among the members of the formed coalitions are given. It has been demonstrated on the application using Shapley value and τ -value, which are the most important solution methods of cooperative game theory. In addition, the problems that have been solved are checked on MATLAB. An application has been made on determining the connection between gathering areas and temporary shelter areas in case of disasters with game theory. The application is carried out in Isparta province. In practice, meeting areas in the neighborhoods are determined as nodes. Temporary shelter area is determined as a resource and a tree with minimum cost spanning is created. After determining the players coalition values, Shapley value and τ -value are calculated. One of the ways to test the quality of the solutions found is to check whether the scheme consisting of these solutions is PMAS. Using this method, it has been revealed that the solutions are of good quality for which player and for which player they are not. Then, by comparing the solutions consisting of Shapley value and τ -value, it is tried to decide which solution is more suitable for the application.

Findings:

As a result of the solutions given, it is determined that it would be more advantageous for the disaster victims in the gathering areas to choose which coalition. The implementation of the aforementioned solution methods will facilitate the elimination of some problems such as the distribution of aid materials that arise in the event of a disaster and providing all kinds of transportation opportunities from the gathering areas to the temporary shelter areas. In addition, search and rescue efforts can be carried out as soon as possible, reaching the missing persons, ensuring the security of individuals in the shortest time and in the best way, at a time when there are limited resources and possibilities and where rapid action is required, it will only be possible with these solution methods. As you can see, the use of the solution methods will provide benefits in many areas, especially in the life and property safety of people.

Conclusion and Discussion:

In the event of a possible disaster, using the game theory method, it is found which solution method the victims in the meeting areas should choose. It is concluded that the Shapley value solution is a suitable solution for all three gathering areas. It is concluded that the τ -value solution is suitable for two gathering areas and not suitable for one gathering area. The use of solutions based on Shapley value and τ -value in case of disaster will provide benefits in many areas, especially in the life and property safety of people, in order to make fast, effective and correct decisions. In this study, using game theory, it has been shown that it is possible to correctly solve some of the crises expected to occur in possible disaster situations. The study is limited to the province of Isparta and examined the evacuation of the victims in only three gathering areas to the temporary shelter area. However, this study can be expanded to include the whole of Isparta province and even regional or national level in possible disaster situations. In addition, the method used in the study will provide effective, fast and correct decision-making not only for the evacuation decision, but also in other possible crisis situations that may arise in disaster situations. The future goal of the study is to prevent any chaos in possible disasters in our country or in the world, to minimize the loss of life and property, and also to help the relevant units take the necessary measures quickly, effectively and accurately with the least cost. To make the right decision by using game theory in the planned evacuation from the gathering areas to the temporary shelter areas, which is one of the main problems in disaster situations.

1. GİRİŞ

Akademik araştırmalara bağlı olarak kullanım alanı yaygınlaşan oyun teorisinin önemi özellikle 1990'lardan itibaren anlaşılmış olup günümüzde başta matematik ve ekonomi olmak üzere neredeyse her alanda kullanılmaktadır. Özellikle ekonomi alanında rekabet analizi gibi geniş bir uygulama alanı ortaya çıkmıştır. Aslında modern oyun teorisi bugün karşımıza çıkan şekline uzun bir gelişme sürecinden sonra ulaşmıştır (Biçici, 2009: 1). Her ne kadar günlük hayatta doğrudan doğruya oyun teorisi ile karşılaşmak mümkün değilse de hiç şüphesiz söz konusu teori sayesinde geliştirilen uygulamaların yaşantımıza katkısı yadsınamaz. Dünyadaki gelişmelere paralel olarak Türkiye'de de oyun teorisi öncelikle akademik alanda ilgi odağı olmuş sonrasında ise uygulamaları ile birlikte birçok alanda kullanılmıştır.

Çalışmada minimum giderli ağaç durumları oyun teorisiyle birlikte ele alınmıştır. Bu kapsamda minimum giderli ağaç oyunlarının uygulama alanları ve her minimum giderli ağaç oyununun çekirdek elemanını sağlayan popülasyona bağlı monoton paylaşım şeması (PMAS) olup olmadığı üzerinde durulmuştur. Her oyuncu kendisinden büyük koalisyona girdikçe daha fazla kazanıyorsa bu şema PMAS'tır. Eğer kendisinden büyük koalisyona girdikçe kazancı azalıyorsa bu şema PMAS değildir. Bu yüzden PMAS şeması teşvik edici ve kaliteli olmalıdır.

Afet durumunda toplanma alanları ile geçici barınma alanları arasındaki bağlantının oyun teorisi ile belirlenmesi üzerine bir uygulama yapılmıştır. Çalışmada afet yönetimi hakkında genel bilgiler verilerek Isparta'nın afetselliği incelenmiştir. Devamında afet sonrası toplanma ve geçici barınma alanlarından bahsedilmiştir. Afet durumunda hızlı, etkili ve doğru karar verebilmek için afet sonrası toplanma ve geçici barınma alanlarının önceden belirlenmesi önemlidir. Söz konusu çalışma bu temeller üzerine kurulmuştur.

Uygulama Isparta ilinde gerçekleştirilmiştir. Uygulamada mahallelerdeki toplanma alanları düğümler olarak belirlenmiştir. Geçici barınma alanı ise kaynak olarak belirlenmiş ve minimum giderli ağaç oluşturulmuştur. Oyuncuların koalisyon değerleri de belirlendikten sonra Shapley değeri ve τ-değeri hesaplanmıştır. Bulunan çözümlerin hangi oyuncular için kaliteli olduğunu göstermek amacıyla Shapley değeri ve τ-değerine göre popülasyona bağlı monoton gider paylaşım şeması oluşturulmuştur. Shapley değerine göre oluşan bu şemanın kaliteli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. τ-değerine göre ise oluşan bu şema kaliteli değildir. Verilen çözümler sonucunda toplanma alanlarındaki afetzedelerin hangi koalisyonu seçmesinin daha avantajlı olduğu belirlenmiştir. Söz konusu çözüm yöntemlerinin uygulanması afet durumunda ortaya çıkan yardım malzemelerinin dağıtılması ve toplanma alanlarından geçici barınma alanlarına her türlü ulaşım imkânının sağlanması gibi birtakım problemlerin ortadan kalkmasını kolaylaştıracaktır. Bunun yanında arama kurtarma çalışmalarının en kısa zamanda yapılabilmesi, kayıp olan kişilere ulaşılması, bireylerin güvenliğinin en kısa zamanda ve en iyi şekilde sağlanması, sınırlı kaynak ve imkânların olduğu ve hızlı bir şekilde hareket edilmesi gereken bir zamanda ancak söz konusu çözüm yöntemleri ile mümkün hale gelecektir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Oyun teorisi son yıllarda akademik alanda olduğu kadar günlük hayatta da kullanılmaya başlanmıştır. Çalışmanın bu aşamasında yapılan literatür taramasında oyun teorisi ile ilgili yapılan bazı çalışmalar Tablo 1'de verilmiştir. Afet durumları ile ilgili yapılan çalışmalar ise Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Oyun Teorisi ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Literatür	Çalışmanın Adı	Kapsam
Shapley, 1953: 307-317	N-Kişilik Oyunlar İçin Bir Değer	İşbirlikçi oyun teorisi için önemli çözüm kavramlarından biri olan Shapley değerini bulmuştur. Shapley her oyuncuya büyük koalisyonun değerini belli oranda dağıtarak oyunu basite indirgemiştir.
Sprumont, 1990: 378-394	Transfer Edilebilir Faydalı İşbirlikçi Oyunlar için Popülasyona Bağlı Monoton Paylaştırma Şemaları	İşbirlikçi oyun için her koalisyonun değerinin nasıl paylaştırılacağını paylaştırma şeması ile belirlemiştir. Her oyuncunun kazancı daha büyük koalisyona girdiğinde artıyorsa bu şemanın PMAS olduğu ortaya çıkmıştır.

Literatür	Çalışmanın Adı	Kapsam
Norde, Moretti ve Tijs, 2001: 1-20	Minimum Giderli Ağaç Oyunları ve Popülasyona Bağlı Monoton Paylaştırma Şemaları	Her minimum giderli ağaç oyunlarının, paylaştırma şeması olan popülasyona bağlı monoton paylaşım şeması (PMAS) olup olmadığı üzerinde durulmuştur. Minimum giderli ağaç bulmak için algoritmalardan yararlanılmıştır.
Moretti, Norde, Pham Do ve Tijs, 2002: 83-99	Dağlardaki Bağlantı Problemleri ve Monoton Paylaştırma Şeması	Dağların etrafında yaşayan insanların evlerindeki kirli suyu temizlemeleri için en az maliyetle su temizleyicisine nasıl bağlanması gerektiği oyun teorisi ile modellenmiştir.
Özer, 2004	Oyun Teorisi ve Tarımda Uygulanması	Oyun teorisi tarımda uygulanmıştır. Çiftçinin tabiat koşulları nedeniyle üretimin ne şekilde olacağı konusunda yaşadığı belirsizlik ve bu belirsizlik altında çiftçi ve doğa arasında oynanan oyunlar ele alınmıştır.
Alparslan Gök, 2009	İşbirlikçi Aralık Oyunları	İşbirliğine ait aralık oyunları incelenmiştir. Klasik işbirliğine ait oyun teorisini işbirliğine ait aralık oyun teorisine genişletilmiştir. Aralık verili havaalanı, iflas ve sıralama gibi bazı ekonomik ve yöneylem araştırması durumları ve alakalı aralık oyunları üzerinde durulmuştur.
Moretti, Alparslan Gök, Branzei, Tijs, 2011: 1638-1645	Belirsizlik Altında Bağlantı Durumları ve Gider Monotonik Çözümler	Gider paylaşım probleminin pratik bir örneği üzerinde durulmuştur. Bu örnekte, servis sağlayıcısına bağlanmak isteyen kullanıcıların telekomünikasyon ağının tasarımı incelenmiştir. Çalışma sonucunda optimal ağın gerçekleşmesinden önce ya da sonra kullanıcılar işbirliği yapma durumunda kalmaktadır.
Palancı, 2016	İşbirlikçi Aralık Oyunları: Aralık Çözümlerinin Aksiyomatik Karakterizasyonları ve Bazı Uygulamalar	İşbirlikçi oyun teorisindeki önemli çözüm kavramlarından biri olan Shapley değeri ve τ -değeri incelenmiştir. τ -değeri aralık kavramı kullanılarak yeniden tanımlanmıştır. Shapley değeri ve τ -değeri için aralık kavramı kullanılarak yeni aksiyomatik karakterizasyonlar verilmiştir.
Olgun, 2017	İşbirlikçi Gri Stok Oyunları	İlk defa gri Shapley değeri, gri çekirdek ve gri çekirdekçik çözüm yöntemlerini geliştirerek özellikleri incelenmiştir. Av silahı sektöründe faaliyet gösteren ve aynı ürünleri sipariş veren üç firma üzerinde uygulama yapılmıştır.

Tablo 2. Afet Durumu ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Literatür	Çalışmanın Adı	Kapsam
Kongsomsaksakul, Yang ve Chen, 2005: 4237-4252	Sel Tahliye Planlaması için Konum Tahsis Modeli	Sel tahliye planlaması için en uygun barınma yerleri incelenmiştir. Barınma yeri sorunu bir Stackelberg oyunu olarak ele alınmıştır. Bu oyunda iki oyuncu vardır. Birinci oyuncu planlama yetkilisi ve ikinci oyuncu tahliye olanlardır. Planlama yetkilisi, toplam ağ tahliye süresini en aza indirmek amacıyla barınakların sayısını ve yerlerini belirlemektedir. Tahliye edilenler hangi sığınağa hangi yoldan gideceklerine karar vermektedir. Sonuçlar barınak yeri seçiminin önemini ve tahliye planındaki kapasite kısıtlamalarının etkilerini doğrulamaktadır.
Çiçekdağı ve Kırış, 2012: 67-76	Afet İstasyonu ve Toplanma Merkezi için Yer Seçimi ve bir Uygulama	Afet istasyonlarının yer seçimi ve kişilerin toplanma merkezinin belirlenmesi problemi ele alınmıştır. Kümeleme analizi ve ağırlık merkezi yöntemini kullanarak bir üniversite yerleşkesi üzerinde uygulama yapılmıştır ve afet istasyon yerleri belirlenmiştir.
Bayram, Tansel ve Yaman, 2015: 146-163	Barınma Yeri ve Tahliye Planlamasında Uzlaşma Sistemi ve Kullanıcı Faydaları	Geçici barınma yerlerini en uygun şekilde konumlandıran ve afetzedeleri en yakın geçici barınma yerlerine atayan bir matematiksel model önerilmiştir. Çalışmanın amacı afetzedeleri en kısa ve en yakın yollara atayarak toplam tahliye süresini minimize etmektir.

