

Editör

Dr. Mustafa DEMİRBİLEK

YAŞAM BİLİMLERİNDE MÜHENDİSLİK ÇÖZÜMLER



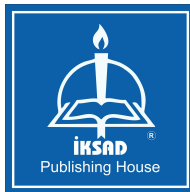
YAŞAM BİLİMLERİNDE MÜHENDİSLİK ÇÖZÜMLER

EDİTÖR

Dr. Mustafa DEMİRBİLEK

YAZARLAR

Dr. Mustafa DEMİRBİLEK
Arş. Gör. Pelin YAPICIOĞLU
Prof. Dr. M. İrfan YEŞİLNACAR
Rukiye ÇOLAK ŞAŞMAZER
Prof. Dr. Mihriban KORUKLUOĞLU
Arş. Gör. Sena KUMCU
Dr. Öğr. Üyesi Bahar ÖZYÖRÜK
Arş. Gör. Pelin SARICIOĞLU
Doç. Dr. İdil AYÇAM
Dr. Öğr. Üyesi Rozelin AYDIN
Maide DEMİRBAŞ



Copyright © 2020 by iksad publishing house

All rights reserved.

No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses permitted by copyright law.

Institution of Economic Development and Social Researches Publications® (The Licence Number of Pubicator: 2014/31220)

TURKEY

TR: +90 342 606 06 75

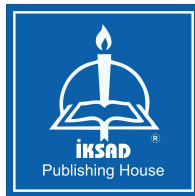
e mail: uluslararasikitap@gmail.com

www.iksad.net

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules. Iksad Publications – 2020©

ISBN: 978-625-7914-33-8

March / 2020 Ankara / Turkey



İÇİNDEKİLER

Editörden

Önsözi

Bölüm 1

AN ADAPTIVE INOCULATION STRATEGY FOR A POSSIBLE PANDEMIC

Assistant Professor, Mustafa DEMİRBİLEK.....Sayfa 1

Bölüm 2

*HAREKETLİ CEPHELERİN İKLİMLE UYUMLU YAPI TASARIM
KRİTERLERİ BAĞLAMINDA İNCELENMESİ*

Arş.Gör. Pelin Sarıcıoğlu

Doç.Dr.İdil Ayçam.....Sayfa 11

Bölüm 3

*BİYOENERJİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ: GENEL
BAKIŞ*

Arş.Gör.Pelin YAPICIOĞLU

Prof.Dr.M. İrfan YEŞİLNACAR.....Sayfa40

Bölüm 4

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE SUYUN GÜVENLİĞİ: ADANA ÖRNEĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Rozelin AYDIN

Maide DEMİRBAŞ.....Sayfa 56

Bölüm 5

GIDALARDA NANOTEKNOLOJİ UYGULAMALARI

Rukiye ÇOLAK ŞAŞMAZER

(Ürün Geliştirme ve Kalite Yöneticisi)

Prof. Dr. Mihriban KORUKLUOĞLU.....Sayfa 79

Bölüm 6

SAĞLIK KURULUŞLARI İÇİN TEDARİKÇİ SEÇİMİ KRİTERLERİ

Arş.Gör.Sena KUMCU

Dr. Öğr. Üyesi Bahar ÖZYÖRÜK.....Sayfa 90

BÖLÜM1

AN ADAPTIVE INOCULATION STRATEGY FOR A POSSIBLE PANDEMIC

Assistant Professor, Mustafa DEMİRBİLEK

AN ADAPTIVE INOCULATION STRATEGY FOR A POSSIBLE PANDEMIC

Mustafa DEMİRBİLEK

*Assistant Professor, Gaziantep Islam Science and Technology University,
Faculty of Engineering and Natural Sciences
Department of Industrial Engineering*

1. INTRODUCTION

Influenza is one of contagious diseases to affect human beings for centuries. Epidemics occur year by year while pandemics appear irregularly and cause high number of deaths and hospitalizations. For example, 1918 Spanish Flu, the worst infectious disease outbreak in the last century, caused deaths between 20 and 50 million, more than casualties during WW1 [1]. If a Spanish Flu-like pandemic occurred today, it is expected to 10 million hospitalizations and 1.9 million deaths [2].

Although there are some mitigation strategies such as school closure, antiviral agents, quarantine procedure, etc. to be able to prevent spread of influenza epidemic or pandemic, the most effective way is to immunize societies by vaccination [3]. One challenge is that influenza virus strain is changing constantly and, therefore, producing/stocking a large quantity of shots for next epidemics or pandemics is useless. Thus, manufacturers have a limited amount of time to produce vaccines as soon as the new influenza strain is detected. For instance, it takes around three months to introduce new vaccines for 2009 H1N1 influenza pandemic in US after

the decision of which strains are included in shots [4]. It is certain that many developing and undeveloped countries that mainly import vaccines experience on long delays and shortages during a future pandemic. Therefore, considering potential delays on supplies and distributions of influenza vaccines is quite important when deciding vaccine allocation strategies.

Another challenge is how to allocate a limited number of vaccines among a population. Since the contact rate, disease transmission probability, mortality and hospitalization rates vary on ages of people, the distribution of vaccines to different age and risk groups in a society is very important factor to affect the number of infected/deaths, cost, and years of life lost. While some studies recommend to vaccinate people in high risk groups such as elderly and infants, others suggest that age groups with higher contact rates are vaccinated priority to be able to decrease overall disease burden [5].

Beside considering two challenges above, the main contribution of this study is to develop a new algorithm that can project the attack rate of each age group for the next week based on previous the number of infected, susceptible, deaths, other factors such as contact rates, disease transmission probabilities, etc. when distributing weekly vaccines. In other words, our algorithm predicts attack rates for each age group in a week time horizon and allocates weekly vaccines according to these attack rates at the beginning of that week. Therefore, we decide which age group/groups get how many vaccines every week till the distribution horizon ends instead of making the allocation decision just once at the beginning of a pandemic. Although there are some studies [4][6][7][8] considering several vaccination strategies in the literature, they approached to the problem in the static way where the number of incidents are not taken into consideration when allocating available shots.

2. SIMULATION and PROPOSED METHOD

2.1. Deterministic Compartmental Model

Compartmental models are methods for the mathematical modelling of infectious diseases. Each compartment represents a division of the population and individuals in a compartment show similar characteristics. In each time interval, a number of people move to the next compartment with corresponding rates. The main assumption of this model is that people in each compartment mix uniformly and randomly with each other. Although individuals contact with a limited number of people in restricted environments in real life, this assumption enables to model infectious diseases over large scale populations quickly as well as predictively [9].

