



julio - diciembre 2022

Recibido: 21-10-2022

Aceptado: 4-11-2022

La gestión estratégica y la teoría de juegos en las organizaciones complejas

Autor (a) Marlon Rubén Tinajero Jiménez¹, Edgar Germánico Chicaiza Taipe², Sandy Pamela Ávalos Cabrera³

Dirección electrónica: edgarchicaiza82@gmail.com

Adscripción: Universidad Técnica de Cotopaxi

Resumen: Las organizaciones cada vez se vuelven más complejas, por lo tanto, la toma de decisiones acertadas en la gestión empresarial constituye un factor fundamental para alcanzar las metas organizacionales planteadas, y a la vez son un reto imperante para los gerentes y líderes empresariales. Por ello, el objetivo fundamental de este trabajo es analizar la factibilidad de aplicación de la teoría de juegos en la gestión estratégica de organizaciones complejas, En este sentido se realizó una revisión bibliográfica sobre las diferentes aplicaciones de la teoría de juegos, haciendo un énfasis especial en aquellas aplicadas a la gestión estratégica de empresas, se resalta la importancia de este instrumento en el desempeño organizacional. Con base a los resultados obtenidos se puede concluir que la teoría de juegos es empleada de manera generalizada como una herramienta analítica para apoyar al gerente en su rol de líder de las organizaciones complejas, fundamentalmente, en la toma de decisiones en cualquier ámbito.

Palabras claves: Teoría del Juego, gestión estratégica, empresas, toma de decisiones.

¹ Universidad Técnica de Cotopaxi, ² Universidad Técnica de Cotopaxi, Orcid: 0000-0001-7997-3363, ³ Universidad Técnica de Cotopaxi

Strategic management and game theory in complex organizations

Abstract: Organizations are becoming more and more complex, therefore, making the right decisions in business management constitutes a fundamental factor to achieve the proposed organizational goals, and at the same time they are a prevailing challenge for managers and business leaders. For this reason, the fundamental objective of this work is to analyze the feasibility of applying game theory in the strategic management of complex organizations. In this sense, a bibliographical review was carried out on the different applications of game theory, placing special emphasis on it. In those applied to the strategic management of companies, the importance of this instrument in organizational performance is highlighted. Based on the results obtained, it can be concluded that game theory is widely used as an analytical tool to support the manager in his role as leader of complex organizations, fundamentally, in decision-making in any field.

Keywords: Game Theory, strategic management, companies, decision making

Introducción

En el mundo empresarial, y específicamente en la gestión estratégica, la toma de decisiones acertadas juega un papel fundamental para el logro del planteamiento estratégico, desde la visión y la misión hasta los objetivos de la organización. Esto se complejiza cuando se considera que no dependen únicamente del gerente, sino que en buena medida son el resultado del resto de los actores.

Si consideran, por ejemplo, decisiones de mercado, fijación de precios, cantidades a producir, promociones, hasta un plan de marketing, todas estas decisiones están vinculadas necesariamente a los competidores, a las características

propias del mercado, al poder o participación de cada uno. En resumen, las decisiones gerenciales no son independientes, sino que en gran medida están asociadas a las acciones del resto.

En este entorno complejo, competitivo e interdependiente, en el cual las decisiones están vinculadas entre los distintos actores, el empleo de la teoría de juegos podría generar valor agregado en la medida que permite optimizar el comportamiento de las organizaciones. Aunque, de acuerdo a Saloner (1991), es difícil responder a esta pregunta sobre el rol de la teoría de juegos en las organizaciones, por lo que plantea dos ideas centrales: la primera es si la teoría microeconómica, y específicamente la teoría de juegos, puede realizar aportes a la gestión estratégica; y la segunda, en caso de ser afirmativa la primera, está asociada a la modelización teórica y a la factibilidad de aplicar esos modelos en situaciones en las que no necesariamente se satisfacen los supuestos asociados, entre otros, a la racionalidad de los agentes económicos.

Sobre la idea de la racionalidad Camerer (2001) establece “que el análisis de la teoría de juegos a menudo supone una mayor racionalidad que la presentada por los jugadores”, pero en todo caso, muchas veces se presume un nivel de racionalidad que muchos juegos no requieren para lograr el equilibrio. Por ello, el objetivo fundamental de este trabajo es analizar la factibilidad de aplicación de la teoría de juegos en la gestión estratégica de las organizaciones complejas.