ISSN: 1308-9552

Literatür	Çalışmanın Adı	Kapsam
Ergin ve Erenoğlu, 2016: 1-2	Heyelan Duyarlılık Değerlendirilmesinde Oyun Teorisinin Kullanılması: İntepe, Çanakkale Örneği	Olası bir heyelan sonrasında arama ve kurtarma çalışmaları için ekiplerin bölgeye sevk edilmesi konusu ele alınmıştır ve tarafların çeşitli stratejileri göz önünde tutularak her iki taraf için en iyi stratejilerin oyun teorisi tekniğinden yararlanarak bulunması amaçlanmıştır. Oyun teorisi, yıkıcı heyelan oluşumunun öncesinde ve sonrasında arama kurtarma kaynaklarının acil müdahale için optimize edilmesi konusunda başarılı bir şekilde sonuçlanmıştır.
Şahin ve Altın, 2016: 323-336	Çadırkent Yer Seçimi Problemi İçin Bir Atama Modeli: Isparta Örneği	Isparta ilinde meydana gelecek olası bir deprem sonrası kullanılacak geçici iskân alanlarının ve bu alanlara atanacak mahallelerin belirlenmesi problemi ele alınmıştır. Altı aday bölgeden dört tanesinin geçici iskân alanı olarak kullanılmasının uygun olacağı sonucuna ulaşılmıştır.
Çınar, Akgün ve Maral, 2018: 179-200	Afet Sonrası Acil Toplanma ve Geçici Barınma Alanlarının Planlanmasındaki Faktörlerin İncelenmesi: İzmir-Karşıyaka Örneği	İzmir'deki afet sonrası acil toplanma ve geçici barınma alanlarının tespitine yönelik yapılmış çalışmalar incelenmiştir. Acil toplanma alanlarının işlevini yitirdiği tespit edilmiştir.
Usta, Ergün ve Alparslan Gök, 2019: 779-786	Afet Sonrası Geçici Konutlar İçin Bir Kooperatif Oyun Teorisi Modeli	Afet sonrası geçici konut problemini çözmek için oyun teorisi kullanılmıştır. Kooperatif aralıklı oyun teorisini belirsizlik altında tesis yeri oyunlarını kullanarak konut sorununu desteklemek için özel kuruluşlar arasında adil bir maliyet tahsisi tanımlamasında başarılı olunmuştur.

3. OYUN TEORİSİ

Dünya çapında "Game Theory" olarak ifade edilen ve dilimize birebir çevrilen oyun teorisi genel olarak uygulamalı matematiğin anlaşmazlık ve işbirliği durumları ile ilgilenen bir alt dalı olarak tanımlanmaktadır. Yalnızca matematik alanına özgü olmayan oyun teorisi sosyal bilimler alanında başta ekonomi olmak üzere endüstri, biyoloji, yöneylem araştırması, mühendislik, politik bilimler, bilgisayar bilimleri (temel olarak yapay zekâ çalışmaları üzerine) ve felsefe olmak üzere birçok alanda da kullanılır. Ayrıca ürün kalitesinin belirlenmesi, reklam politikaları, satın alma süreçleri, yeni mamuller arasından seçim yapma, fiyatlama vb. işletme ve üretim yönetimi alanlarında da uygulamaları mevcuttur. Tüm bunlara ek olarak şirketlerin mali durumlarında, çalışanların incelenmesinde de kullanılmaktadır (Akdağ, 2005: 25).

Ventsell'e göre oyun teorisinin amacı "bir çatışma ve işbirliği durumunda oyuncular için rasyonel hareket yollarını incelemektir." Rakibimiz en az bizim kadar akıllıdır ve bizi amacımıza ulaşmamızı engellemek için gücünün yettiği her şeyi yapacaktır. İşte oyun teorisi bu temeller üzerine kurulmuştur (Ventsell, 1965: 10).

Oyun teorisinin gelişmesi takriben 2. Dünya Savaşı sonrası yıllara denk gelmektedir. Soğuk savaş dönemi olarak adlandırılan söz konusu yıllarda oyun teorisi özellikle askeri stratejilerin belirlenmesi ve karar alma süreçlerinde uygulanmıştır. Oyun teorisinin uygulama alanı elbette askeri alanlar ile sınırlı kalmayıp çok sayıda bilim insanının katkıları sayesinde geliştirilmiş ve söz konusu alan yüzlerce yeni kavram ile tanışmıştır. Bununla birlikte oyun teorisi 20. yüzyılın en önemli bilimsel başarılarından biri olarak kabul edilmektedir. Zira oyun teorisi alanında çalışan bilim insanlarından kayda değer bir kısmı Nobel ödülü almıştır. Nash, Harsanyi ve Selten 1994 yılında, Vickrey 1996 yılında, Aumann ve Schelling 2005'te, Hurwicz, Myerson ve Maskin 2007'de, Roth ve Shapley 2012'de ve Tirole 2014 yılında ekonomi dalında Nobel Ödülünü almışlardır (Karabacak, 2016: 9).

Oyun modeli farklı seçeneklere sahip oyuncuların anlaşıp anlaşmamasına göre "işbirlikçi olan oyunlar" ve "işbirlikçi olmayan oyunlar" olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Acar, Usul ve Ünal, 2013: 4). İki tür oyun arasındaki temel fark, işbirlikçi (anlaşmalı) oyunlarda katılımcılar tarafından verilen taahhütlerin oyuncuyu bağlayıcı olması, işbirliksiz (anlaşmalı olmayan) oyunlarda ise, oyuncunun herhangi bir tercihe yönelik taahhüdünün bağlayıcılığının olmamasıdır (Kural, 2007: 19).

3.1. İşbirlikçi Oyun Teorisi

İşbirlikçi oyun teorisi temel olarak oyuncuların hareketlerini kontrol eden ve kazançlarını paylaşan koalisyonlarla yani oyuncu gruplarıyla ilgilenir. Oyuncuların her S kümesi için, $v(S)$; oyuncuların koalisyona girdikleri zaman elde edeceği kazanç miktarını göstermektedir. İşbirlikçi oyun teorisinin önemli problemlerinden biri de bu kazancın koalisyona giren oyuncular arasında nasıl paylaşılacağıdır.

$N=\{1,\ldots,n\}$ oyuncuların kümesi olmak üzere, N'nin alt kümelerinden oluşan küme 2^N ile gösterilir. 2^N'nin her bir elemanı da koalisyon olarak adlandırılır. N kümesi, farklı işbirlikçi olasılıklarının dikkate alındığı oyuncuların boştan farklı sonlu bir kümesi olsun. $\forall S \subset N$ alt kümesi, koalisyon olarak ve N ise büyük koalisyon olarak isimlendirilir. Bu koalisyonların kümesi yani N'nin tüm alt kümelerinden oluşan küme 2^N ile gösterilir.

Karakteristik formda, işbirlikçi oyun $<N, v>$ sıralı ikilisi ile gösterilir. Burada $N=\{1,\ldots,n\}$ oyuncuların kümesi, $v(\varnothing)=0$ olacak şekilde $v:2^N \to \mathbb{R}$ karakteristik fonksiyondur.

Karakteristik formda işbirlikçi oyun genellikle transfer edilebilir fayda oyunu ya da kısaca TU-oyunu olarak dikkate alınır. Tüm işbirlikçi oyunların kümesi ise G^N ile gösterilir.

3.2. İşbirlikçi Oyun Teorisindeki Çözüm Yöntemleri

İşbirlikçi oyun teorisindeki temel problemlerden biri olan "Tüm koalisyonlar oluşturulduğunda, elde edilen kazanç veya kayıp nasıl paylaştırılır?" sorusunun cevabını bulmaya çalışalım. Bu sorunun cevabı işbirlikçi oyun teorisindeki çözüm yöntemlerinde gizlidir. Bu çözüm yöntemleri von Neumann (1928) tarafından üretilen "von Neumann çözümü", von Neumann ve Morgenstern (1944) tarafından bulunan "kararlı kümeler", Shapley (1953)'nin bulduğu "Shapley değeri", Gillies (1959) tarafından bulunan "çekirdek (core)", Tijs (1981) tarafından üretilen "τ-değeri (τ-value)" vb. çözümlerdir. Çözüm yöntemleri yukarıda bahsettiğimiz sorunun cevabını bize verir. Böylece işbirlikçi oyun teorisinde bir çözüm yöntemleri, en azından bir $x=(x_i)_{i\in N} \in \mathbb{R}^N$ ödeme vektörüne karşılık gelir. O halde işbirlikçi oyun teorisinde çözüm denildiğinde aşağıdaki tanımlar akla gelmelidir (Palancı, 2016: 7).

Küme değerli çözüm: Küme değerli bir çözüm $F:G^N \to\to \mathbb{R}^N$ çoklu dönüşümüdür.

Tek nokta çözümü: Tek değerli bir çözüm $f:G^N \to \mathbb{R}^N$ dönüşümüdür.

Şimdi önemli çözüm kavramlarından bahsedelim. Kısıt kümesi ve çekirdek çözümü küme değerli çözümleri iken, Shapley değeri ve τ-değeri ise tek nokta çözümüdür.

$v \in G^N$ oyunun Shapley değeri olan $\Phi(v)$, bir oyunun marjinal vektörlerinin ortalamasıdır. Yani

$$\Phi(v) := \frac{1}{n!} \sum_{\sigma \in \prod(N)} m^{\sigma}(v) \tag{1}$$

dir.

O halde, Shapley değeri, her $v \in G^N$ için $\mathbb{R}^N$'de bir tane ödeme vektörü karşılık getirir.

Shapley değeri, işbirlikçi oyun teorisindeki önemli çözüm kavramlarından biri olmakla birlikte günümüze gelene kadar işbirlikçi oyun teorisi çalışanlar arasında önemli ilgi alanlarından biri olmuştur (Shapley, 1953). Shapley değerinin önemli olmasının sebebi, oyun teorisinin göstermeye çalıştığı kompleks stratejik problemlere farklı bir bakış açısı sunmasıdır (Palancı, 2016: 1).

İşbirlikçi oyun teorisinin önemli çözüm kavramlarından biri de τ-değeridir. τ-değeri 1981 yılında Tijs tarafından bulunmuştur. Bu değeri elde edebilmek için iki tane vektöre ihtiyaç duyulmaktadır. Bu vektörler alt ve üst vektörler olarak adlandırılan vektörlerdir. τ-değeri bu iki vektörün konveks kombinasyonu şeklinde yazılabilen ve verimlilik koşulunu sağlayan değer olarak adlandırılır. τ -değeri yarı-dengeli oyunlar sınıfında tanımlıdır (Palancı, 2016: 12).

Yukarıda bahsettiğimiz gibi τ -değerini tanımlamak için iki tane vektöre ihtiyacımız vardır. Bahsettiğimiz iki vektörü $m(v)$ ve $M(v)$ ile göstereceğiz. Burada $M(v)$ vektörü marjinal vektör veya üst vektör olarak adlandırılırken, $m(v)$ vektörü ise alt vektör olarak adlandırılır. Şimdi bu vektörlerin matematiksel tanımlarını verelim.

$< N, v >$ oyunu verilsin. Bir oyuncunun marjinal vektörü (üst vektörü)

$$M_i(v) := v(N) - v(N \setminus \{i\}) \tag{2}$$

olarak tanımlanır. Aynı şekilde oyuncunun alt vektörü ise

$$m_i(v) := \max_{S: i \in S}\left(v(S) - \sum_{j \in S \setminus \{i\}} M_j(v) \right) \tag{3}$$

olarak tanımlanır. Burada; $v(S) - \sum_{j \in S \setminus \{i\}} M_j(v)$ vektörü genelde $R_v(S,i)$ ile gösterilir. $R_v(S,i)$ fonksiyonu v oyunu verildiğinde S koalisyonundaki i oyuncusunun kalan fonksiyonu olarak adlandırılır.

τ -değerini tanımlayabilmek için özel bir sınıfa ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sınıfa yarı-dengeli sınıf denilmektedir. Şimdi yarı dengeli oyunların tanımını verelim.

Yarı-dengeli oyun: $< N, v >$ oyunu verilsin. Eğer v oyunu

- $m(v) \leq M(v)$ (4)
- $\sum_{i=1}^{n} m_i(v) \leq v(N) \leq \sum_{i=1}^{n} M_i(v)$ (5)

şartlarını sağlıyorsa bu oyuna yarı-dengeli oyun denir.