The simplest compartmental model, SIR (Susceptible-Infectious-Recovered), is used in this study. In order to track the influenza-related epidemiological conditions of people, the population is divided into five age groups, preschool children (0–4), school children (5–19), young adults (20–49), adults (50–64), seniors (65+). Each age group $a \in G$ covers people in four compartments: susceptible (S), infected (I), recovered (R), and dead (D). Total number of people in the population is represented by N and $\sum a \in G N_a = N$. Individuals in each age group start in the susceptible compartment except initial infected people to start a pandemic. Only susceptible people can be vaccinated and we assume that the vaccination is 100% effective. Vaccinated people are assumed to be recovered and move to the recovered compartment. Unvaccinated people in each age group contact with other people in all age groups daily during the pandemic according to prespecified daily contact rates derived from the study of Mossong et al. [10]. The end of each day, the incidence rate of new infections in age group a caused by infectious people in age group b , denoted by $\lambda_{a,b}$ is given by:

$$\lambda_{a,b} = \frac{p_b c_{a,b} I_b}{N_b}$$

where p_b represents the transmission rate of infectious people in age group b given a single contact with a susceptible person. $C_{a,b}$ is the daily contact rate between individuals in group a and individuals in group b . I_b and N_b donate the number of infected and total number of people in age group b , respectively. The overall incidence rate of individuals in age group a is equal to

$$\sum_{b \in G} \lambda_{a,b} = \lambda_a$$

The following system of equations for unvaccinated individuals is obtained:

$$\frac{dS_a}{dt} = -\lambda_a S_a \quad a \in G$$

$$\frac{dI_a}{dt} = \lambda_a S_a - I_a \beta - I_a \rho_a \quad a \in G$$

$$\frac{dR_a}{dt} = I_a \beta \quad a \in G$$

$$\frac{dD_a}{dt} = I_a \rho_a \quad a \in G$$

β is the recovery rate and equals 1/recovery period. ρ_a is the death rate of a person in age group a .

Table 1. The Daily Contact Rates between Age Group a and Age Group b ($C_{a,b}$)

	0-4	5-19	20-49	50-64	65+
0-4	1.92	1.30	1.57	0.76	0.39
5-19	0.58	8.72	2.16	1.09	0.85
20-49	0.67	2.28	3.33	2.29	1.10
50-64	0.30	0.91	1.66	2.38	1.69
65+	0.12	0.45	0.94	1.48	1.93

2.2. Simulation Settings and Calibration

The SIR model has no analytical solution, but we can conduct numerical simulation for the approximate solution. We consider 120-day-pandemic period and the peak of the pandemic falls into the middle of the period. Attack rates under no-vaccination scenario are calibrated according to attack rates of 1918 Spanish Flu [11]. Table 2 represents attack rates of 1918 Spanish Flu and our model. 2010 US census data is taken into consideration to determine percentages of each age group in a population as given Table 2.

Table 2. Simulation Parameters

	0-4	5-19	20-49	50-64	65+
Attack rates of Spanish Flu (%)	33.7	37.2	28.7	16.2	11.8
Calibrated attack rates (%)	33.8	37.2	26.2	16.7	12.2
Death rates	0.0049	0.002	0.0056	0.0038	0.001
Proportion of each group (%)	6.8	20.3	41.1	18.8	13
Population (million)			1		
Initial number of infectious			10		
Recovery Period (day)			6		

We tested our approach against randomly vaccine delivery scenario. In this scenario, available weekly number of shots are delivered equally likely to each age group without considering any condition about both age groups and disease dynamics.

2.3. Adaptive Delivery Method

Proposed approach is simply a simulation procedure. In each decision point, at the beginning of each week during a given delivery horizon, the approach runs a simulation for a week time mimicking spread of the disease for next week. Next, attack rate of each age group is evaluated.

The approach delivers weekly available vaccines to the age group which has the highest attack rate in the simulation. If the number of shots is greater than the number of people in the age group, the remaining shots are delivered randomly among the remaining age groups. This procedure is repeated until all available vaccines are consumed.

Both the numerical simulation and proposed method are coded with the python programming language.

3. RESULTS and DISCUSSION

Table 3, 4 and 5 represent results of three scenarios under three coverage levels, 10%, 20%, and 30% of the population. Baseline scenario demonstrates the situation where no vaccine is delivered. First, no matter what vaccination strategy is applied, it makes huge differences on incident rates. For example, the random delivery strategy decreases total number of infected people and deaths by around 62%, 88%, and 96% under 10%, 20%, and 30% coverage levels respectively. These results show how important vaccination is to decrease incidents during a possible pandemic.

Table 3. Incidents and Vaccine Delivery under 10% Coverage Level

Scenarios	Total Infected	Deaths	0-4	5-19	20-49	50-64	65+
Baseline	251,482	5,843	0	0	0	0	0
Random	95,716	2,224	20,044	20,007	19,796	20,010	20,139
Adaptive	27,720	698	0	100,000	0	0	0

As shown in Table 3, the proposed strategy, called as “Adaptive”, delivered all shots to people aged between 5 and 19. This policy decreased the number of infected individuals by 71% compared to the random delivery strategy under 10% coverage level. Our method

delivered around 67% of all available shots to people aged between 5 and 19 again and the remaining were delivered to individuals aged between 0 and 4 under 20% coverage level. The number of infected people were declined by around 82% in this condition. Finally, under 30% coverage level, 50% of vaccines were delivered to school-age children. Two-thirds of remaining vaccines were provided for people aged between 20 and 49 while one-third was delivered to individuals in age group 0-4. In this scenario, the number of incidents went down by around 79% compared to the random delivery policy.

Table 4. Incidents and Vaccine Delivery under 20% Coverage Level

Scenarios	Total Infected	Deaths	0-4	5-19	20-49	50-64	65+
Baseline	251,482	5,843	0	0	0	0	0
Random	31,392	733	40,016	39,869	39,646	40,127	40,340
Adaptive	5,840	151	66,666	133,334	0	0	0

As can be seen in results, adaptive vaccine delivery strategy significantly decreased incidents compared to the random delivery strategy under all coverage levels. It mainly delivered available weekly vaccines to school-age children (age group 5-19) since contact rates in this age group were relatively high as in Table 1; therefore, immunizing people in this age group saved more people from spreading disease.

Table 5. Incidents and Vaccine Delivery under 30% Coverage Level

Scenarios	Total Infected	Deaths	0-4	5-19	20-49	50-64	65+
Baseline	251,482	5,843	0	0	0	0	0
Random	10,283	243	60,022	59,969	59,565	60,190	60,254
Adaptive	2,204	55	50,000	150,000	100,000	0	0

4. CONCLUSION

In this study, a new vaccine delivery strategy to minimize the number of incidents during an influenza pandemic or epidemic is proposed. The main rationale behind the method is to deliver weekly available vaccines by considering attack rates based on weekly simulations and past data related to incidents. The proposed methodology is tested under three coverage levels. Results show that the method significantly decreases the number of infected and death people compared to the random delivery strategy which allocates available shots equally likely to all age groups.