Materiales y métodos

La metodología empleada para la realización del trabajo es de tipo analítico descriptivo, y se centró en la aplicación de la Teoría de Juegos a la Gestión Estratégica de empresas. Para ello se realizó una revisión bibliográfica sobre las investigaciones publicadas sobre la teoría de juegos, haciendo un énfasis especial en aquellas aplicadas a la gestión estratégica de empresas.

En la investigación se consideraron únicamente aquellos artículos publicados en revistas con un factor de impacto superior a 0.5, según el Journal Citation Report (JCR), elaborado por el Institute for Scientific Information (ISI), correspondiente al año 2016. Los motores de búsqueda que se utilizaron fueron Science Direct y Taylor and Francis, que son dos de las bases de datos científicas más grandes e importantes a nivel mundial. Las palabras clave que se utilizaron en el motor de búsqueda fueron: Game Theory, Strategic Management, y se consideraron las coincidencias que se produjeron en títulos, palabras clave y resúmenes. Los criterios utilizados ofrecieron resultados de búsquedas que tuvieron que ser depurados mediante la aplicación de criterios de inclusión y exclusión.

Como criterios de inclusión se consideraron los artículos cuyo objeto de estudio y campo de acción fueran las aplicaciones de la teoría de juegos, identificando aquellos donde se habían aplicado a la gestión estratégica de empresas. Como criterios de exclusión se establecieron que no se contemplaran las comunicaciones a congresos ni los artículos publicados en revistas no indexadas.

Marco teórico y conceptual

El número de publicaciones sobre la teoría de juegos es extenso y en los últimos 10 años se ha incrementado la cantidad de trabajos publicados sobre su aplicación a diferentes áreas del conocimiento. En la Tabla 1 se muestra un resumen de algunos de los trabajos publicados en diferentes áreas. Como se puede apreciar en esta tabla entre las áreas del conocimiento que han recibido una mayor atención para la aplicación de la teoría de juegos se encuentran: la biología evolutiva, las ciencias de la computación, la tecnología energética y la protección ambiental, la gestión de proyectos, otras aplicaciones de la ingeniería, la cadena de suministros y las ciencias económicas. Sin embargo, este trabajo se centrará

en el análisis de la posible aplicación de la teoría de juegos a la gestión estratégica de empresas.

La teoría de juegos

La teoría de juegos es un área de la matemática aplicada que utiliza modelos para estudiar interacciones en estructuras formalizadas de incentivos, que se conocen como juegos. Un juego se puede definir como todo problema de decisión en el que intervienen más de un individuo que toma decisiones, y las decisiones que toma un individuo tienen efectos sobre otros (Ricart, 1988), o como lo plantea Mas Colell y Whinston (1995), “un juego es una representación formal de una situación con un número de interacciones individuales en un conjunto de estrategias interdependientes”. Por lo tanto, para que exista un juego deben estar presentes, al menos, dos individuos o jugadores cuyas decisiones interaccionan de forma tal que pueden afectar los intereses de otros individuos (Ricart, 1988). Además, en todo juego debe existir algún aspecto sobre el que exista un conflicto de intereses entre sus individuos.

En caso contrario, es decir, ante la ausencia de conflicto de intereses el juego se considera trivial (Ricart, 1988). Por ejemplo, los juegos en los que los intereses de los jugadores coinciden el conflicto se presenta en la coordinación entre los jugadores, siendo ésta el único problema existente (Ricart, 1988).

En el mundo en que vivimos hay una gran cantidad y variedad de situaciones de conflicto, por lo que el campo de aplicación de la teoría de juegos es muy amplio. Ejemplos típicos lo constituyen no sólo los juegos de mesa, sino también los conflictos militares, los modelos de evolución biológica, las campañas políticas, de publicidad o de comercialización (Fernández, 2005). En el ámbito empresarial se presenta una extensa lista de situaciones de competencia entre las empresas, entre las que se encuentran las guerras de precios

entre los competidores, la introducción de nuevos productos, pujas en contratos públicos, negociaciones con los sindicatos, etc. (Ricart, 1988).

Por lo tanto, la teoría de juegos estudia de manera formal y abstracta las decisiones óptimas que deben tomar diversos individuos en conflicto. Esta teoría se puede definir como el estudio de los modelos matemáticos que describen el conflicto y la cooperación entre entes inteligentes que toman decisiones (Fernández, 2005). Tales decisiones se consideran estratégicas, es decir, que los entes que participan en el juego actúan teniendo en cuenta las acciones que tomarían los demás. Resulta importante señalar que el objeto de estudio de la teoría de juegos es el análisis matemático de conflictos y la toma interactiva de decisiones; y que su principal objetivo no es estudiar los juegos de salón, aunque éstos se encuentran dentro de su dominio (Fernández, 2005).