N oyuncu kümeli yarı-dengeli oyunların sınıfı QB^N ile gösterilir. Burada;

$$QB^N := \left\{ v \in G^N \mid m(v) \leq M(v), \sum_{i=1}^{n} m_i(v) \leq v(N) \leq \sum_{i=1}^{n} M_i(v) \right\} \tag{6}$$

olarak gösterilir.

τ -değeri QB^N üzerinde tanımlı bir çözüm kavramı olup her $v \in QB^N$ oyununa $\tau(v) \in \mathbb{R}^N$ vektörü karşılık getirir. Aslında bakıldığı zaman, τ -değeri bir oyunun alt ve üst vektörleri arasındaki tahmin edilen bir değerdir. τ -değerini bu iki vektörün lineer birleşimi olarak yazılabilen ve verimlilik koşulunu sağlayan değer olarak görebiliriz. Ayrıca τ -değeri $\sum_{i=1}^{n} x_i = v(N)$ hiperdüzleminde bulunur.

Bu bilgilere dayanarak τ -değerinin formülü

$$\tau(v) := m(v) + \alpha_v \left(M(v) - m(v) \right) \tag{7}$$

şeklinde verilir. Burada α_v değeri,

$$\begin{cases} 0, & \text{eğer } M(v) = m(v) \text{ ise,} \\ \dfrac{v(N) - \sum_{i \in N} m_i(v)}{\sum_{i \in N} M_i(v) - \sum_{i \in N} m_i(v)} & \text{aksi halde,} \end{cases} \tag{8}$$

şeklinde tanımlanır.

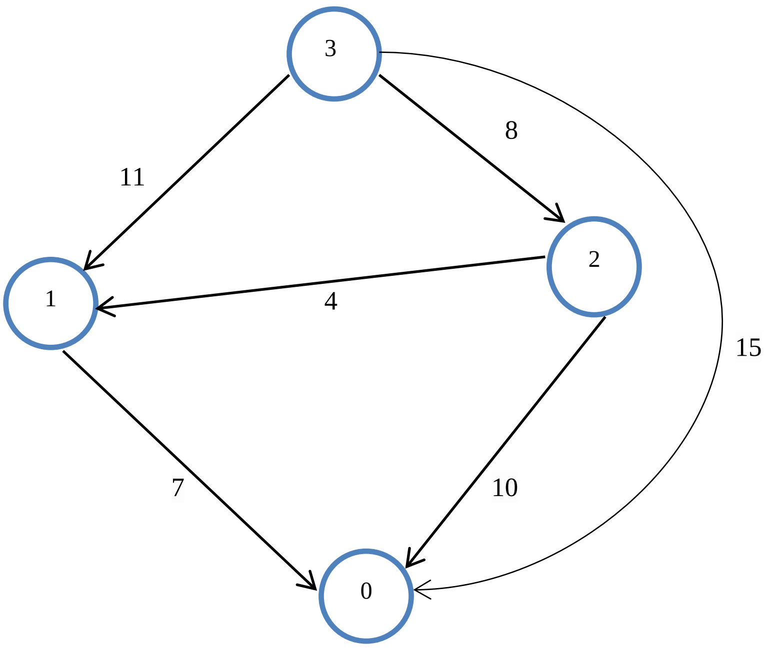
4. MİNİMUM GİDERLİ AĞAÇ DURUMLARI

Bir kaynağa direkt olarak veya acenteler vasıtasıyla bağlanmak isteyen bir grup acentenin varlığı sonucunda bağlantı durumu ortaya çıkar. Eğer acenteler arasındaki bağlantılar masraflıysa, o zaman her acente giderlerini azaltmak için diğer acentelerle işbirliği yapmanın olanaklarını bulmaya çalışacaktır. Eğer bir grup acente işbirliği yapmaya karar verirse bağlantının tüm giderini minimize eden bağlantıların oluşumu minimum giderli ağaç (mcst) ile sağlanır.

Minimum giderli ağaç bulma problemi literatürde önerilen farklı algoritmalar kullanılarak kolaylıkla çözülebilir (Graham ve Hell, 1985). Ancak mcst bulma her şeyin iyi gideceği anlamına gelmemektedir. Hali hazırda acenteler mcst'nin giderini desteklemeli ve gider paylaşım problemi çözülmelidir. Gider paylaşım problemi ilk olarak Claus ve Kleitmen (1973) tarafından bahsedilmiş olup Bird (1976)'dan bu yana işbirlikçi oyun teorisinde çalışılmaya başlanmıştır (Palancı, 2016: 116).

Minimum giderli ağaçtaki temel amaç, tüm düğümleri içermek koşuluyla iki nokta arasındaki mümkün yollardan en kısasının elde edilmesidir. Bu probleme örnek olarak, bütün şehirler arasında minimum uzaklıkta telefon bağlantısının aynı şehirden tekrar geçmeksizin inşa edilmesinde, ağ uygulamalarında ve entegre devrelerinin tasarımında minimum kablo uzunluğu ile bağlantının kurulması uygulamaları verilebilir (Nabiyev, 2013: 361). Ayrıca kanalizasyon sistemlerinin tasarımında en az uzunlukta boru kullanımı ve çok sayıdaki bilgisayar sitelerinin yüksek hızdaki hatlarla en düşük maliyetle birbirine bağlanması uygulamaları örnek olarak verilebilir (Mahmood, 2005: 3).

Örnek:



Şekil 1. Minimum Giderli Ağaç Oyunu

Minimum giderli ağaç probleminde, her bir oyuncunun kaynağa bağlanması gerekmektedir. Son oyuncu olarak koalisyon dışında kalanlar bu bağlantıları kullanamaz. Her bir koalisyon üyesinin kaynağa olan bağlantılarının en küçük maliyet fonksiyonu aşağıda gösterilmektedir (Olgun ve Özdemir, 2015: 75).

Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, Yıl: 2021, Cilt: 12, Sayı: 30, 573-598.
Süleyman Demirel University Visionary Journal, Year: 2021, Volume: 12, No: 30, 573-598.
ISSN: 1308-9552

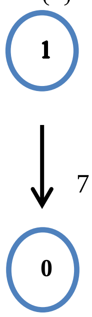
$N=\{1,2,3\}$ oyuncuların kümesi ve koalisyon değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

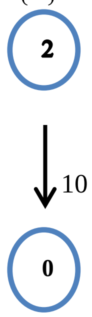
Tablo 3. Koalisyon Değerleri

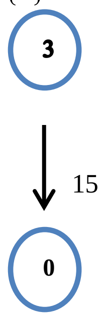
S	∅	{1}	{2}	{3}	{1,2}	{1,3}	{2,3}	{1,2,3}
$v(S)$	0	7	10	15	11	18	18	19

Minimum giderli ağaç oyununun koalisyon değerleri aşağıdaki gibi bulunur. Burada amaç minimum değeri bulmaktır. Koalisyon değerlerinin nasıl bulunduğu aşağıda şekilsel ve ayrıntılı olarak ifade edilmiştir.

- $S=\{1\}$ için $\quad S=\{2\}$ için $\quad S=\{3\}$ için

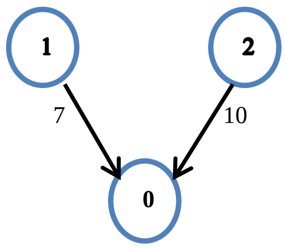


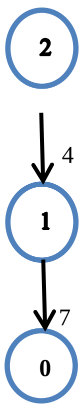




$v(1)=7 \quad v(2)=10 \quad v(3)=15$

- $S=\{1,2\}$ için

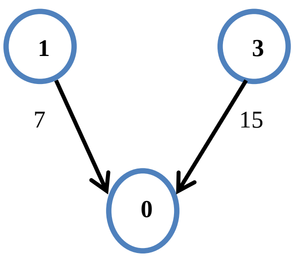


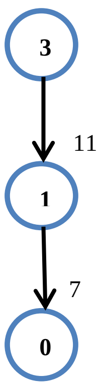


$\min\{17,11\}=11$

$v(12)=11$

- $S=\{1,3\}$ için



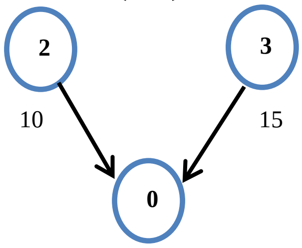


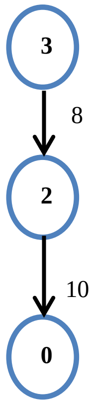
$\min\{22,18\}=18$

$v(13)=18$

Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, Yıl: 2021, Cilt: 12, Sayı: 30, 573-598.
Süleyman Demirel University Visionary Journal, Year: 2021, Volume: 12, No: 30, 573-598.
ISSN: 1308-9552

- $S = \{2,3\}$ için

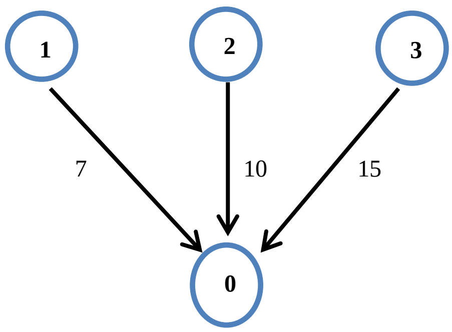


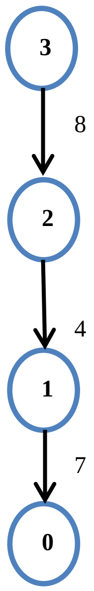


$\min\{25,18\} = 18$

$v(23) = 18$

- $S = \{1,2,3\}$ için





$\min\ \{32,19\} = 19$

$v(123) = 19$

Yukarıdaki minimum giderli ağaç oyununda kaynağa giden bütün koalisyonlar tek tek incelenmiştir. Düğümleri birbirine bağlayan bütün yollar denenerek tüm koalisyonlar için minimum değerler bulunmuştur. Burada amaç minimum değeri bulmaktır. Bu oyun yönlü graf olduğu için çözüm biraz daha kolaylaşmıştır. Oyun yönsüz graf olsaydı $S = \{1,2,3\}$ için yalnızca 3→2→1→0 yolu değil birbirini bağlayan bütün yollar denenerek çözüme ulaşılacaktır.

Bu bölümde her minimum giderli ağaç oyunlarının çekirdek elemanı sağlayan bir paylaştırma şeması olan popülasyona bağlı monoton paylaşım şeması (PMAS) olup olmaması üzerinde durulacaktır.

Popülasyona bağlı monoton paylaşım şemaları ilk olarak Sprumont (1990) tarafından gösterilmiştir. $< N, c >$ gider oyunu için popülasyona bağlı monoton paylaşım şeması $\left[\alpha_{S,i}\right]_{S \in 2^N \setminus \{\varnothing\}, i \in S}$ ile gösterilir (Thomson, 1995). Burada

$\forall S,T \in 2^N$ ve $i \in S \subset T$ olmak üzere $\forall i \in N$ için $\alpha_{S,i} \geq \alpha_{T,i}$,

monotonluk şartı sağlanır.

Kazanç oyununda, her oyuncu kendisinden büyük bir koalisyona girdikçe daha fazla kazanıyorsa bu şema PMAS'tır. Aksi halde koalisyon büyüdükçe kazanç azaldığı zaman PMAS değildir. Gider oyununda ise her oyuncu kendisinden büyük bir koalisyona girdikçe gideri azalıyorsa PMAS'tır. Aksi halde koalisyon büyüdükçe gider arttığı zaman PMAS değildir.