5. REFERENCES

- [1] The Lancet Infectious Diseases, “How to be ready for the next influenza pandemic,” *Lancet Infect. Dis.*, vol. 18, no. 7, p. 697, 2018.
- [2] J. Glasser *et al.*, “Evaluation of targeted influenza vaccination strategies via population modeling,” *PLoS One*, vol. 5, no. 9, pp. 1–8, 2010.
- [3] R. B. Couch, “Measures for control of influenza,” *Pharmacoeconomics*, vol. 16, no. SUPPL. 1, pp. 41–46, 1999.
- [4] E. Shim, “Prioritization of delayed vaccination for pandemic influenza,” *Math. Biosci. Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 95–112, 2011.
- [5] A. P. Galvani, T. C. Reluga, and G. B. Chapman, “Long-standing influenza vaccination policy is in accord with individual self-interest but not with the utilitarian optimum,” *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, vol. 104, no. 13, pp. 5692–5697, 2007.
- [6] A. R. Tuite, D. N. Fisman, J. C. Kwong, and A. L. Greer, “Optimal pandemic influenza vaccine allocation strategies for the Canadian population,” *PLoS One*, vol. 5, no. 5, 2010.
- [7] D. H. Knipl and G. Röst, “Modelling the strategies for age specific vaccination scheduling during influenza pandemic outbreaks,” *Math. Biosci. Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 123–139, 2011.

- [8] J. M. Conway *et al.*, “Vaccination against 2009 pandemic H1N1 in a population dynamical model of Vancouver, Canada: Timing is everything,” *BMC Public Health*, vol. 11, no. September 2009, pp. 1–14, 2011.
- [9] H. W. Hethcote, “The mathematical models of diseases,” vol. 42, no. 4, pp. 599–653, 2000.
- [10] J. Mossong *et al.*, “Social contacts and mixing patterns relevant to the spread of infectious diseases,” *PLoS Med.*, vol. 5, no. 3, pp. 0381–0391, 2008.
- [11] W. P. Glezen, “Emerging infections: Pandemic influenza,” *Epidemiol. Rev.*, vol. 18, no. 1, pp. 64–76, 1996.

BÖLÜM2

HAREKETLİ CEPHELERİN İKLİMLE UYUMLU YAPI TASARIM KRİTERLERİ BAĞLAMINDA İNCELENMESİ

**Arş.Gör. Pelin Sarıcıoğlu
Doç.Dr.İdil Ayçam**

HAREKETLİ CEPHELERİN İKLİMLE UYUMLU YAPI TASARIM KRİTERLERİ BAĞLAMINDA İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF MOVING FACADES IN TERMS OF CLIMATE-BASED BUILDING DESIGN CRITERIA

Arş.Gör. Pelin Sarıcioğlu

Doç.Dr.İdil Ayçam

Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi

INTRODUCTION

Use of fossil fuel, environmental pollution and populational increase, all of which have reached to a higher level following the Industrial Revolution, resulted in the rapid consumption of natural resources and caused people to search for new architectural solutions. Therefore, one of the important problems of the modern times is the concerns of leaving a livable environment to future generations and maintaining the environmental quality. Accordingly, one of the designing approaches that aim to fulfill these goals, that is environmentally friendly, that does not consume the natural resources, and that focuses on passive designing principles is climate-based building designing, which is not a new concept. Climate-based building designing aims to design energy-efficient buildings benefiting from the local climatic effects at the optimum rate. This designing approach is based on providing solutions that will enable people to use the positive aspects of climate and to avoid its negative sides by using the climatic qualities in the designing phase as the data. Climate-based building designing helps form a sustainable environment and keep user comfort at the desired level. This designing form is

conducted in accordance with certain relevant parameters (location, direction and positioning of building, wind and daylight control). Traditional examples in this regard indicate that conditions of every region are considered in designs. In brief, designers have attributed particular importance to creating designs while observing the climatic conditions throughout the history of architecture and designing. The designs that ensure comfort conditions based on the climatic conditions (hot, dry, cold, warm) have been employed for traditional buildings. Climatic designing is a way of reducing the use of energy in a building (Sojoudihassanlouei, 2019). Accordingly, one of the innovative designing approaches aiming to reduce energy use and implementing effective control against the climatic conditions is moving, dynamic and kinetic architectural designing approach. Optimum indoor conditions are ensured based on the outdoor conditions and through moving elements in kinetic architecture (windows, walls, roof, the building itself). Moreover, designing targets including energy save, electricity generation, daylight and wind control, visual transformation and aesthetics are also fulfilled. Facades are one of the areas of practice in this regard as they are the building components where energy is gained or lost the most. In brief, moving facades materialize the paradox of combining the complementary aspects of passive designing with active technology, and they provide a high potential for reducing energy demand for spatial illumination and conditioning (Loonen et al., 2013). In this study, analyses were performed on three samples in regard to the climate-based designing parameters covering the moving facades of buildings. Moreover, changes and transformations on facades were reflected through the developing technology and inter-disciplinary field information, and reflections in the traditional and modern designs were interpreted based on the parameters impacting facade designs.

1. CLIMATE-BASED BUILDING DESIGNING

Climate-based building designing is not a new concept. The best examples in this regard can be seen in the types of traditional buildings that have been constructed for centuries. These buildings focus on user comfort, use local materials and obtain their main references from climate, and they are the explanative examples of climate-based building designing. For instance, the traditional building pattern in Abu Dhabi consists of adobe buildings from nineteenth century (Schittich, 2003).

Buildings such as Al-Jahili Castle in Al-Ain as displayed in **Picture 1.1.a** have protective outer walls covering a vegetative inner yard where there are watch towers on the corners. Walls do not require intense cleaning as they have the colors of sand and dust around. Fabric curtains and “Mashrabia” (wooden cage shading elements) are used in Middle Eastern countries to prevent direct sunlight and keep the indoors cool in environments affected by desert temperature. Houses with conical domes in Harran, as seen in **Picture 1.1.b**, provide a cool indoor environment in summer and warm environment in winter. The gaps on top of these domes prevent the light and air into the room and serve as a chimney. Regarding the Mediterranean houses in **Picture 1.1.c**, similar typologies can be found in Greece, Italy, Spain and South France, and the main principle in creating the forms is the resistance of buildings against the climatic conditions.



Picture 1. 1.a, b, c. Al-Jahili Castle in Al-Ain, Houses with Domes and Mediterranean Houses (URL 1)

Elements forming climate and their qualities should be known and the aspects to be considered in specific climate types should be observed to provide solutions based on climatic characteristics in climate-based building designing (URL 2).

Climate-based designing criteria can be divided into three as building-related parameters, climate-related parameters and facade-related parameters.

-Climate-related parameters

Climate is defined as “the weather conditions affecting a broad area and existing for a long time without any major changes”(Skinner,2011).

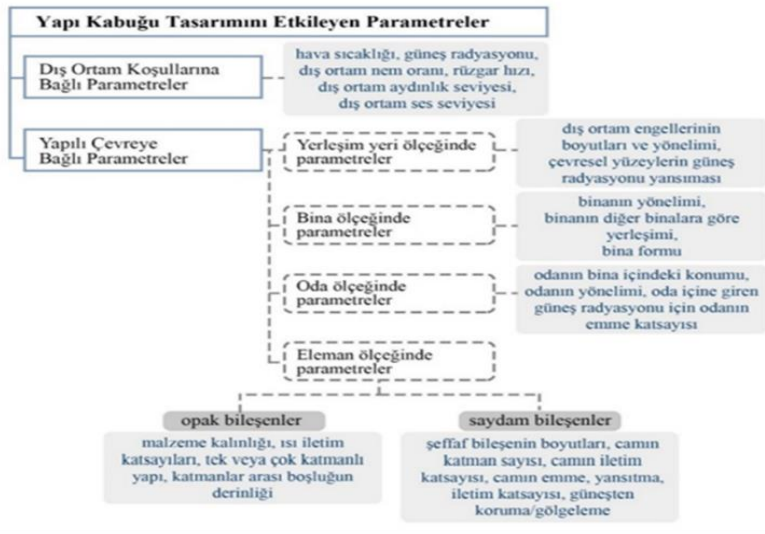
Climate-related parameters are related to the characteristic of the elements forming the climate that impacts the building designing. Climatic elements of a region determine the climatic form of that region. All relevant elements should be defined to understand the climatic type of the region (Yücer, 2015).