Es por esto que la teoría de juegos se ha convertido en una herramienta de vital importancia para la teoría económica y ha contribuido a comprender de una forma más adecuada la conducta humana frente a la toma de decisiones.

Tabla N°1. Resumen de trabajos publicados sobre la aplicación de la teoría de juego a algunas áreas del conocimiento

Área del conocimiento	Trabajos publicados
Biología evolutiva	Vincent <i>et al.</i> (2011); Hammerstain y Leimar (2015); Zhu <i>et al.</i> (2016).
Ciencias de la computación	Butterfield y Pendegrift (2001); Cavusoglu <i>et al.</i> (2008); Kendall <i>et al.</i> (2016).
Tecnología energética y protección ambiental	Zhao <i>et al.</i> (2012); Aplak y Sogut (2013); Castillo y Dorao (2013); Chen <i>et al.</i> (2014); Soltani <i>et al.</i> (2016).
Gestión de proyectos	Yongshiet <i>et al.</i> (2011); San Cristóbal (2014); Bocková (2015); Bocková <i>et al.</i> (2015).

Otras aplicaciones de ingeniería	Hernández (2000); Hernández <i>et al.</i> (2002); Song y Panayides (2002); Ashby <i>et al.</i> (2004); Givigi y Schwart (2006); Annamdas y Rao (2009); Kaplinski y Tamasaitiene (2010).
Cadena de suministro	Leng y Parlar (2005); MahdariMazdeh y Karamouzian (2014).
Ciencias económicas	Saloner (1991); Gibbons (1997); Graetz (2002); Sadeghi y Zandieh, M. (2011); Nájera, S. (2016).

Fuente: elaboración propia.

La teoría de juegos y la gestión estratégica de organizaciones complejas

La teoría de juegos permite la interacción entre jugadores, rivales o competidores en el caso de una empresa, en la cual cada uno cuenta con estrategias o acciones que podría ejecutar y ellas implican una consecuencias o pagos cuyo objetivo es lograr un equilibrio, definido como el equilibrio de Nash en el cual las estrategias seleccionadas serán la mejor respuesta dado lo que decide el rival, cualquier cambio de estrategia implica empeorar su situación por lo que no hay incentivos para salir del equilibrio.

Si bien este equilibrio requiere de garantizar los supuestos de racionalidad, si analizamos el juego clásico del dilema del prisionero, como lo plantea Camerer (1991), la existencia de estrategias dominantes requiere de identificar la mejor estrategia sin depender de lo que haga el rival, para garantizar el equilibrio, con lo cual los jugadores pueden o no ser racionales. Plantear la racionalidad como una limitación para en el empleo de la teoría de juegos en la gestión estratégica no pareciera del todo cierto, más aún si concebimos el rol de cualquier gerente en las organizaciones, quien no solo toma

decisiones sino aconseja sobre la ruta a seguir, es allí donde la teoría de juegos a pesar de ser un modelo teórico con supuestos quizás bastante rígidos, podría emplearse para sugerir analíticamente esas alternativas de toma de decisión y la gestión estratégica.

Análisis y resultados

Los modelos de juegos podrían presentarse bajo contextos de cooperación o colusión, pero en la mayoría de los casos las empresas trabajan en escenarios no cooperativos, pues los acuerdos colusivos en la mayoría de las situaciones no representan equilibrios, por lo cual existirán incentivos para desplazarse a otra estrategia o para que alguno de los actores decida romper el acuerdo.

Partiendo de la idea de modelos no cooperativos, la teoría de juegos se emplea en el análisis de las formas de mercado para hallar el equilibrio especialmente en oligopolios, dada la característica interdependiente de las decisiones de las empresas en este contexto.

El oligopolio como forma de mercado a diferencia de la competencia perfecta, el monopolio o la competencia monopolística, no posee una forma de equilibrio ni un objetivo estratégico único, sino por el contrario abre la posibilidad de analizar diferentes objetivos o estrategias lo que permite el empleo de la teoría de juegos para contribuir a la búsqueda de ese equilibrio asociado con el objetivo definido.

Los mercados de competencia perfecta, monopolio o competencia monopolística desde el punto de vista de la teoría microeconómica plantea como objetivo único la maximización del beneficio, mediante la definición de una cantidad de producción, ya sea porque el precio está dado por el mercado o lo determinará la demanda a partir del nivel de producción de la empresa. De esta forma, este tipo de mercados no ven en la teoría de juegos una herramienta útil, sino por el contrario

basta con emplear modelos matemáticos de maximización de una función sujeta a una restricción.