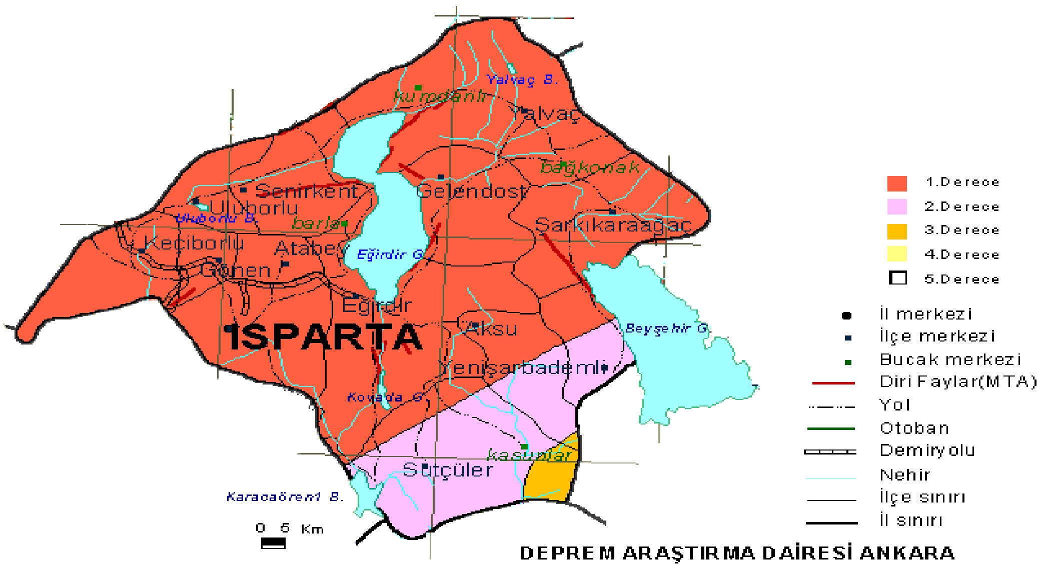
5. AFET DURUMUNDA TOPLANMA ALANLARI İLE GEÇİCİ BARINMA ALANLARI ARASINDAKİ BAĞLANTININ OYUN TEORİSİ İLE BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Afet, toplumun tamamı veya belli kesimleri için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, normal hayatı ve insan faaliyetlerini durduran veya kesintiye uğratan, etkilenen toplumun baş etme kapasitesinin yeterli olmadığı doğa, teknoloji veya insan kaynaklı olaylardır. Afet bir olayın kendisi değil, doğurduğu sonuçtur (Açıklamalı Afet Terimleri Sözlüğü, 2014: 23). Afet yönetimi, afet olayları öncesinde, afet anında ve afet sonrasındaki durumlarla başa çıkmaktadır (Kongsomsaksakul vd., 2005: 4238).

Afet yönetim faaliyetlerinin hedefi, hızlı, etkili ve koordineli bir şekilde afetin etkilerini azaltmaya ve hayatı kaldığı yerden normal haline getirmeye yöneliktir (Köseoğlu, 2015: 15). Afet sırasında alınacak olan kararların doğru biçimde verilmesi çok da mümkün olamayacağı için afetlerden önce hazırlanan eylem planları doğrultusunda daha hızlı bir şekilde koordinasyon sağlanabilir (Aslan, Yıldız ve Uysal, 2015: 120).

Afetler meydana gelmeden önce yapılması gereken hazırlıkların önemi ülkemizde 2000'li yılların başında anlaşılmıştır. Zira ülkemiz 17 Ağustos 1999'da tarihinin en ağır depremlerinden birini yaşamıştır. Geçmişteki depremler sınırlı alanlarda etkisini gösterirken, Marmara Depremi öncekilerden farklı olarak, çok geniş bir alanda etkili olması ve bu bölgenin ülkenin en gelişmiş üretim merkezi niteliği taşıması sebebiyle depremi önemli hale getirmiştir (Aktel ve Çağlar, 2007: 148).

Şekil 2'de Isparta İli deprem risk alanları gösterilmiştir. Isparta İli Türkiye'nin deprem riski dağılım haritasında genel olarak birinci derecedeki deprem kuşağı üzerinde yer almaktadır. İl, Isparta-Dinar-Çivril-Uşak deprem hattı üzerindedir. Sadece Sütçüler ve Yenişarbademli ilçelerinde ikinci derece ve Sütçüler'in doğu sınırındaki dar bir alanda üçüncü derece deprem riski taşıyan bir dağılım bulunmaktadır. Nüfus olarak ise Isparta nüfusunun yaklaşık %93'ünden fazlası 1. derece deprem bölgesinde, %5-7 civarında bir oranı da 2. derece deprem bölgesinde yaşamaktadır (Isparta İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2020).



Şekil 2. Isparta İli Deprem Risk Alanları

Kaynak: (T.C. Isparta Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü Isparta İl Afet Müdahale Plan Taslağı, 2014: 15).

Isparta ili ve çevresinde tarih içinde birçok deprem meydana gelmiştir. 03-05 Mayıs 1875 tarihlerinde 6.9, 02-14 Mayıs 1890 tarihlerinde 5.2, 1901 yılında 6.4 büyüklüğünde çeşitli depremler olmuştur. Bu tarihsel depremler içinde en fazla can kaybı ve hasara neden olanı ise 03 Ekim 1914 tarihinde 7.1 büyüklüğünde meydana gelen depremdir. Bu deprem başta Isparta olmak üzere Burdur, Dinar, Gönen ve Atabey ilçelerinde ve deprem merkezine yakın diğer birçok yerleşim merkezinde oldukça etkili olmuştur. 1914 depreminde 2000'den fazla kişi ölmüş ve 10.000 civarında aile evsiz kalmıştır. 1914 yılından sonra Isparta ve çevresinde meydana gelen onlarca depremden bazıları ise; 1925'te 5.9, 1933'te 6.0, 1964'te 5.7, 1971'de 5.9, 1995'te 6.1, 2002'de 6.4 büyüklüğündeki depremlerdir (T.C. Isparta Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü Isparta İl Afet Müdahale Plan Taslağı, 2014: 15).

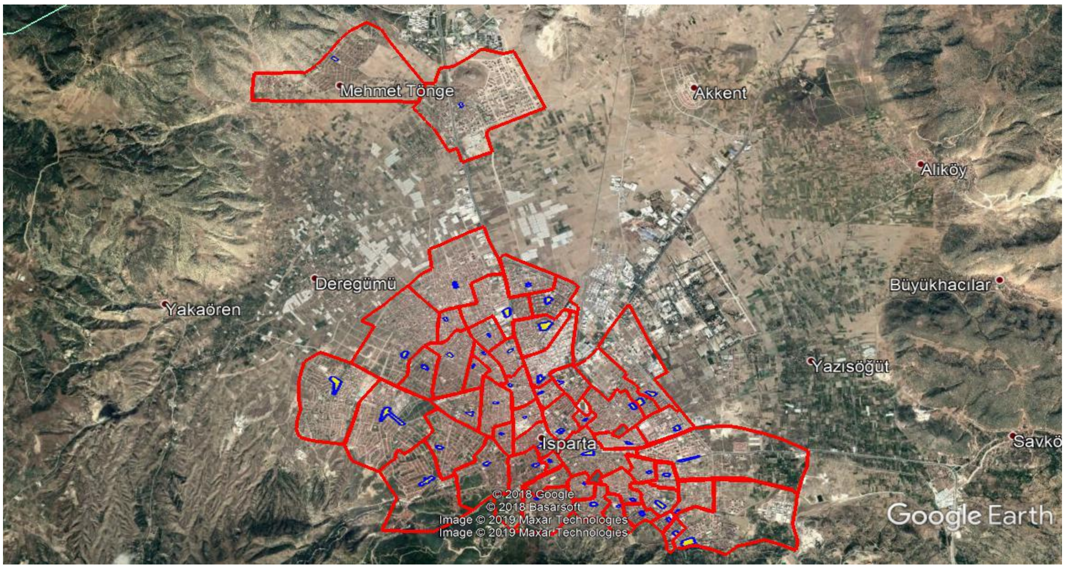
Isparta tarihindeki doğal afetler incelendiğinde deprem, feyezan, yangın, toprak kayması, kaya düşmesi, sel afetlerinin kayda geçtiği görülmektedir. Isparta İli genelinde 1986 yılından bu yana adı geçen afetlerde ortaya çıkan can kaybı sayısı, 74'ü Senirkent feyezanında, 5'i Sütçüler su baskınında, 2'si Yalvaç su baskınında olmak üzere toplam 81'dir (Isparta İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2020). Ayrıca Senirkent feyezanında 46 kişi yaralanmış ve 2000 kişi evsiz kalmıştır. Bu olay nedeniyle uğranılan doğrudan ekonomik kayıp 65 milyon ABD doları düzeyine ulaşmıştır (Ergünay, 2007: 11).

5.1. Afet Sonrası Toplanma ve Geçici Barınma Alanları

Toplanma alanları, afet ve acil durumlar sonrasında geçici barınma merkezleri hazır olana kadar geçecek süre içerisinde yaşanacak paniği önlemek ve sağlıklı bilgi alışverişini sağlamak amacıyla halkın tehlikeli bölgeden uzaklaşarak toplanabileceği güvenli alanlardır (T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2019).

Olası bir afet durumunda, müdahaleye ihtiyaç duyan afetzedelerin acil yardıma daha hızlı ulaşabilmeleri, etkili biçimde organize olabilmeleri, mahallelerde eksik olan kişilerin tespiti ve bunun sonucunda gerekli arama kurtarma faaliyetlerinin yönlendirilmesi açısından acil toplanma alanlarının ulusal ve uluslararası ölçütlere uygun olarak belirlenmesi çok önemlidir. Bu nedenle risk dağılımı açısından en riskli mahalleler başta olmak üzere, öncelikle acil toplanma alanlarının belirlenmesi, afetzedelerin bu alanlara ulaşılabilirliği, alanların kullanılabilirliği, kişi sayısına göre alan kapasitelerinin göz önünde tutularak gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir (Çınar vd., 2018: 195).

Isparta merkeze bağlı 50 mahalle içerisinde 55 adet toplanma alanı Isparta İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü tarafından belirlenmiştir. Isparta merkezde bulunan toplanma alanları aşağıda Şekil 3'te Google Earth üzerinde gösterilmiştir.



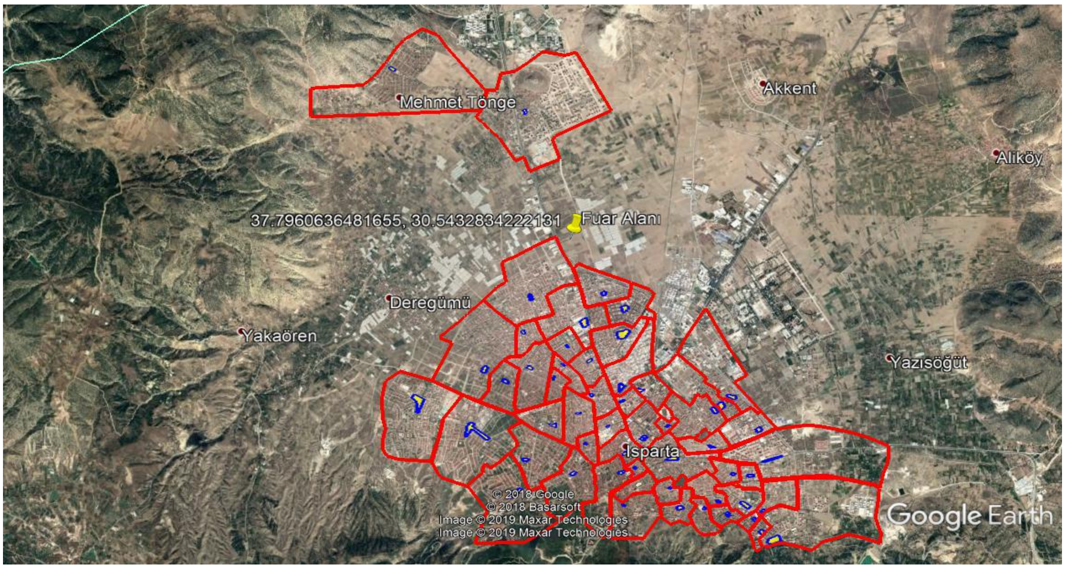
Şekil 3. Isparta İli Toplanma Alanları

Kaynak: (Isparta İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, 2019).

Geçici barınma alanları, konutu afet ve acil durum nedeniyle kullanılamaz hâle gelen veya konutun kullanılmasının riskli olması sebebiyle açıkta kalan afetzedeler ile tahliyeye tabi olanların bulundukları yerlerde veya başka yerlerde münferit veya toplu hâlde geçici olarak barınmalarının sağlanması olarak tanımlanmaktadır (Açıklamalı Afet Terimleri Sözlüğü, 2014: 76).

Barınma, her büyük depremi izleyen önemli bir sorundur. Toplumsal ve ekonomik yaşam üzerindeki etkisi sebebiyle deprem sonrasında barınma sorununun en kısa zamanda çözülmesi önemli bir konudur. Toplanma alanları ve geçici barınma alanlarının kurulmasındaki temel amaç, afetzedelerin günlük yaşam ihtiyaçlarını en kısa sürede sağlayarak ekonomik ve sosyal yaşamın normalleşmesini sağlayabilmektir (Şengül ve Turan, 2012: 113).

Aşağıdaki Şekil 4'te geçici barınma alanı olarak belirlenen fuar alanının konumu ve koordinatları gösterilmiştir.



Şekil 4. Fuar Alanının Toplanma Alanlarına Konumu

Kaynak: (Isparta İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, 2019).