Climatic elements reflecting the local micro-climatic and climatic characteristics are mainly solar radiations, air humidity, wind or air movement, and natural results in this regard. Climatic requirements, on the other hand, consist of certain concepts such as solar radiation, wind movement, air temperature, air moisture and photo-radiation, all of which are important for ensuring user comfort (Engin, 2012).

Values of climatic elements obtained in accordance with the atmospheric conditions are used in designing, and the target here is to balance the indoor conditions based on the values of external climatic elements. Designing variables should have the appropriate values to ensure climatic comfort in indoor environment covered by any facade of building while needing additional energy systems at the lowest degree (Manioğlu, 2010).

-Facade-related designing parameters

Facade construction has been affected by building-related details, technological developments, structure, construction methods, mechanical systems and material-related sciences, and it has targeted maintaining human health and ensuring comfort conditions (IEA, 2009). The primary role of building envelope is to provide protection against wind, rain and solar radiation.



Picture 1.2. Parameters impacting the design of building envelope (Oral; Yener; Bayazit, 2004)

In addition to the outdoor- and building-related parameters affecting the energy-efficient design of facades, facade-related parameters is regarded to consist of facade location, position of facade compared to the other facades (building gaps), direction of facade, form of facade, characteristics of facade envelope, structure of ventilation on the facade, and solar control performed on the facade (Manioğlu; Oral, 2010) (Picture 1.2).

-Location of facade: Effectivity of climatic elements changes based on the topographic structure. Terrain components should be selected first to meet climatic requirements in a manner to benefit from climatic effects based on climatic characteristics at the optimum rate for the climatic regions within the climate-based designing process. What should be observed in this selection consists of parameters such as the direction, elevation, location and cover of these components.

Values regarding these parameters are determined based on the climatic conditions and needs seen in the regions in this regard, and the most suitable locations are defined for residence (Manioğlu; Oral, 2010) .

-Location of facade compared to other facades of the same building: Solar and wind elements can be obstacles based on the locations of facades, distances between buildings, and heights in this regard. Thus, the distances between the buildings and facades should be determined while maintaining the solar gains on facades and beneficial wind effects to benefit from thermal functions of solar radiations and avoid the harmful effects of wind.

-Direction and form of facade: The warming effect of solar radiations and cooling impact of wind change based on the facade direction due to these climatic elements' characteristic of changing in regard to the direction. Direction of facade is important as it affects the rate of benefiting from the solar radiations. Form of facade affects the variables such as external surface of the building and rates between the facade and roof surfaces. Facade form can be defined with geometric variables such as facade height and elevation, and roof elevation and form. As the heat rate gained or lost through the facades is quite high for the total heat loss and gain of the building, direction and form combinations of facades should be structured in accordance with the appropriate climatic conditions.

-Characteristics of facade envelope: Building envelope is defined with thermo-physical characteristics such as absorption, permeability and reflection of solar radiations by facade envelope or total heat transfer

coefficient, time-transfer ratio, amplitude reducing factor and transparency rate. Factors such as climatic condition of the indoor environment and heat loss vary based on the gains or losses through the outer facade. Characteristics regarding the outer facade envelope are the variables controlled by the designer. These parameters should be selected in accordance with the climatic zone.

-Natural ventilation structure on the facade: Ensuring that the building is naturally ventilated through the suitable gaps on the facades is highly important for user comfort and health. Sizes and locations of facade gaps particularly formed in warm and humid climatic zones have a primary role in ensuring indoor comfort conditions.

-Solar control performed on the facade: Solar control elements are used on facades in periods when solar radiations are not desired for overheating. These measurements can be employed through the elements added to the facade or through the natural pattern of facade envelope. These elements directly impact the appearance of facade and vary based on climatic characteristics (Manioğlu; Oral, 2010).

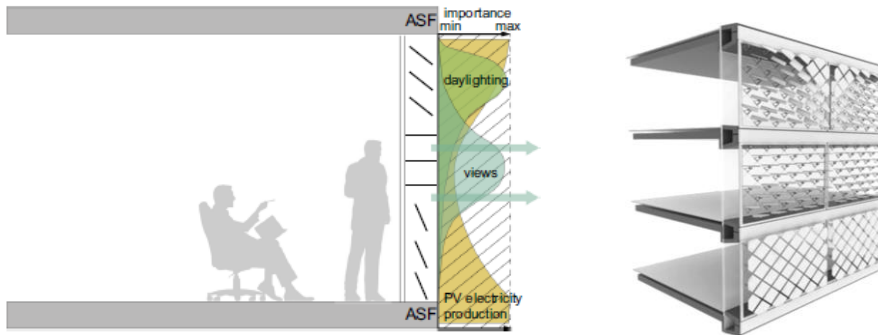
2. MOVING (KINETIC) FACADES AND THEIR CHARACTERISTICS

The concept of responsive architecture was first used by Negroponte in 1970 (Negroponte, 1970). The concept of adaptation is generally regarded to be a term of biology (creatures' adaptation to changing environmental conditions), and its architectural version is based on the following statement: 'responding to the external stimulants and constructional elements (envelope, structure etc.) received through integrated sensors and assessed through computers with integrated movement mechanisms' (Orhon, 2012). The concept of "Smart and dynamic building envelope" has emerged accordingly. In other words, the first designing criterion to be observed is to determine the regional climate to ensure that moving, dynamic and smart facades fulfill the desired energy efficiency targets which is also called the capacity to "transform into an optimal structure against the changing physical impacts". These facades totally tune themselves against the environmental conditions and give the appropriate response. Such a building envelope was first used in Institut du Monde Arabe which was designed by Jean Nouvel and constructed in Paris between 1981 and 1987 (**Picture 2.1**) (Bilgiç, 2002).



Picture 2.1. Moving facade of Institut du Monde Arabe (Orhon, 2012) (URL 3).

From an architectural perspective, a building facade is the public face of a building and thus has a great impact on the ideas toward the building. From an energy-related perspective, it serves as a buffer or bridge between the indoor and outdoor environments (**Picture 2.2**).



Picture 2.2. The effectivity of facade between the indoor and outdoor environments (Nagby, 2016).