El Oligopolio al ser una forma de mercado con un número de empresas reducidas, con productos en la mayoría de los casos diferenciados, puede optar por diferentes objetivos estratégicos que son abordados por modelos como el de Cournot o Stackelberg, en los casos de maximización de beneficio, colusión, participación de mercado, fijación de precios, cambios de empaques, entre otros. Cada uno trata de dar respuesta a la manera idónea de obtener un equilibrio con cada estrategia.

Para el caso de maximización de beneficio los modelos de Cournot y Stackelberg pueden ser representados a través de la teoría de juegos como juegos estáticos y dinámicos, respectivamente. En ambos casos, se emplea la premisa de la mayoría de los modelos económicos: la simplificación, y se trabaja con dos empresas lo que se conoce como duopolio (forma de mercado con dos oferentes).

Específicamente el modelo de Cournot tiene como objetivo maximizar el beneficio de dos empresas a través de la determinación de la cantidad de producción; bajo los supuestos iniciales, en el modelo las empresas son iguales, no poseen estructuras de costos, lo que implica que la optimización se logra con cantidades iguales y a los mismos precios dado que el producto es homogéneo y ambos competidores se enfrentan a una función de demanda única. La eliminación de alguno de estos supuestos no afecta ni del objetivo de maximización ni el proceso para hallar la solución del juego, únicamente afecta los resultados obtenidos.

La representación de este modelo empleando la teoría de juegos se realiza mediante un juego estático con información completa, por lo cual el equilibrio de Nash se logra con las cantidades que maximizan el beneficio simultáneamente no

teniendo ninguno de los dos competidores incentivos para producir otra cantidad.

Cada competidor dispone de una función de reacción que constituye la restricción del problema de maximización de la función de beneficio de manera que la intercepción de esas funciones da lugar al equilibrio del mercado. Cada función de reacción no solo depende de la cantidad producida por la empresa, sino depende además de lo producido por el competidor (interdependencia de las decisiones). Alguno de los competidores pudiera elegir otra cantidad que satisfaga su función de reacción, pero el competidor no estará maximizando su beneficio con lo cual no tendrá incentivos para producir otra cantidad distinta a la del equilibrio.

En el juego estático las decisiones se toman en el mismo momento y no existe ninguna otra alternativa mejor para los duopolistas que la planteada por la intercepción de sus funciones de reacción en las cuales se maximizan simultáneamente los beneficios y representa el equilibrio de Nash.

Si se modifican los supuestos y se trabaja con un líder y un seguidor, hablamos entonces del modelo de Stackelberg, que a diferencia de Cournot plantea una toma decisión secuencial y por tanto una representación dinámica del juego, en el cual se sabe que la función de reacción será empleada por el seguidor y el líder la utilizará para maximizar su beneficios, por tanto las cantidades halladas de esta forma serán las que maximizan el beneficio de ambos sin tener incentivos para producir en cualquier otro nivel.

De acuerdo a lo propuesto por Cerdá et al. (2004) “el modelo de duopolio de Stackelberg es un ejemplo de juego en dos etapas en el que los conjuntos de acciones son continuos”, que es resuelto mediante el método de inducción analizando primero la decisión del último jugador en caso que el primero lo dejara decidir.

Adicional a estos modelos de toma de decisiones, el mercado oligopólico por sus características permite diseñar juegos estáticos o dinámicos para analizar otros objetivos estratégicos diferentes, que tal como fue planteado inicialmente, podrían ser similares al ejemplo básico del dilema del prisionero en el cual dado que existen estrategias dominantes no se requiere de garantizar la racionalidad de los competidores, con lo cual la aparente limitación de la teoría de juegos en la gestión estratégica pierde validez.

Hay que considerar, además, que existen otros modelos propuestos en los cuales el mercado no es el objeto de estudio, como el de Leontief que, según Cerdá et al. (2004) analiza “la relación entre una empresa que tiene el poder exclusivo del nivel de empleo con un único sindicato que tiene el poder exclusivo sobre el nivel de los salarios”, que al igual que Stackelbergal ser un modelo dinámico se resuelve por inducción hacia atrás, no siendo su solución un óptimo de Pareto porque no representa los mayores pagos.