5.2. Uygulamanın Amacı

- Isparta ilinde olası bir afet durumunda afetzedelerin önceden belirlenmiş olan en yakın, en geniş ve güvenli bölgelerde toplanmalarını sağlamak.
- Afet sonrası oluşan panik havasını en aza indirgemek ve afet sonrasını en verimli şekilde değerlendirmek.
- İnsanların toplanma alanlarından barınma alanlarına tahliyesinde en iyi rotayı belirlemek.
- İnsanları toplandıkları bölgelerden kaynak adını verdiğimiz alana ulaşmalarını sağlayabilmek için en iyi rotayı kullanarak en kısa mesafeyi hesaplayabilmek.
- Kaynağa ulaşan insanlara gerekli yardımı ulaştırmak ve ihtiyaç malzemelerini sağlamak.
- Kaynaktaki insanların kısa yoldan evlerine geri ulaşmasını sağlamak.
- İnsanların güvenliğini ön planda tutarak bu işlemleri uygulamak.
- Oyun teorisinin günlük hayatta kullanılmasına olanak sağlamak ve oyun teorisine olan ilgiyi en üst seviyelere çıkarmak.
- Geleceğe yönelik hedef ise, bu çalışmanın Türkiye'nin afet açısından riskli olan diğer bölgelerine genişlemesini sağlamak.

5.3. Yöntem

Uygulamada Isparta ilinde olası bir afet durumunda afetzedelerin toplanma alanlarından, jeolojik bakımdan güvenli olan alanlarda kurulacak olan geçici barınma alanlarına en hızlı ve en kısa şekilde transfer edilmesini sağlamak hedeflenmiştir. Kısacası afetzedelerin belirli bölgelerden kaynağa nasıl ulaşması gerektiği amaçlanmıştır. Kaynak seçimi çeşitli opsiyonlar dikkate alınarak yapılmıştır. Çeşitli opsiyonlar arasında Fuar Alanının aranılan kriterlere uygun olduğu saptanmıştır. Fuar Alanını kaynak olarak seçmemizin diğer sebepleri ise hem yol üzerinde olması ve havaalanına yakın olması hem de Isparta'nın şehir merkezinde olup geniş ve insanların kolay sığınabileceği fiziki imkânları olan bir yer olmasındandır.

Moretti vd., (2002: 83-99) çalışmalarındaki dağ durumları koşulları tekrar düzenlenerek çalışma konusu problemde uygulanmaya çalışılmıştır. Daha sonra çözümün kaliteli olması için işbirlikçi oyun teorisindeki temel çözüm yöntemleri kullanılmıştır. Söz konusu yöntemlerin uygulanabilmesi için öncelikle toplanma noktalarının barınma alanına uzaklıkları ve ayrı ayrı kendi aralarındaki mesafenin bulunması gerekmektedir. Bu mesafeler Google Maps yardımıyla bulunmuştur. Ayrıca Isparta İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğünden yardım alınarak Fuar Alanının koordinatlarına ulaşılmış ve böylece en kısa rota hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda minimum giderli ağaç oluşturulmuştur. Ardından Shapley değeri ve τ-değeri çözümleri bu mesafeler baz alınarak hesaplanmıştır. En kaliteli çözüme ulaşabilmek hedeflenmiştir.

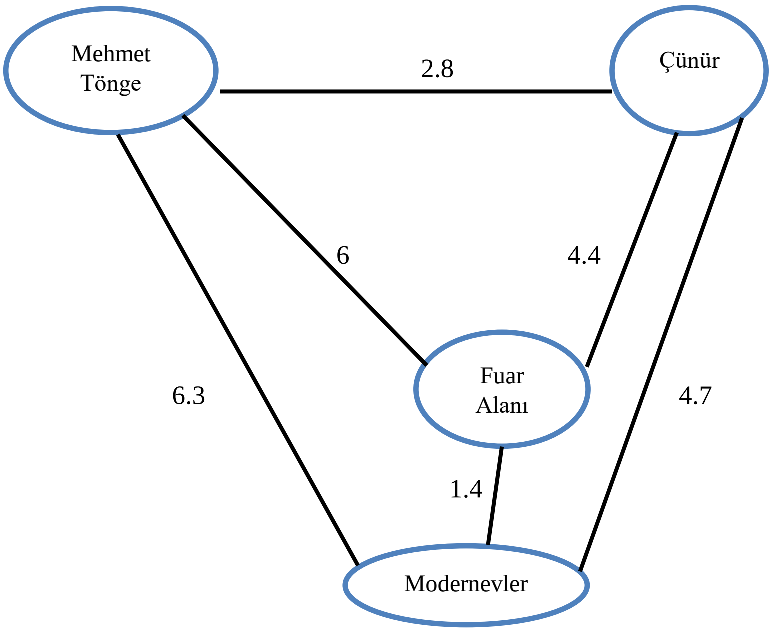
Bulunan çözümlerin kaliteli olup olmadığını test etmenin yollarından birisinin de bu çözümlerden oluşan şemanın PMAS olup olmadığının kontrol edilmesidir. Bu yöntemi kullanarak çözümlerin hangi oyuncu için kaliteli hangi oyuncu için kaliteli olmadığı ortaya çıkmıştır. Daha sonra Shapley değeri ve τ-değerinden oluşan çözümler karşılaştırılarak hangi çözümün uygulamaya daha uygun olduğuna karar vermeye çalışılmıştır.

Sonuç olarak, bu çalışmada oyun teorisi kullanılarak bir dağ durumu oluşturulmuştur. Bu dağ durumunda kaynak Fuar Alanı, oyuncular da mahallelerde bulunan toplanma alanlarıdır. Daha sonra bu dağ durumu oyun olarak yeniden düzenlenmiştir. Elde edilen oyun için iki farklı çözüm bulunmuştur ve bu çözümlerin kaliteli olup olmadığı karşılaştırılmıştır.

Shapley değeri ve τ-değerinin bulunmasında MATLAB programından yararlanılmaktadır. Çözümleri yapılan problemlerin MATLAB üzerinde sağlaması da yapılmıştır.

5.4. Uygulama

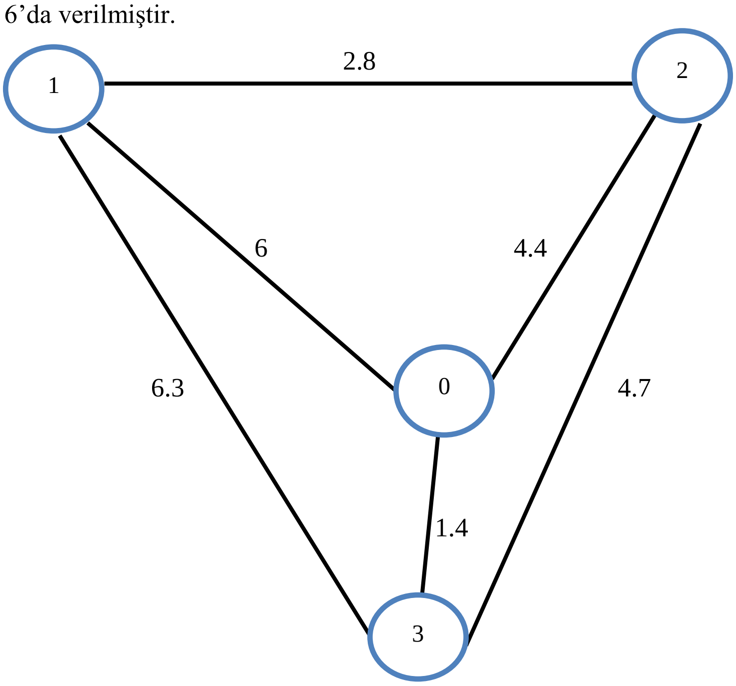
Şahin ve Altın (2016) çalışmasında, 21 mahallenin fuar alanına atamasını öngörmüştür. Bu çalışmada ise Binbirevler ve Keçeci mahallelerinde toplanma alanları olmadığı için 19 mahalle dikkate alınmıştır. Fuar alanına ulaşımı sağlanacak olan 3 mahallenin seçimi minimum giderli ağaç oyunları ile belirlenmiştir. Ekler kısmında verilen bilgiler kullanılarak çalışma diğer mahallelerdeki toplanma alanları üzerinde de uygulanabilir. Bu uygulamada gider olarak belirlenen mesafeler ulaşım giderleri, taşıma giderleri vb. baz alınarak hesaplanmıştır.



Şekil 5. Minimum Giderli Ağaç Oyunu

Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, Yıl: 2021, Cilt: 12, Sayı: 30, 573-598.
Süleyman Demirel University Visionary Journal, Year: 2021, Volume: 12, No: 30, 573-598.
ISSN: 1308-9552

Çalışmada kaynak olarak Isparta'da afet durumunda barınma alanlarından biri olan fuar alanı seçilmiştir. Düğümler de toplanma alanları olarak belirlenmiştir. Düğümler Mehmet Tönge Mahalle Parkı, Çünür Şevket Demirel Anaokulu bahçesi ve Modernevler Mahallesi Sağlık Parkı olarak belirlenmiştir. Böylece minimum giderli ağaç yukarıdaki Şekil 5'deki gibi oluşmuştur. Kaynak ile düğümler arasındaki mesafe şekil üzerinde gösterilmiştir. Her mahallede bulunan toplanma alanlarından kaynağa yapılacak olan ulaşımın nasıl sağlanması gerektiği ile ilgili bilgiler aşağıda Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Minimum Giderli Ağaç Oyunu

Yukarıda verilen minimum giderli ağaç oyununun karakteristik fonksiyonları aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Tablo 4. Koalisyon Değerleri

S	∅	{1}	{2}	{3}	{1,2}	{1,3}	{2,3}	{1,2,3}
$c(S)$	0	6	4.4	1.4	7.2	7.4	5.8	8.6

5.5. Uygulamanın Shapley Değeri İle Çözümü

$c \in G^N$ oyunun Shapley değeri olan $\Phi(c)$, bir oyunun marjinal vektörlerinin ortalamasıdır. Yani

$$\Phi(c) := \frac{1}{n!} \sum_{\sigma \in \prod(N)} m^{\sigma}(c)$$

dir.

3 kişilik $< N, c >$ oyununun karakteristik fonksiyonları

Tablo 5. Koalisyon Değerleri

S	∅	{1}	{2}	{3}	{1,2}	{1,3}	{2,3}	{1,2,3}
$c(S)$	0	6	4.4	1.4	7.2	7.4	5.8	8.6

şeklinde verilsin. Şimdi marjinal vektörler hesaplanacaktır. Marjinal vektörleri hesaplamak için önemli noktalardan biri permütasyonlardır. $N=\{1,2,3\}$ kümesindeki elemanların permütasyonları,

$$\{\sigma_1=(1,2,3),\sigma_2=(1,3,2),\sigma_3=(2,1,3),\sigma_4=(2,3,1),\sigma_5=(3,1,2),\sigma_6=(3,2,1)\}$$

şeklindedir.

$\sigma_1=(1,2,3)$ için marjinal vektörler,

$m_1^{\sigma_1}=c(1)=6$,

$m_2^{\sigma_1}=c(12)-c(1)=7.2-6=1.2$,

$m_3^{\sigma_1}=c(123)-c(12)=8.6-7.2=1.4$

şeklindedir. Buradan $m^{\sigma_1}=(6,1.2,1.4)$ olarak bulunur.

$\sigma_2=(1,3,2)$ için marjinal vektörler,

$m_1^{\sigma_2}=c(1)=6$,

$m_2^{\sigma_2}=c(123)-c(13)=8.6-7.4=1.2$,

$m_3^{\sigma_2}=c(13)-c(1)=7.4-6=1.4$

şeklindedir. Buradan $m^{\sigma_2}=(6,1.2,1.4)$ olarak bulunur.

$\sigma_3=(2,1,3)$ için marjinal vektörler,

$m_1^{\sigma_3}=c(12)-c(2)=7.2-4.4=2.8$,

$m_2^{\sigma_3}=c(2)=4.4$,

$m_3^{\sigma_3}=c(123)-c(12)=8.6-7.2=1.4$

şeklindedir. Buradan $m^{\sigma_3}=(2.8,4.4,1.4)$ olarak bulunur.

$\sigma_4=(2,3,1)$ için marjinal vektörler,

$m_1^{\sigma_4}=c(123)-c(23)=8.6-5.8=2.8$,

$m_2^{\sigma_4}=c(2)=4.4$,

$m_3^{\sigma_4}=c(23)-c(2)=5.8-4.4=1.4$

şeklindedir. Buradan $m^{\sigma_4}=(2.8,4.4,1.4)$ olarak bulunur.

$\sigma_5=(3,1,2)$ için marjinal vektörler,

$m_1^{\sigma_5} = c(13) - c(3) = 7.4 - 1.4 = 6$,

$m_2^{\sigma_5} = c(123) - c(13) = 8.6 - 7.4 = 1.2$,

$m_3^{\sigma_5} = c(3) = 1.4$

şeklindedir. Buradan $m^{\sigma_5} = (6, 1.2, 1.4)$ olarak bulunur.