Moving facades reflect the initial phase of a sustainable constructional elements. However, as noted by Velasco et al. (2015), better environmental performance from building stock, recent technological advancements in calculators and other electronic instruments used in controlling activities, and developments in construction and manufacturing sectors increased the interaction between architecture and other disciplines, and accelerated data exchange between certain fields such as mechanics, electric and electronics and mechatronics. Considering such data transfer and architectural developments, it is fair to state that the kinetic structure as a new field open that is for development is a new conception and designing input in the phase of development. Kinetic architecture mainly responds to the environmental impacts through the smart systems and serves as an inter-disciplinary field aiming to create

optimum conditions for users. Kinetic architecture is defined as the technology of required elements that are present on pressure sources, that can adapt to the impactful changes, that can create solutions by assessing these impacts, and that can reflect this process as an effective aspect. Kinetic architecture indicates adaptation to the environment and contains the architectural content of changing needs (Zuk, 1970).

As a result of integrating kinetic building and building elements to designing process, creating designs that are more flexible, that are transformable and that can be adapted to the pre-determined targets becomes possible (Saricioğlu et al., 2019). Dynamic facades visualize the changeable aspects of environment and have the potential to contributing to the architectural style of a building. Besides, with its (active or passive) components, a moving facade is a complicated product that adapts itself to its environment or to the changes created by the indoor area. Moving facades is integral to the buildings and thus cannot be regarded separate from other project factors (Nagby, 2016). In other words, adaptable facades can provide controllable isolation and thermal mass, radiant thermal change, ventilation, energy harvest, illumination through sunlight, shading or humidity control. In addition, regarding nZEB within which buildings should be interactive for zero energy and smart city concepts, these facades can play a significant role in ensuring the operational flexibility needed to prevent or reduce disharmony (Aelenei et al., 2016).

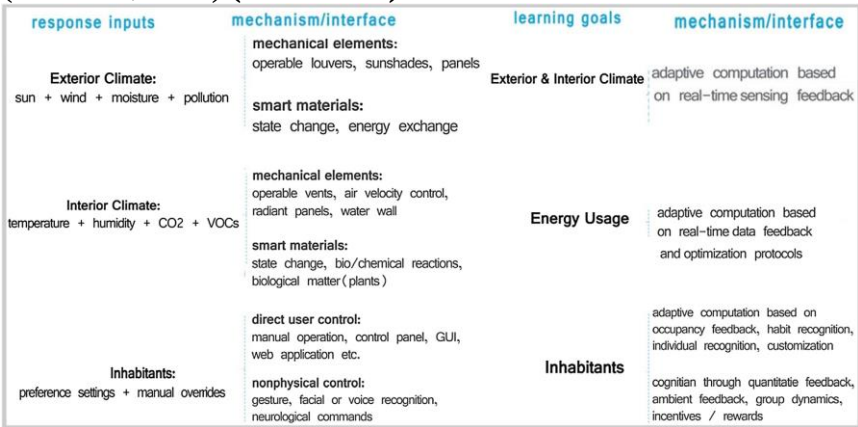
Kinetic architecture is a broad field assessed with different system typologies and construction forms. However, it is important to form a relationship between movement, constructional system and relevant purposes in this broad field. Accordingly, knowing the purposes in using moving facades in architecture is of great importance.

2.1. Intended use of moving facades

Use of kinetic systems in facade designing has increased in line with the purpose of constructing a more energy-efficient building. These dynamic systems help architects achieve solar control, natural ventilation, illumination through sunlight, connection with outdoor spaces, thermal control, humidity control and more (URL 4).

As a result of the integration between building or constructional elements and designing, creating designs that are more flexible, that are transformable and that can be adapted to the pre-determined targets becomes possible. Moving elements in kinetic architecture can be

the constructional elements (roof, wall or door) forming the building, or they can be the masses or the building itself. Kinetic architecture is reviewed within the field of kinetics from the dynamics sub-branch of the mechanics of rigid objects under the field of mechanics. Kinetic architecture indicates moving architecture but power reserves and power transfer instruments are needed to perform this movement on mechanisms (Korkmaz, 2001) **(Picture 2.3).**



Picture 2.3. Responsive facade system and mechanisms (Shahin, 2019).

Intended use of movement in kinetic architecture may be based on physical, functional and experience-related reasons. Accordingly, based on the purpose of use, kinetic systems can be classified as functional change-flexibility, physical environment control, energy efficiency, and visual transformation-aesthetic purpose. The main target in this classification is to form the reasons for using kinetic systems.

Functional flexibility

In brief, the main reasons for the need for flexibility are the deficiency of data in designing process, user needs and changing relationships between technology and buildings. The purpose in functional flexibility is to meet the future spatial and functional needs without touching the carrier system of the building. Users may assign functions to buildings based on their desires. Such transition is possible with the materials to be used within the space.

Physical environment control

Kinetic architecture becomes possible through the integration of relevant elements to buildings or building movement and physical environment control. This control can be classified as solar light control, wind control, solar radiations, ventilation, and energy generation (İnan, 2014). A kinetic facade can be used to direct the light, air, energy or even relevant information. In addition to reducing the solar gains, it can permit fresh air

flow through the building and help change the indoor environment. Moving elements of facades can be programmed to meet the climatic or other environmental factors, or needs related to time, relevant levels and occupational forms, thus increasing the performance and efficiency (URL 5). Designers have been increasingly assessing the kinetic components as designing solutions along with the advancements in sensors, materials and building management.

Visual transformation-aesthetic purpose

A study conducted in Texas University classified building envelopes based on three qualities; adaptation to climatic data, contribution to architectural aesthetics and use of natural resources (Başaran, 2015). What is meant by contribution to architectural aesthetics is the visual impact and dynamism traces left on people. Kinetic architecture performs the sliding, rotating and folding movements of elements and ensures visual transformation, providing positive contributions to the buildings and environment in a public sense.

- Moving facade examples

The examples selected in this study were constructed in the twenty first century in line with the concepts of facade location, position of facade compared to other building facades, direction and form of facade, qualities of building envelope, natural ventilation, use of wind, and control of solar radiation. Moreover, the buildings that also serve as references for the traditional pattern/buildings and constructional elements of their locations were also reviewed.

- Example 1: Al-Bahr, Abu Dhabi Towers

Abu Dhabi towers are some of the most well-known examples of moving facades. They won Council on Tall Buildings and Urban Habitat (CTBUH) Innovation Award in 2012 CTBUH Awards and became the finalist in the competition selecting the best and tallest building of Middle East and Africa.

The twin towers with a height of 150 meters reflected in **Picture 2.4**'de are located in Abu Dhabi, United Arab Emirates. These towards capture attention with some of their performance-based designing qualities such as the fluid form, comb-inspired appearance and automatic solar curtains. This system kinetically responds to solar movements and provides different identities to buildings (Karanouh et al., 2015).



Picture 2.4. Al-Bahr towers in Abu Dhabi (URL 6)

-Facade location; These towers are located in a dry and hot climatic zone where the temperature reaches 49°C while humidity rate reaches 100% in summer months (**Picture 2.4**).

-Location of facade compared to other facades of the same building;

There are no buildings nearby as the building is at a location where desert climate is dominant. Moreover, there are moving elements called “Mashrabiya” at the points on the facades which are exposed to solar light, and the facades on the other direction face the road.