Son variadas las aplicaciones de este tipo, Sadeghi y Zandieh (2011) plantean, por ejemplo, un modelo de elección del portafolio óptimo de una firma a través de un modelo de teoría de juegos. En un ambiente extremadamente competitivo, las empresas requieren determinar el portafolio óptimo en una estrategia de supervivencia como parte de lo que se ha denominado la gestión de portafolio de productos (PPM en sus siglas en inglés). Esta gestión trata de resolver simultáneamente dos problemas, uno asociado a los segmentos de mercado y consumidores y otro vinculado a la producción y la minimización de los costos.

De esta forma el modelo propuesto por los autores es complejo en la medida que trata de satisfacer objetivos múltiples, bajo ambiente de incertidumbre, lo que lo convierte en “una herramienta de apoyo en un sistema de toma de decisión en la gestión de mercados” (Sadeghi y Zandieh, 2011).

Soner y Ziya (2013) proponen por su parte un modelo de teoría de juegos para la gestión de energía en el sector industrial, en el cual las decisiones del tipo de energía a emplear dependerán del mercado, de consideraciones ambientales, y de las industrias. Es así como el ambiente y las industrias son los competidores, en el primer caso las energías con menor impacto en términos de contaminación son las preferidas, mientras que en el segundo serán las que generan menores costos de producción.

Incluso la aplicación de la teoría de juegos ha sido planteada en la gestión de proyectos educativos, como lo proponen Bockovaet al. (2015) en su estudio para la República Checa. Consideran que un proyecto puede ser definido como un juego en el cual se maximizan ganancias o se minimizan pérdidas, pudiendo ser aplicado en la toma de decisiones a través de la negociación con los stakeholders, con empleados, proveedores o cualquier actor involucrado en el proceso o con el cual exista un conflicto de intereses.

Esta multiplicidad de aplicaciones sin lugar a dudas posiciona a la teoría de juegos como modelos matemáticos que contribuyen a la toma de decisiones y apoyan la gestión estratégica más aún si comprendemos la evolución que ha tenido el rol del administrador en las organizaciones y la concepción actual de la estrategia como toma de decisión. Tal como lo plantea Richardson (1994), el administrador evolucionó desde principios del siglo pasado, del actor clásico y tradicional enfocado en el desarrollo de las funciones básicas de planificar, organizar, controlar y dirigir, a un líder que anticipa crisis y toma y ejecuta las decisiones, motiva al personal, atiende el entorno, resuelve problemas, identifica oportunidades, es decir, gerencia estratégicamente.

La gestión estratégica requiere, por tanto, de pensar y planificar estratégicamente (Graetz, 2002), en el primer caso la innovación permite establecer nuevos retos y en el segundo

se emplean estos retos innovadores para diseñar o redefinir el plan de la organización.

En este contexto cuál es el rol que podría desempeñar la teoría de juegos, la respuesta pareciera estar asociada con la posibilidad de este tipo de modelos de sugerir una decisión en entornos de incertidumbre, con diferentes actores cuyas estrategias están interrelacionadas y cuyas consecuencias afectan definitivamente el logro de los objetivos estratégicos de cualquier organización.

Conclusiones

Del análisis de los resultados del trabajo realizado se puede concluir que la teoría de juegos contribuye a la toma de decisiones y se puede emplear como herramienta analítica para apoyar al gerente en su rol de líder de la organización compleja, no solo en lo referente a los mercados o a la manera idónea u óptima de competir, sino a la toma de decisión en cualquier ámbito, negociaciones con proveedores, con empleados, con el sector público, entre otros, en contextos de incertidumbre y en los cuales juegan simultáneamente distintos actores con diversos intereses, cada uno deseando maximizar su función objetivo y con ello obtener al menos su mejor estrategia dado lo que hace el resto de los jugadores.

Si bien es cierto que requiere de supuestos de racionalidad que no necesariamente se satisfacen o de jugadores que no podrían actuar del todo racional, los resultados obtenidos del análisis de las situaciones modeladas a través de la teoría de juegos permiten establecer una guía, una ruta, una recomendación al administrador y en muchos casos el equilibrio obtenido viene dado por estrategias dominantes con lo cual no es necesario validar los supuestos de racionalidad..