Son olarak $\sigma_6 = (3, 2, 1)$ için marjinal vektörler,

$m_1^{\sigma_6} = c(123) - c(23) = 8.6 - 5.8 = 2.8$,

$m_2^{\sigma_6} = c(23) - c(3) = 5.8 - 1.4 = 4.4$,

$m_3^{\sigma_6} = c(3) = 1.4$

şeklindedir. Buradan ise $m^{\sigma_6} = (2.8, 4.4, 1.4)$ olarak bulunur.

O halde marjinal vektörler Tablo 6'daki gibi verilebilir.

Tablo 6. Marjinal Vektörler

σ	$m_1^{\sigma}(v)$	$m_2^{\sigma}(v)$	$m_3^{\sigma}(v)$
$(1,2,3)$	6	1.2	1.4
$(1,3,2)$	6	1.2	1.4
$(2,1,3)$	2.8	4.4	1.4
$(2,3,1)$	2.8	4.4	1.4
$(3,1,2)$	6	1.2	1.4
$(3,2,1)$	2.8	4.4	1.4

Shapley değeri de marjinal vektörlerin ortalaması olduğundan,

$$\Phi(c) = \frac{1}{3!} \sum_{\sigma \in \Pi(3)} m^{\sigma}(c)$$

$$= \frac{1}{6}(26.4, 16.8, 8.4)$$

$$= (4.4, 2.8, 1.4)$$

olarak bulunur.

Shapley değerini bulduktan sonra $\{1,2,3\}, \{1,2\}, \{1,3\}, \{2,3\}, \{1\}, \{2\}, \{3\}$ koalisyonları için popülasyona bağlı monoton paylaşım şemasını (PMAS) oluşturalım.

N koalisyonu için Shapley değeri,

ISSN: 1308-9552

$$\Phi(c)=(4.4, 2.8, 1.4)$$

şeklindedir. O zaman şemanın N koalisyonu için satırı sırasıyla; $4.4, 2.8, 1.4$ olur.

$\{1,2\}$ koalisyonu için Shapley değeri,

$$\Phi(c)=(4.4, 2.8)$$

olarak bulunur. Böylece şemanın $\{1,2\}$ koalisyonu için satırı sırasıyla; $4.4, 2.8, *$ olur.

$\{1,3\}$ koalisyonu için Shapley değeri,

$$\Phi(c)=(6, 1.4)$$

olarak bulunur. Böylece şemanın $\{1,3\}$ koalisyonu için satırı sırasıyla; $6, *, 1.4$ olur.

$\{2,3\}$ koalisyonu için Shapley değeri,

$$\Phi(c)=(4.4, 1.4)$$

olarak bulunur. Böylece şemanın $\{2,3\}$ koalisyonu için satırı sırasıyla; $*, 4.4, 1.4$ olur.

Şimdi de $\{1\},\{2\},\{3\}$ koalisyonları için Shapley değerini bulalım. Tek koalisyonlu durumlarda Shapley değeri direkt o koalisyon değerine eşit olduğundan, $\{1\}$ koalisyonu için Shapley değeri $c(1)$ 'e, $\{2\}$ koalisyonu için Shapley değeri $c(2)$ 'ye ve $\{3\}$ koalisyonu için de Shapley değeri $c(3)$ 'e eşittir.

O zaman şemanın $\{1\},\{2\},\{3\}$ koalisyonları için satırları sırasıyla; $(6,*,*)$, $(*,4.4,*)$, $(*,*,1.4)$ şeklindedir.

Bu bilgilere dayanarak gider paylaşım şeması aşağıda verilmiştir.

Tablo 7. Gider Paylaşım Şeması

S	1	2	3
123	4.4	2.8	1.4
12	4.4	2.8	*
13	6	*	1.4
23	*	4.4	1.4
3	*	*	1.4
2	*	4.4	*
1	6	*	*

Verilen çözümlerin hangi oyuncular için kaliteli olduğunu göstermek amacıyla hazırlanan şema yukarıda gösterilmiştir. Shapley değerini dikkate alarak hazırlanan gider dağıtım şemasının her bir oyuncu için PMAS olup olmadığını kontrol edelim. 3 oyuncu için verilen gider paylaşım şemasının çözümünün kaliteli olup olmadığı ayrı ayrı hesaplanmaktadır. Oyunculardan birinin çözümü koalisyon yapmaya teşvik edici olmadığı zaman bu gider paylaşım şeması kaliteli değildir.

Oyun gider oyunu olduğu için koalisyon büyüdükçe giderin de azalması gerekir. Koalisyon büyüdükçe gider azaldığı için 1. oyuncu PMAS'tır. 1. oyuncu tek başına oyuna girdiği zaman kaynağa 6 km mesafededir. 1. oyuncu, 3. oyuncu ile koalisyona girdiği zaman bu mesafe değişmemektedir. 1. oyuncu, 2. oyuncu ile koalisyona girdiğinde ise bu mesafe 4.4 km'ye düşmektedir. Koalisyon büyüdükçe gider azalacağı için 1. oyuncunun 2. oyuncu ile birleşerek kaynağa ulaşması tek başına kaynağa ulaşmasından daha avantajlıdır. 1. oyuncu, 2. oyuncu ve 3. oyuncu birlikte koalisyona girdikleri zaman da mesafe değişmemektedir. Sonuç olarak oyuncular kendisinden büyük koalisyona girdikçe gider azalmaktadır. Bu yüzden 1. oyuncu için bu şema PMAS'tır.

Koalisyon büyüdükçe gider azaldığı için 2. oyuncu da PMAS'tır. 2. oyuncu tek başına oyuna girdiği zaman kaynağa 4.4 km mesafededir. 2. oyuncu, 3. oyuncu ile koalisyona girdiği zaman mesafe değişmemektedir. 2. oyuncu, 1. oyuncu ile koalisyona girdiğinde ise mesafe 2.8 km'ye düşmektedir. 2. oyuncu, 1. oyuncu ve 3. oyuncu ile koalisyona girdiği zaman da mesafe 2.8 km olmaktadır. Sonuç olarak 2. oyuncunun 1. oyuncu ile veya hep birlikte birleşerek kaynağa ulaşması tek başına kaynağa ulaşmasından daha avantajlıdır. Bu durumda gider paylaşım şeması 2. oyuncu için PMAS'tır.

Koalisyon büyüdükçe gider azaldığı için 3. oyuncu da PMAS'tır. 3. oyuncu tek başına oyuna girdiği zaman kaynağa 1.4 km mesafededir. 3. oyuncu, 2. oyuncu ve 1. oyuncu ile koalisyona girdiği zaman mesafe değişmemektedir. 3. oyuncu hep birlikte koalisyona girdiği zaman da mesafe değişmemektedir. Bu durumda gider paylaşım şeması 3. oyuncu için de PMAS'tır.

Sonuç olarak Mehmet Tönge Mahalle Parkından Fuar alanına olan mesafe 6 km'dir. Olası bir afet durumunda Mehmet Tönge Mahalle Parkında toplanan afetzedelerin ve Çünür Şevket Demirel Anaokulu bahçesinde toplanan afetzedelerle Fuar alanına gitmeleri Shapley değerine göre kalitelidir. Shapley değerine göre Mehmet Tönge Mahalle Parkında toplanan afetzedelerin, Çünür Şevket Demirel Anaokulu ve Modernevler Mahallesi Sağlık Parkında toplanan afetzedelerle fuar alanına gitmeleri de kalitelidir.

Çünür Şevket Demirel Anaokulundan Fuar alanına olan mesafe 4.4 km'dir. Olası bir afet durumunda Çünür Şevket Demirel Anaokulunda toplanan afetzedelerin Mehmet Tönge Mahalle Parkında toplanan afetzedelerle birlikte Fuar alanına gitmeleri Shapley değerine göre kalitelidir.

Modernevler Mahallesi Sağlık Parkından Fuar alanına olan mesafe 1.4 km'dir. Olası bir afet durumunda Modernevler Mahallesi Sağlık Parkında toplanan afetzedelerin Mehmet Tönge Mahalle Parkında toplanan afetzedelerle ve Çünür Şevket Demirel Anaokulu bahçesinde toplanan afetzedelerle birlikte fuar alanına gitmesi Shapley değerine göre kalitelidir.

Shapley değerine göre bulunan çözümler afet durumunda hızlı, etkili ve doğru karar verebilmek için önemlidir. Zira afet durumunda gerek yardım malzemelerinin dağıtılması olsun ve gerekse toplanma alanlarından geçici barınma alanlarına her türlü ulaşım imkânının sağlanması olsun çoğu zaman hayati bir önem taşımaktadır. Ayrıca arama kurtarma çalışmalarının en kısa zamanda yapılabilmesi, kayıp olan kişilere ulaşılması, bireylerin güvenliğinin en kısa zamanda ve en iyi şekilde sağlanması, sınırlı kaynak ve imkânların olduğu ve hızlı bir şekilde hareket edilmesi gereken bir zamanda ancak kaliteli çözüm yöntemleri ile mümkün hale gelecektir. Görüldüğü üzere bulunan çözüm yöntemlerinin kullanılması başta insanların can ve mal güvenliği olmak üzere birçok alanda fayda sağlayacaktır.

5.6. Uygulamanın τ -Değeri ile Çözümü

Oyuncuların kümesi $N=\{1,2,3\}$ ve koalisyon değerleri

Tablo 8. Marjinal Vektörler

S	∅	{1}	{2}	{3}	{1,2}	{1,3}	{2,3}	{1,2,3}
$c(S)$	0	6	4.4	1.4	7.2	7.4	5.8	8.6

şeklindedir. Bu oyunun τ -değeri hesaplanacaktır. İlk olarak oyuncuların marjinal vektörleri bulunmalıdır.

$< N,c >$ oyunu verilsin. Bir oyuncunun marjinal vektörü (üst vektörü)

$$M_i(c):=c(N)-c(N\setminus\{i\})$$

olarak tanımlanır. Aynı şekilde oyuncunun alt vektörü ise

Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, Yıl: 2021, Cilt: 12, Sayı: 30, 573-598.
Süleyman Demirel University Visionary Journal, Year: 2021, Volume: 12, No: 30, 573-598.
ISSN: 1308-9552

$$m_i(c) := \max_{S:i\in S}\left(c(S) - \sum_{j\in S\setminus\{i\}} M_j(c) \right)$$

olarak tanımlanır.

$$M_1(c) = c(N) - c(\{2,3\}) = 8.6 - 5.8 = 2.8\,,$$

$$M_2(c) = c(N) - c(\{1,3\}) = 8.6 - 7.4 = 1.2\,,$$

$$M_3(c) = c(N) - c(\{1,2\}) = 8.6 - 7.2 = 1.4$$

olup marjinal vektör $M(c) = (2.8, 1.2, 1.4)$ olarak elde edilir.

$$\begin{aligned} m_1(c) &= \max\ \{c(1), c(12) - M_2, c(13) - M_3, c(N) - M_2 - M_3\} \\ &= \max\{6, 7.2 - 1.2, 7.4 - 1.4, 8.6 - 1.2 - 1.4\} \\ &= \max\{6, 6, 6, 6\} \\ &= 6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_2(c) &= \max\ \{c(2), c(12) - M_1, c(23) - M_3, c(N) - M_1 - M_3\} \\ &= \max\ \{4.4, 7.2 - 2.8, 5.8 - 1.4, 8.6 - 2.8 - 1.4\} \\ &= \max\ \{4.4, 4.4, 4.4, 4.4\} \\ &= 4.4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_3(c) &= \max\ \{c(3), c(13) - M_1, c(23) - M_2, c(N) - M_1 - M_2\} \\ &= \max\{1.4, 7.4 - 2.8, 5.8 - 1.2, 8.6 - 2.8 - 1.2\} \\ &= \max\{1.4, 4.6, 4.6, 4.6\} \\ &= 4.6 \end{aligned}$$

$m(c) = (6, 4.4, 4.6)$ olarak elde edilir.

Biliyoruz ki,

$$\sum_{i\in N} \tau_i(c) = c(N) = 8.6$$

olmalıdır. O zaman,

$$\begin{aligned} \tau(c) &= \alpha.m + (1-\alpha)M \\ &= \alpha(6, 4.4, 4.6) + (1-\alpha)(2.8, 1.2, 1.4) \\ &= (6\alpha, 4.4\alpha, 4.6\alpha) + (2.8 - 2.8\alpha, 1.2 - 1.2\alpha, 1.4 - 1.4\alpha) \\ &= (2.8 + 3.2\alpha,\ 1.2 + 3.2\alpha,\ 1.4 + 3.2\alpha) \end{aligned}$$

olarak bulunur.