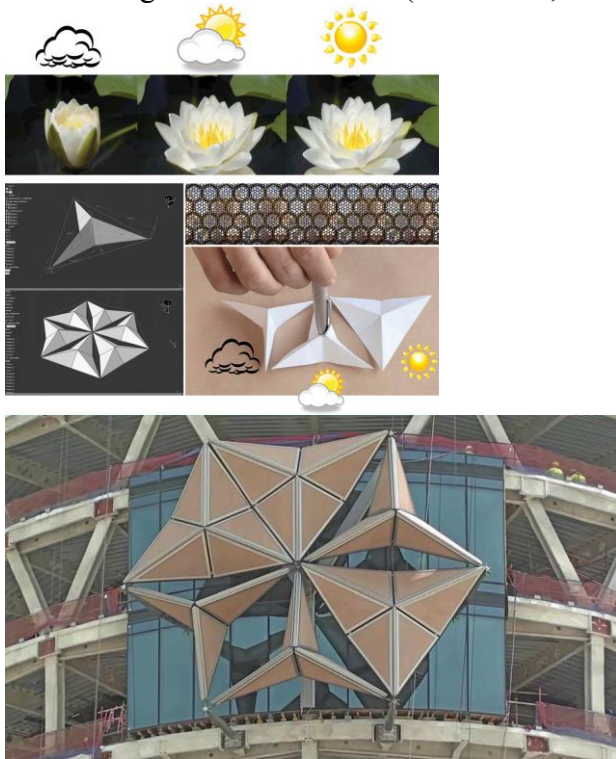


Picture 2.5. Al Bahr towers and traditional building characteristics in the region

-Direction and form of facade; The architectural tradition of the country consists of adobe buildings from the nineteenth century. Buildings such as Al-Jahili Castle in Al-Ain as displayed in **Picture 2.5** have protective outer walls covering a vegetative inner yard where there are watch towers on the corners. The shapes of these towers are not perfect extrusions but they have a cocoon-looking form. The reason for this is that adobe is less robust than stone and that towers have a broader construction form in their lower parts. Walls do not require intense cleaning as they have the colors of sand and dust around. Fabric curtains and “Mashrabia” (wooden cage shading elements) are used in Middle Eastern countries to prevent

direct sunlight and keep the indoors cool in environments affected by desert temperature (Karanouh et al., 2015) (**Picture 2.6**).

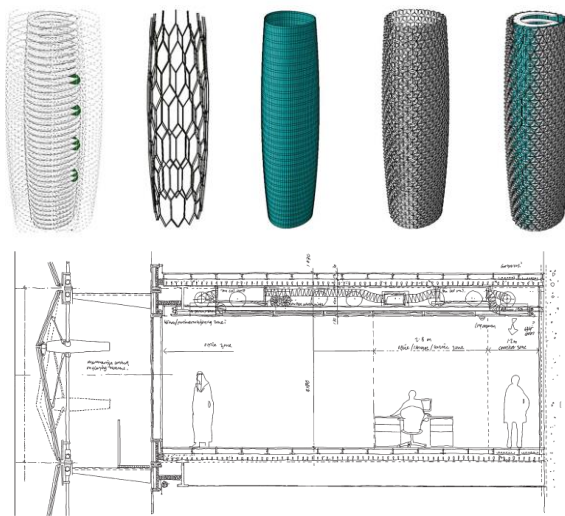
Along with the principles and geometrical composition of “Mashrabia” which reduces solar gain while ensuring privacy as a specific regional architectural element for facade designing, plants that adapt themselves to solar positions and changing climatic conditions, and the paper folding art called “origami” were all used (Altın et al., 2014).



Picture 2.6. Inspiration regarding the principle of adaptation to solar positions on Al Bahr facades (Karanouh et al., 2015).

-Characteristics of facade envelope; Al Bahr towers in Abu Dhabi have a facade that consists of panels which look like an umbrella and that is controlled through computers. These panels open and close throughout the day, responding to the solar movements, provide optimum shading, and enable the sunlight through the building as much as needed (URL 7). The facade designing employed in this regard appears as the second facade that provides shading before the glass facades of two cylindric towers with 29 storeys (Altın et al., 2014). The building envelope was made from an impermeable glass curtain wall and dynamic solar screen called “Mashrabia”. The curtain wall consists of unit panels that are 4200 mm in height and 900-1200 mm in width from ground to ground. The

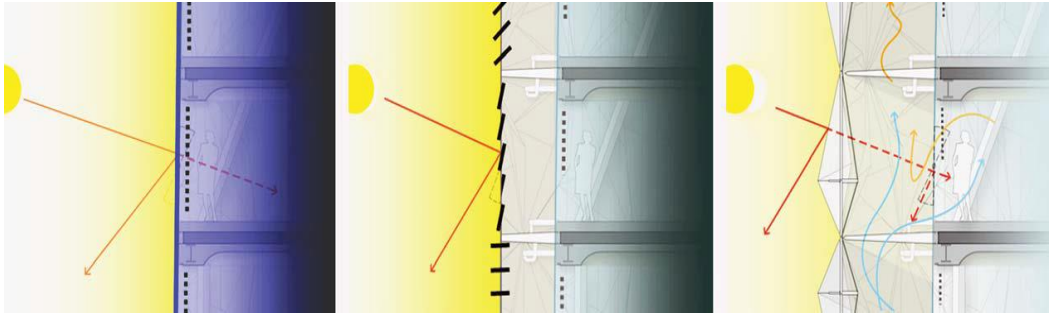
field of view from the ground to ceiling is 3100 mm for the curtain wall. The innovative solar curtain has a 2000 mm gap from the surface of curtain wall. “Mashrabia” has stainless-steel reinforcement frames, aluminum dynamic frames and fiberglass net pattern. The umbrella-looking devices were mounted as an assembled system that has 4200 mm height and 3600-5400 mm width. Each unit consisted of a centrally-positioned actuator (the motor moving the mechanism) and six triangular frames from a piston. The largest unit weighs approximately 625 kg. The consoles fixed on the main structure of the building juts out from the curtain wall to support the dynamic units (Karanouh et al., 2015) (**Picture 2.7**).



Picture 2.7. Facade layers and system intersection (Karanouh et al., 2015)

-Natural ventilation and use of wind; There was no natural ventilation on the facade but due to the height of towers, the tests measuring resistance to wind were performed before the constructional phase and the result was found to be successful.

-Control of solar radiations; The target is to gain natural solar lights through the building and maintain a beneficial daylight threshold of 250-2000 Lux between 09:00 and 17:00. The values of the light sensors around the ceiling that is near the curtain wall are lower than 250 Lux. The dimmers mounted between the sensors and artificial illumination are activated to ensure the required comfort threshold (Karanouh et al., 2015) (**Picture 2.8**)



Picture 2.8. Solar control performed on the facade

- **Example 2: Sharifi-ha House, Iran**

Sharifi-ha House that was constructed by Alireza Taghabli in 2014 is 1630 m² and located at Tehran-Darus neighborhood. The rooms before the building are opened during summer months to ensure airflow through indoor areas and help warm the indoors during winter months by closing inwards (Sojoudihassanlouei, 2019) (**Picture 2.9**).