Referencias

- Aplak, H. S., & Sogut, M. Z. (2013). Game theory approach in decisional process of energy management for industrial sector. *Energy Conversion and Management*, 74, 70-80.
- Ashby, S., Chuan, S. H., & Hoffmann, R. (2004). Industry Self-Regulation: A Game-Theoretic Typology of Strategic Voluntary Compliance. *International Journal of the Economics of Business*, 11(1), 91-106.
- Bočková, K. H. (2015). What Game Theory and Poker can Teach us in Project Management. *Procedia Economics and Finance*, 34, 97-104.
- Bockova, K., Slavikova, G., & Gabrhel, J. (2015). Game Theory as a Tool of Project management. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 213, 709-715.
- Castillo, L., & Dorao, C. A. (2013). Decision-making in the oil and gas projects based on game theory: Conceptual process design. *Energy Conversion and Management*, 66, 48-55.
- Cavusoglu, H., Raghunathan, S., & Yue, W. T. (2008). Decision-theoretic and game-theoretic approaches to IT security investment. *Journal of Management Information Systems*, 25(2), 281-304.
- Cerdá, E., Pérez, J., & Jimeno, J. (2004). *Teoría de Juegos*. Madrid: Pearson Education, S.A.
- Cheng, S. L., Chang, C. T., & Jiang, D. (2014). A game-theory based optimization strategy to configure inter-plant heat integration schemes. *Chemical Engineering Science*, 118, 60-73.
- Fernández, F. (2005). *Teoría de juegos: análisis matemático de conflictos*. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 17 pp.
- Givigi Jr., S.N & Schwartz, H.M. (2006) A game theoretic approach to swarm robotics, *Applied Bionics and Biomechanics*, 3:3, 131-142.
- Graetz, F. (2002). Strategic thinking versus strategic planning: towards understanding the complementarities. *Management Decision*, Vol 40, N° 5, 456-462.
- Hammerstain y Leimar (2015); Hammerstein, P.; Leimar, O. *Evolutionary Game Theory in Biology*. En: *Handbook of*

- Game Theory with Economic Applications. Chapter 11. pp. 575-617.
- Hernandez, G., Seepersad, C. C., & Mistree, F. (2002). Designing for maintenance: a game theoretic approach. *Engineering Optimization*, 34(6), 561-577.
- Kendall, J. E., Kendall, K. E., & Germonprez, M. (2016). Game theory and open source contribution: Rationale behind corporate participation in open source software development. *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, 26(4), 323-343.
- Leng, M., & Parlar, M. (2005). Game theoretic applications in supply chain management: a review. *INFOR: Information Systems and Operational Research*, 43(3), 187-220.
- Mahdavi Mazdeh, M., & Karamouzian, A. (2014). Evaluating strategic issues in supply chain scheduling using game theory. *International Journal of Production Research*, 52(23), 7100-7113.
- Nájera, S. (2016). Teoría de Juegos y Gestión Estratégica. *INNOVA Research Journal*, Vol 1, 25-33.
- Ricart, J.E. (1988). Una Introducción a la Teoría de Juegos. IESE Business School, Universidad de Navarra. DI-138, 31 pp.
- Richardson, B. (1994). Comprehension approach to strategic management. *Management Decision*, Vol 32, N° 8, 27-41.
- Saloner, G. (1991). Modeling, Game Theory and Strategic Management. *Strategic Management Journal*, Vol 12, 119-136.
- Soltani, A., Sadiq, R., & Hewage, K. (2016). Selecting sustainable waste-to-energy technologies for municipal solid waste treatment: a game theory approach for group decision-making. *Journal of Cleaner Production*, 113, 388-399.
- Soner, H., & Ziya, M. (2013). Game theory approach in decisional process of energy management for industrial sector. *Energy Conversion and Management* 74, 70-80.
- Song, D. W., & Panayides, P. M. (2002). A conceptual application of cooperative game theory to liner shipping

- strategic alliances. *Maritime Policy & Management*, 29(3), 285-301.
- Vincent, T. L., Vincent, T. L., & Cohen, Y. (2011). Darwinian dynamics and evolutionary game theory. *Journal of Biological Dynamics*, 5(3), 215-226.
- Yongshi, P., Shufeng, X. I. E., & Shash, J. I. A. N. G. (2011). The application of nested-game theory in the public participation mechanism in the decision making of large engineering projects. *Systems Engineering Procedia*, 1, 142-146.
- Zhao, R., Neighbour, G., Han, J., McGuire, M., & Deutz, P. (2012). Using game theory to describe strategy selection for environmental risk and carbon emissions reduction in the green supply chain. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 25(6), 927-936.
- Zhu, X., Jiang, L., Ye, M., Sun, L., Gragnoli, C., & Wu, R. (2016). Integrating Evolutionary Game Theory into Mechanistic Genotype–Phenotype Mapping. *Trends in Genetics*, 32(5), 256-268..