ISSN: 1308-9552

$$
\begin{aligned}
c(N) &= \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 \\
8.6 &= 2.8 + 3.2\alpha, 1.2 + 3.2\alpha, 1.4 + 3.2\alpha \\
8.6 &= 5.4 + 9.6\alpha \\
3.2 &= 9.6\alpha \\
\alpha &= 0.33
\end{aligned}
$$

O halde τ -değeri,

$$
\begin{aligned}
\tau(c) &= (2.8 + 3.2\alpha, 1.2 + 3.2\alpha, 1.4 + 3.2\alpha) \\
&= (2.8 + 1.056, 1.2 + 1.056, 1.4 + 1.056) \\
&= (3.856, 2.256, 2.456)
\end{aligned}
$$

olarak bulunur.

τ -değerini bulduktan sonra $\{1,2,3\},\{1,2\},\{1,3\},\{2,3\},\{1\},\{2\},\{3\}$ koalisyonları için popülasyona bağlı monoton paylaşım şemasını (PMAS) oluşturalım.

N koalisyonu için τ -değeri,

$$\tau(c) = (3.856, 2.256, 2.456)$$

şeklindedir. O zaman şemanın N koalisyonu için satırı sırasıyla; $3.856, 2.256, 2.456$ olur.

$\{1,2\}$ koalisyonu için τ -değeri,

$$\tau(c) = (4.4, 2.8)$$

olarak bulunur. Böylece şemanın $\{1,2\}$ koalisyonu için satırı sırasıyla; $4.4, 2.8, *$ olur.

$\{1,3\}$ koalisyonu için τ -değeri,

$$\tau(c) = (6, 1.4)$$

olarak bulunur. Böylece şemanın $\{1,3\}$ koalisyonu için satırı sırasıyla; $6, *, 1.4$ olur.

$\{2,3\}$ koalisyonu için τ -değeri,

$$\tau(c) = (4.4, 1.4)$$

olarak bulunur. Böylece şemanın $\{2,3\}$ koalisyonu için satırı sırasıyla; $*, 4.4, 1.4$ olur.

Şimdi de $\{1\},\{2\},\{3\}$ koalisyonları için τ -değerini bulalım. Tek koalisyonlu durumlarda τ -değeri direkt o koalisyon değerine eşit olduğundan, $\{1\}$ koalisyonu için τ -değeri $c(1)$ ‘e, $\{2\}$ koalisyonu için τ -değeri $c(2)$ ’ye ve $\{3\}$ koalisyonu için ise τ -değeri $c(3)$ ’e eşittir.

ISSN: 1308-9552

O zaman şemanın $\{1\},\{2\},\{3\}$ koalisyonları için satırları sırasıyla; $(6,*,*)$, $(*,4.4,*)$, $(*,*,1.4)$ şeklindedir.

Bu bilgilere dayanarak gider paylaşım şeması aşağıda verilmiştir.

Tablo 9. Gider Paylaşım Şeması

S	1	2	3
123	3.856	2.256	2.456
12	4.4	2.8	*
13	6	*	1.4
23	*	4.4	1.4
3	*	*	1.4
2	*	4.4	*
1	6	*	*

τ -değeri hesaplanarak bulunan çözümlerin hangi oyuncular için kaliteli olduğunu göstermek amacıyla hazırlanan şema yukarıda gösterilmiştir. Gider dağıtım şemasının her bir oyuncu için PMAS olup olmadığını kontrol edelim. Oyunculardan birinin çözümü koalisyon yapmaya teşvik edici olmadığı zaman bu gider paylaşım şeması kaliteli değildir. PMAS olması için bu şemanın koalisyon yapmaya teşvik edici olması gerekmektedir.

Oyun gider oyunu olduğu için oyuncular kendisinden büyük koalisyona girdikçe giderin azalması gerekir. 1. oyuncu kendisinden büyük koalisyona girdikçe gideri azaldığı için PMAS'tır. 1. oyuncu tek başına oyuna girdiği zaman kaynağa 6 km mesafededir. 1. oyuncu ile 3. oyuncu koalisyona girdiği zaman bu mesafe değişmemektedir. 1. oyuncu ile 2. oyuncu koalisyona girdiğinde ise bu mesafe 4.4 km'ye düşmektedir. Bu durumda 1. oyuncunun 2. oyuncu ile koalisyona girmesi tek başına oyuna girmesinden daha avantajlıdır. Ancak τ -değerine göre 1. oyuncu, 2. oyuncu ve 3. oyuncunun birlikte koalisyona girmesi 1. oyuncunun mesafesini daha da azaltacaktır. Bu koalisyondan 1. oyuncunun kaynağa olan mesafesi 3.856 km'ye düşecektir. Sonuç olarak oyuncular kendisinden büyük koalisyona girdikçe gider azalmaktadır. Bu yüzden 1. oyuncu için bu şema PMAS'tır.

Kendisinden büyük koalisyona girdikçe gideri azaldığı için 2. oyuncu da PMAS'tır. 2. oyuncu tek başına oyuna girdiği zaman kaynağa 4.4 km mesafededir. 2. oyuncu ile 3. oyuncu koalisyona girdiği zaman bu mesafe değişmemektedir. 2. oyuncu ile 1. oyuncu koalisyona girdiğinde ise bu mesafe 2.8 km'ye düşmektedir. Bu durumda 2. oyuncunun 1. oyuncu ile koalisyona girmesi tek başına oyuna girmesinden daha avantajlıdır. Ancak τ -değerine göre 1. oyuncu, 2. oyuncu ve 3. oyuncunun birlikte koalisyona girmesi 2. oyuncunun mesafesini daha da azaltacaktır. Bu koalisyonda 2. oyuncunun kaynağa olan mesafesi 2.256 km'ye düşecektir. Gider paylaşım şeması 2. oyuncu için de PMAS'tır.

Bu şema 3. oyuncu için PMAS değildir. Çünkü kendisinden büyük koalisyona girdikçe gideri artmaktadır. 3. oyuncu tek başına oyuna girdiği zaman kaynağa 1.4 km mesafededir. 3. oyuncu ile hem 2. oyuncu hem de 1. oyuncu koalisyona girdiği zaman bu değer değişmemektedir. Ancak hep birlikte koalisyona girdiklerinde 3. oyuncunun gideri artmaktadır. 3. oyuncunun kaynağa olan mesafesi 2.456 km olmaktadır. Bunun sonucunda hep birlikte koalisyona girmeleri 3. oyuncu için avantajlı değildir ve çözüm kaliteli değildir.

Sonuç olarak Shapley değerine ve τ -değerine göre oyuncuların $\{12\},\{13\}$ ve $\{23\}$ koalisyon değerleri aynıdır. Toplanma alanlarından kaynağa ulaşmak için yapılacak olan koalisyonlar Shapley değeri çözümünde ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Şimdi hangi oyuncunun hangi çözüm yöntemini seçmesi gerektiğini söyleyebiliriz. Shapley değeri çözümünün 1. oyuncu, 2 oyuncu ve 3. oyuncu için uygun bir çözüm olduğu sonucuna ulaşılmıştır. τ -değeri çözümünün 1. oyuncu ve 2. oyuncu için uygun olduğu 3. oyuncu için uygun bir çözüm olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. 1.oyuncu τ -değerini seçerse kaynağa Shapley değerine göre daha az giderle bağlanacaktır. 2. oyuncu da τ -değerini seçerse kaynağa Shapley değerine göre daha az giderle bağlanacaktır. 3. oyuncu ise Shapley değerini seçerse kaynağa τ -değerine göre daha az giderle bağlanacaktır.

6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Çalışmada ilk olarak oyun teorisine ilişkin genel bilgiler verilmiştir. Daha sonra işbirlikçi oyun teorisinden bahsedilmiştir. İşbirlikçi oyun teorisinde oyuncular işbirliği yaparak kazançlarını daha çok arttırabilecekler ya da kayıplarını daha aza indirebileceklerdir. İşbirliği yapmak isteyen şahıslar veya şirketlerin nasıl koalisyon oluşturacağı, oluşturulan koalisyonların üyeleri arasında kazançların ve kayıpların adaletli bir şekilde nasıl dağıtılacağı ile ilgili çözüm yöntemleri verilmiştir. İşbirlikçi oyun teorisinin en önemli çözüm yöntemlerinden olan Shapley değeri ve τ -değeri MATLAB programı kullanılarak uygulama üzerinde gösterilmiştir.

Bu çalışmada minimum giderli ağaç oyunu uygulamaları oyun teorisi kullanılarak modellenmiş ve minimum giderli ağaç oyunlarının kullanım alanlarından bahsedilmiştir. Yapılan bu çalışmada her minimum giderli ağaç oyununun çekirdek elemanını sağlayan popülasyona bağlı monoton paylaşım şeması (PMAS) incelenmiştir. Kazanç oyununda ve gider oyununda PMAS farklı şekillerde çözülmektedir. Uygulamada bir kazanç söz konusu olmadığı için gider oyunu olarak hesaplanmıştır.

Çalışmanın uygulama kısmında afet durumu ele alınmıştır. Bu kapsamda afet sonrasında bireylerin kendilerini güvende hissedecekleri toplanma alanları ile sonrasında yerleşecekleri geçici barınma alanları arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmada da belirtildiği üzere afet durumunda öncelik her zaman bireylerin can ve mal güvenliğinin sağlanmasıdır. Söz konusu amaca ulaşabilmek için hızlı, etkili ve doğru karar vermek gerekmektedir. Bu çerçevede minimum zarar veya maksimum kâr elde etmeyi hedefleyen oyun teorisinin afet durumuna da uygulanması söz konusu amaçların gerçekleşmesinde hiç şüphesiz büyük faydalar sağlayacaktır.

Uygulamada belirlenen toplanma alanlarının geçici barınma alanları ile bağlantısının oluşturulması neticesinde minimum giderli ağaç elde edilmiştir. Verilen çözümlerin hangi oyuncular için kaliteli olduğunu göstermek amacıyla ilk olarak Shapley değeri ve τ -değerine göre popülasyona bağlı monoton gider paylaşım şeması oluşturulmuştur. Shapley değerine göre ortaya çıkan sonuçta çözümün kaliteli olduğu görülmüştür. Örneğin Mehmet Tönge Mahalle Parkında toplanan afetzedelerin ve Çünür Şevket Demirel Anaokulu bahçesinde toplanan afetzedelerle Fuar alanına gitmeleri Shapley değerine göre kalitelidir. Ya da söz konusu üç toplanma yeri arasında kurulacak bir ağda Modernevler Mahallesi Sağlık Parkının da koalisyona dâhil edilmesi kaliteli bir çözüm olacaktır.

τ -değerine göre 3. oyuncunun çözümü koalisyon yapmaya teşvik edici olmadığı için gider paylaşım şeması kaliteli değildir. Ancak 1. oyuncu ve 2. oyuncu kendisinden büyük koalisyona girdikçe gideri azaldığı için PMAS'tır. Örneğin τ -değerine göre Mehmet Tönge Mahalle Parkı ve Çünür Şevket Demirel Anaokulunun sonucu Shapley değerine göre daha az giderli çıkmıştır. Onlar için hep birlikte koalisyon yapmak daha avantajlı olacaktır. Sonuç olarak τ -değerine göre Modernevler Mahallesi Sağlık Parkının hep birlikte koalisyona girmemesinin daha avantajlı olacağı öngörülmektedir.

Yapılan çalışmalar sonucunda olası bir afet durumunda, Mehmet Tönge Mahalle Parkında toplanan afetzedeler için τ -değeri kaliteli sonuç vermiştir. Çünür Şevket Demirel Anaokulunda toplanan afetzedeler için τ -değeri kaliteli sonuç vermiştir. Modernevler Sağlık Parkında toplanan afetzedeler için Shapley değeri kaliteli sonuç vermiştir. Verilen çözümler sonucunda toplanma alanlarındaki afetzedelerin hangi koalisyonu seçmesinin daha avantajlı olduğu belirlenmiştir.

Çalışmanın gelecekteki hedefi ise ülkemizde veya Dünyada olması muhtemel afet durumlarında herhangi bir kargaşaya mahal vermemek, can ve mal kaybını en aza indirmek ve ayrıca ilgili birimlerin gerekli tedbirleri en az maliyet ile hızlı, etkili ve doğru bir şekilde alabilmesine yardımcı olmaktır. Afet durumlarında temel sorunlardan biri olan toplanma alanlarından geçici barınma alanlarına planlı tahliyenin yapılmasında oyun teorisini kullanarak doğru karar verebilmeyi sağlamaktır.