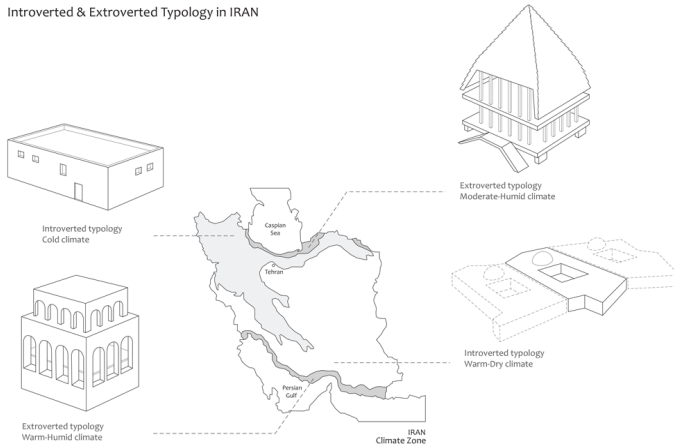


Picture 2.9. Sharifi-Ha House facade (Sojoudihassanlouei, 2019).

-**Facade location;**

The house was constructed in Tehran, a city that is warm in summer and cold in winter. The rotating partitions help the owners adapt to the fluctuant temperature of Iran by opening their rooms or closing the partitions inwards. As **Picture 2.10** presents, Iran has different climatic impacts, providing reference to all moving facades designed for that purpose.

Introverted & Extroverted Typology in IRAN



Picture 2.10. Iran climate and traditional building examples (Sojoudihassanlouei, 2019).

-Location of facade compared to other facades of the same building;

As the facades are adjacent, the front facade is the only facade that has a moving structure, meaning it can open or close based on user needs.

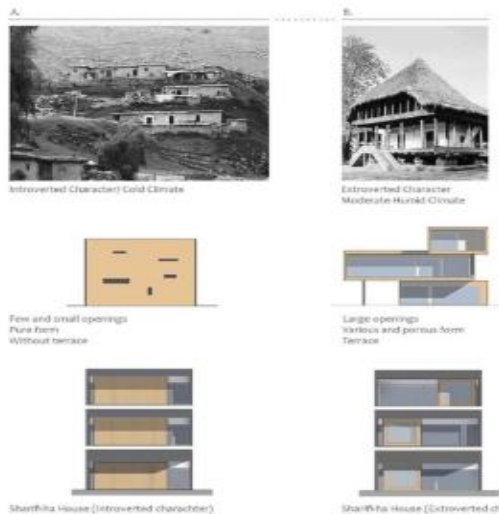
Picture 2.11 indicates that there is no gap on the other facades except one.



Picture 2.11. A section and visual of Sharifi-ha House (URL 8).

-Direction and form of facade;

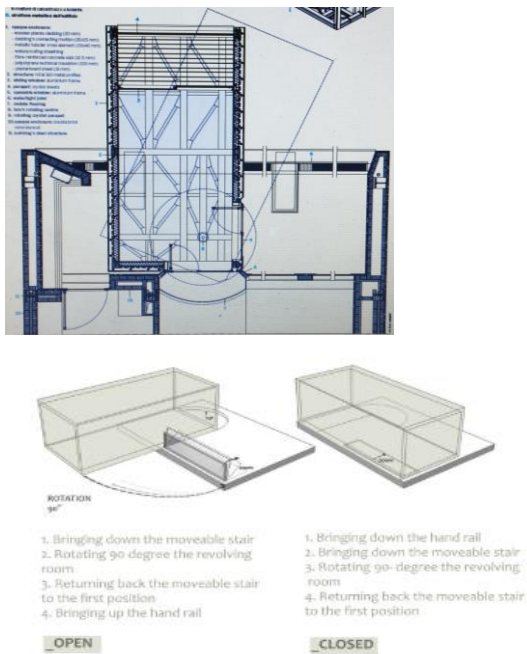
Sharifi-ha House, designed by Next Office (a studio from Tehran), has three rooms that can be rotated for 90 degrees to open terraces to enjoy sceneries and that can be reversed back to a horizontal position to keep the house warmer in cold, snowy winter months (URL 8). The opening and closing movements of the facade are a reference to the traditional Iran houses which offer living rooms for both summer and winter (**Picture 2.12**).



Picture 2.12. Form of facade and its state against the climatic conditions (URL 8).

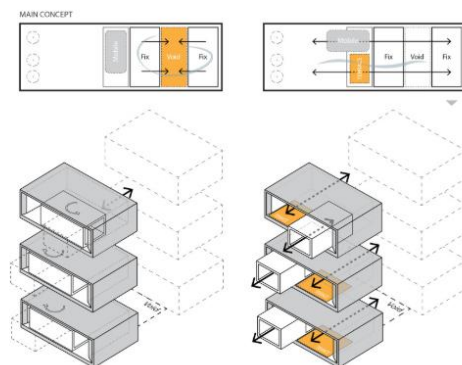
-Characteristics of facade envelope; The rotating box has a surface of approximately 18 m² and consists of a closed section and an open cantilever. The size of the box is 3.4x6.8x4.15 m, and it consists of a frame made of HEM 160 steel and reinforced with external wooden plates. Each box is derived from two transparent walls that are present over minor elevations which grants access to the relevant cantilever with a full-length sliding window. Rotating boxes are equipped with two doors on the adjacent and vertical walls to provide both open and closed access to the terrace and house itself. External terraces are protected with 90 ° openable railings to ensure that their mass rotates and that terrace is safe against the risk of falling. During the rotation, a section of the internal

upholstery with a semi-circle form is lowered to enable rotating without the risk of hitting a certain fixed part of the house (URL 8) (**Picture 2.12**).



Picture 2.12. Sharifi-Ha House facade system section and working principle of the facade (URL 8).

-Natural ventilation and use of wind; The windows of the moving units on the facade can be opened and slid. Therefore, natural ventilation can be ensured, and the facade rotating against the negative impacts of wind provides comfort for users (**Picture 2.13**) (URL 8).

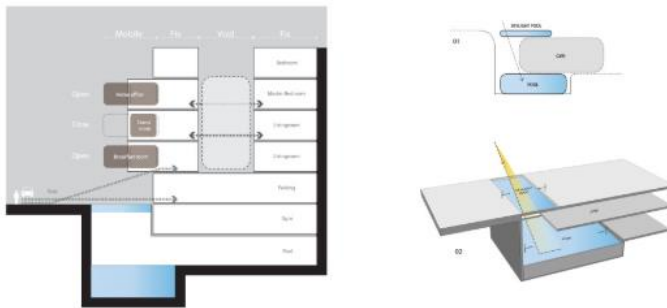


Picture 2.13. Sharifi Ha House main working principle and wind control (URL 8).