Bu çalışmada oyun teorisi kullanılarak olası afet durumlarında ortaya çıkması beklenen birtakım krizlerin doğru bir şekilde çözümünün mümkün olduğu ortaya konulmuştur. Çalışma Isparta iliyle sınırlı tutulmuş olup yalnızca üç toplanma alanında bulunan afetzedelerin geçici barınma alanına tahliyesini incelemiştir. Ancak bu çalışma genişletilerek olası afet durumlarında Isparta ilinin tamamını ve hatta bölgesel veya ülkesel düzeyde kapsayıcı olacak şekilde yapılabilir. Bunun yanında çalışmada kullanılan yöntem yalnızca tahliye kararı için değil afet durumlarında ortaya çıkabilecek olan muhtemel diğer kriz hallerinde de etkili, hızlı ve doğru karar vermeyi sağlayacaktır.

YAZARLARIN BEYANI

Katkı Oranı Beyanı: Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamıştır.

Destek ve Teşekkür Beyanı: Çalışmada herhangi bir kurum ya da kuruluştan destek alınmamıştır.

Çatışma Beyanı: Çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması söz konusu değildir.

KAYNAKÇA

Acar, D., Usul, H. ve Ünal, G. F. (2013). Bağımsız denetim maliyetinin işbirlikçi oyun modeli yaklaşımıyla minimizasyonu. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 9(18), 1-17.

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (2014). *Açıklamalı afet terimleri sözlüğü*. Ankara.

Akdağ, Y. (2015). *Oyun teorisi yaklaşımı ile reklam aracı seçim sürecinin ekonomiye etkileri: Bulanık TOPSIS yöntemiyle vakıf üniversitelerinin eğitim sektörü üzerine bir uygulama*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Aktel, M. ve Çağlar, N. (2007). Isparta ili afet (kriz) yönetim yapılanması üzerine bir çalışma. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(3), 147-162.

Alparslan Gök, S. Z. (2009). *Cooperative interval games*. PhD Dissertation Thesis, Middle East Technical University Institute of Applied Mathematics, Ankara.

Aslan, H. M., Yıldız, M. S. ve Uysal, H. T. (2015). Afet istasyonlarının kuruluş yeri seçiminde bulanık TOPSIS yönteminin uygulanması: Düzce'de bir lokasyon analizi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 111-128.

Bayram, V., Tansel, B. Ç. ve Yaman, H. (2015). Compromising system and user interests in shelter location and evacuation planning. *Transportation Research Part B*, 72, 146-163.

Biçici, Ü. (2009). *Dağıtım kanallarında oyun teorisi yaklaşımının kullanımı ve bir uygulama*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Bird, C. G. (1976). On cost allocation for a spanning tree: A game theoretic approach. *Networks*, 6(4), 335-350.

Claus, A. ve Kleitmen, D. J. (1973). Cost allocation for a spanning tree. *Networks*, 3(4), 289-304.

Çınar, A. K., Akgün, Y. ve Maral H. (2018). Afet sonrası acil toplanma ve geçici barınma alanlarının planlanmasındaki faktörlerin incelenmesi: İzmir-Karşıyaka örneği. *TMMOB Şehir Plancıları Odası Planlama Dergisi*, 28(2), 179-200.

Çiçekdağı, H. İ. ve Kırış, Ş. (2012). Afet istasyonu ve toplanma merkezi için yer seçimi ve bir uygulama. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28, 67-76.

Ergin, E. ve Erenoğlu, R. C. (2016). Heyelan duyarlılık değerlendirilmesinde oyun teorisinin kullanılması: İntepe, Çanakkale örneği. *69. Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara, 1-2.

Ergünay, O. (2007). Türkiye'nin afet profili. *TMMOB Afet Sempozyumu*, 5-7 Aralık 2007, Ankara, 1-14.

Gillies, D. (1959). Solutions to general non-zero-sum games. A.W. Tucker ve R.D. Luce (Ed.), Contributions to theory of games IV, *Annals of Mathematical Studies 40* içinde (47-85), Princeton: Princeton University Press.

Graham, R. L. ve Hell, P. (1985). On the history of the minimum spanning tree problem. *Annals of the History of Computing*, 7(1), 43-57.

Isparta İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. (2020). *Jeolojik Yapı*, Erişim adresi: https://isparta.ktb.gov.tr/TR-71017/jeolojik-yapi.html, (06.01.2020).

Karabacak, H. (2016). *Herkes için oyun teorisi: oyunlar-kavramlar-stratejiler*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Kongsomsaksakul, S., Yang, C. ve Chen, A. (2005). Shelter location-allocation model for flood evacuation planning. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 6, 4237-4252.

Köseoğlu, M. (2015). *Afet yönetimi ve insani yardım: Lojistik süreçler ve uygulamalar.* Ankara: Nobel Yayıncılık.

Kural, H. (2007). *Karar verme sürecinde oyun teorisi ve sektörel uygulamalar*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Mahmood, H. Sh. (2005). *Derece kısıtlı minimum yayılan ağaç problemi için genetik algoritmalar*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Moretti, S., Alparslan Gök, S. Z., Branzei, R. ve Tijs, S. (2011). Connection situations under uncertainty and cost monotonic solutions. *Computers and Operations Research,* 38(11), 1638-1645.

Moretti, S., Norde, H., Pham Do, K. H. ve Tijs, S. (2002). Connection problems in mountains and monotonic allocation schemes. *TOP*, 10(1), 83-99.

Nabiyev, V. N. (2013). *Algoritmalar: Teoriden uygulamalara*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Norde, H., Moretti, S. ve Tijs, S. (2001). Minimum cost spanning tree games and population monotonic allocation schemes. *CentER Discussion Paper*, Tilburg University, Tilburg, The Netherlands, , 18, 1-18.

Olgun, M. O. (2017). *İşbirlikçi gri stok oyunları*. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Olgun, M. O. ve Özdemir, G. (2015). İşbirlikçi stok oyunları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi,* 3(1), 71-75.

Özer, O. O. (2004). *Oyun teorisi ve tarımda uygulanması*. Doktora Semineri, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Palancı, O. (2016). *İşbirlikçi aralık oyunları: Aralık çözümlerinin aksiyomatik karakterizasyonları ve bazı uygulamalar*. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Shapley, L. S. (1953). A value for n-person games. *Annals of Mathematics Studies*, 28, 307-317.

Sprumont, Y. (1990). Population monotonic allocation schemes for cooperative games with transferable utility. *Games and Economic Behavior*, 2(4), 378-394.

Şahin, Y. ve Altın, F. G. (2016). Çadırkent yer seçimi problemi için bir atama modeli: Isparta örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(16), 323-336.

Şengül, M. ve Turan, M. (2012). Erciş depremi örneğinde afet sonrası geçici yerleşim alanlarında yönetim uygulamaları ve sorunları. *Mülkiye Dergisi*, XXXVI(274), 113-148.

T.C. Isparta Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü. (2020). *Isparta il afet müdahale plan taslağı Ocak-2014*. Erişim adresi: https://docplayer.biz.tr/13963-T-c-isparta-valiligi-il-afet-ve-acil-durum-mudurlugu-isparta-il-afet-mudahale-plan-taslagi.html, (07.03.2020).

T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (2019). *Toplanma alanları*. Erişim adresi: https://www.afad.gov.tr/upload/Node/39521/xfiles/toplanma_alanlari.pdf, (01.08.2019).

Thomson, W. (1995). Population-monotonic solutions to the problem of fair division when preferences are single-peaked. *Economic Theory*, Springer-Verlag, 5, 229-246.

Tijs, S. (1981). Bounds for the core of a game and the τ -value. O. Moeschlin ve D. Pallaschke (Ed.), *Game Theory and mathematical economics* içinde (123-132), Amsterdam: North Holland Publishing Company.

Usta, P., Ergün, S. ve Alparslan Gök, Z. S., (2019). A cooperative game theoretical model in temporary housing for post-disaster situations, *Journal of Engineering Sciences and Design*, 7(4), 779-786.

Ventsell, E. S. (1965). *Oyunlar teorisine giriş*. H. Yüksel (Çev.), İstanbul: Türk Matematik Derneği.

von Neumann, J. ve Morgenstern, O. (1944). *Theory of games and economic behavior.* Princeton: Princeton University Press.

ISSN: 1308-9552

Ek 1. Fuar Alanı ile Mahallelerdeki Toplanma Alanları Arasındaki Mesafe

	AKKENT	ANADOLU	BAĞLAR	BAHÇELİEVLER	BATIKENT	ÇÜNÜR	FATİH	GÜLİSTAN	HIZIRBEY	IŞIKKENT	İSKENDER	M. TÖNGE	MODERNEVLER	M. TÜRKEŞ	PİRİMEHMET	SANAYİ	TURAN	YEDİŞEHİTLER	ZAFER	FUAR ALANI
Akkent	0	7	9,2	8,9	12	5,7	9,8	9,4	10,4	10,9	10,3	8,6	8,5	11	8,8	7,9	9,7	9,2	10	8,3
Anadolu	7	0	2,9	0,9	5,1	4,9	2,5	2,6	3,5	4	3,6	7,7	0,9	3,2	2,4	1,1	3,3	1,6	2,1	2,3
Bağlar	9,2	2,9	0	2,7	3,4	6,7	3,2	0,8	1,6	2,2	2,3	9,1	3,4	2,7	0,6	1,4	1,1	1,8	2,6	4,1
Bahçelievler	8,9	0,9	2,7	0	4,2	4,6	1,6	2,4	2,9	3,4	3,4	6,8	1	2	2,2	1,5	3,1	1,1	1,2	1,6
Batıkent	12	5,1	3,4	4,2	0	8	3,3	3,1	2,6	2	5,7	9,2	4,7	1,7	3,9	4,2	4,2	3,5	3	5,4
Çünür	5,7	4,9	6,7	4,6	8	0	5	7,2	8,2	8,2	8,2	2,8	4,7	6,9	7	7	7,9	5,9	6	4,4
Fatih	9,8	2,5	3,2	1,6	3,3	5	0	3,2	3,5	3,6	4,9	6,3	2	2	3,3	2,9	4,7	1,4	1	2,7
Gülistan	9,4	2,6	0,8	2,4	3,1	7,2	3,2	0	1,2	1,7	3	8,9	3,1	2,4	1,1	2	1,8	1,4	2,2	3,9
Hızırbey	10,4	3,5	1,6	2,9	2,6	8,2	3,5	1,2	0	1,2	3,4	9,8	3,9	2,4	2,3	2,9	2,2	2,2	3	4,6
Işıkkent	10,9	4	2,2	3,4	2	8,2	3,6	1,7	1,2	0	4,6	9,1	4	1,3	2,8	3,4	3,1	2,7	2,4	4,7
İskender	10,3	3,6	2,3	3,4	5,7	8,2	4,9	3	3,4	4,6	0	9,6	3,9	4,2	1,5	2,3	1	2,9	3,7	4,6
M. Tönge	8,6	7,7	9,1	6,8	9,2	2,8	6,3	8,9	9,8	9,1	9,6	0	6,3	8	8,5	7,9	9,4	7,4	7,1	6
Modernevler	8,5	0,9	3,4	1	4,7	4,7	2	3,1	3,9	4	3,9	6,3	0	3	2,9	1,8	3,8	1,9	2	1,4
M. Türkeş	11	3,2	2,7	2	1,7	6,9	2	2,4	2,4	1,3	4,2	8	3	0	2,9	3	3,6	1,8	1,4	3,7
Pirimehmet	8,8	2,4	0,6	2,2	3,9	7	3,3	1,1	2,3	2,8	1,5	8,5	2,9	2,9	0	1	1,1	1,5	2,3	3,7
Sanayi	7,9	1,1	1,4	1,5	4,2	7	2,9	2	2,9	3,4	2,3	7,9	1,8	3	1	0	1,9	1,4	2,2	3,1
Turan	9,7	3,3	1,1	3,1	4,2	7,9	4,7	1,8	2,2	3,1	1	9,4	3,8	3,6	1,1	1,9	0	2,5	3,5	5
Yedişehitler	9,2	1,6	1,8	1,1	3,5	5,9	1,4	1,4	2,2	2,7	2,9	7,4	1,9	1,8	1,5	1,4	2,5	0	1	2,8
Zafer	10	2,1	2,6	1,2	3	6	1	2,2	3	2,4	3,7	7,1	2	1,4	2,3	2,2	3,5	1	0	2,5
Fuar alanı	8,3	2,3	4,1	1,6	5,4	4,4	2,7	3,9	4,6	4,7	4,6	6	1,4	3,7	3,7	3,1	5	2,8	2,5	0