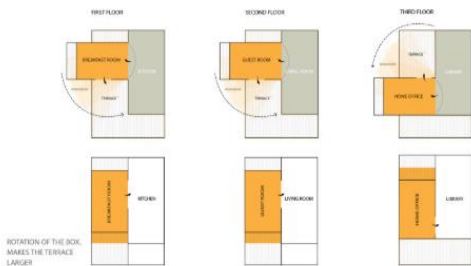
-Control of solar radiations;

The garage and cleaner rooms are present on the ground floor while fitness and healthy life areas are two storeys below the ground. These spaces receive natural light from the transparent ground of the water pool in the yard next to the entrance. Rotation of boxes changes building's inward form (winter scenario) into the outward form (summer scenario) while the facade is transformed from two dimensions to three. In addition to the spatial effects, different illumination scenarios are formed (**Picture 2.14**).

SECTION DIAGRAM



ROTATION PROCESS



Picture 2.14. Sharifi-Ha House scenarios based on the natural light into the basement floor from the ground and on the rotation form (URL 8).

-Example: 3: Cologne Office Building, Germany

This building with an office form was completed by Sauerbruch Hutton architects in 2010. The plan depth of the building with a 42,700 m² area provides many variations for the office structure. The abundance of windows can be seen on the glass corridor walls that provide maximum amount of light and offer great sceneries from Rennes and Cologne

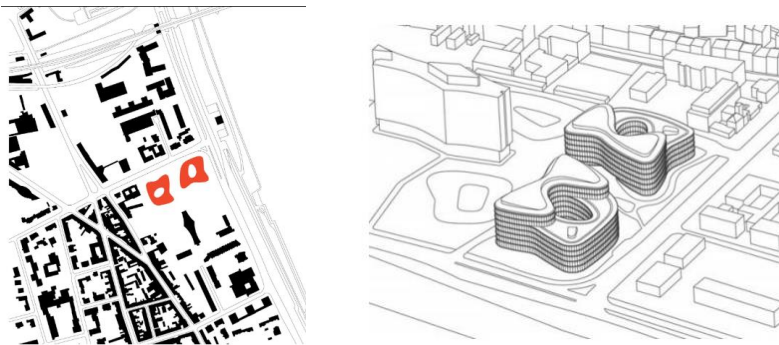
Cathedral (Picture 2.15) (URL 9).



Picture 2.15. Cologne office facades (URL 9).

-Facade location: The building and facades are located in Cologne, Germany, a city where the annual temperature is 90 °C, rainfall is abundant, and hot-warm climate is dominant (URL 10). Despite the increasing density of buildings along the shore of Rennes river at the south of the city, Cologne Oval Offices were designed to protect the landscape quality of the area (Picture 2.16).

-Location of facade compared to other facades of the same building: The building that is close to the shore of Rennes river interacts visually with the other buildings that are discrete in their own lands. A size of two offices helps integrate a 12-storey block to a urban pattern at a lower height and establishes a significant relationship with other buildings (URL 11) (Picture 2.16).



Picture 2.16. State plan of the building and other buildings nearby (URL 12).

-Direction and form of facade: Direction and form of facade was affected by the closeness to Rennes river, sculptural lines of the adjacent historical buildings, and climatic characteristics. Facades with free forms face the landscape sceneries that are a part of old, dense meadows and that have been developing. Moreover, building facades refer to the office facades from 1960s while the neighboring 12-storey building reflects the sculptural characteristics of tall buildings from 1960s, and lively polychromes (the concept of multi-color used in architecture and

sculpture) strengthen the organic quality of the original state (**Picture 2.17**) (URL 13).



Picture 2.17. Facade form, direction and office facades from 1960s (URL 13).

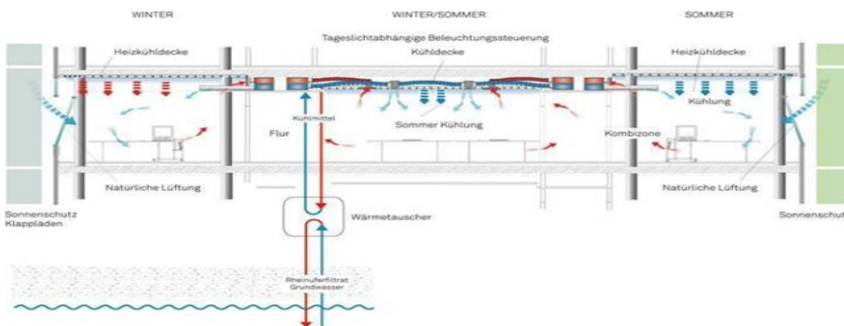
-Characteristics of facade envelope: Facades consist of full-length windows and fixed panels of insulated and double-glazed units. Approximately 5000 external foldable blinds provide active solar light control (URL 14). Blinds, sunblinds or gaps that are mechanically or pneumatically controlled require a photosensor as a light detector and a relatively simple working scheme. However, shading systems can have various forms: classical lamellae sunblinds rotating around in their own axes, blinds, paper origami items, or complicated, geometrical and multi-directional kinetic systems that respond to the changes in daylight levels and that can be folded or opened (Sandak et al., 2019). Facade arrangement is generally performed through (i) a dual action set conducted with the mechanical system of blinds, cylinders and sunblinds (transparent or non-transparent, opening-closing) or (ii) systems or semi-transparent/transparent elements which are partially opened by physical systems that serve for the purpose of gradually organizing the transmission of light. External solar illumination can fluctuate rapidly in cloudy and sunny days. For effective daylight management, shading systems should be synchronized in seconds against these rapid changes (Loonen, 2015).



Picture 2.18. Appearance of external facade panels

-Natural ventilation and use of wind: User can open windows for ventilation while vertical thin-glass blinds ensure shading. They are operated through computers but they can be disabled manually through the control panels in each office_(URL 14)_(**Picture 2.18**).

-Control of solar radiations: The facade with broad glasses helps use the solar light effectively, and approximately 5000 external foldable blinds reduce solar energy gains. The blinds with different tones provide a versicolour form to the external envelope. The temperature in summer months is lowered by using water filtered at 14-16 °C from Rennes and a heat exchange unit. Moreover, temperature is raised using a cyclical and regional heating method in winter months (URL 11) (Picture 2.19).



Picture 2.19. (URL 11)

Table 3.1. Investigation of moving facades in terms of climate-based building design criteria (created by authors)

<u>Facade</u>					
<u>Facade</u>					
<u>Visual</u>					
<u>Location</u>	The facade in the rainy and warm climate	The section with moving panels is on the southeast axis. The discrete structure is clear from the absence of adjacent			The facade that is present in a
<u>Location of</u>	The building that is close to the shore of	The discrete structure is clear from the absence of adjacent			The only open facade is the front
<u>Direction and</u>	Maximum amount of light is ensured thanks	Inspirations from the traditional Arabic houses are present on the facade form			A dynamic appearance is present thanks to the
<u>Character</u>	Facades consist of the	Solar panels with width figures ranging			Size of boxes is
<u>Natural</u>	Windows for ventilation and	Natural ventilation is not present, and wind			Openable sliding
<u>Control</u>	5000 external, foldable blinds	Daylight and flash controls are performed			Rotating facade

The fact that the necessity to develop solutions based on the natural conditions of the location where the buildings are to be constructed is not only valid for traditional architecture to ensure sustainability in architectural designing is clear in the building facades designed in accordance with the traditional buildings in **Table 3.1**, local climatic conditions, and current technology and literature. The moving facades in **Table 3.1** were analyzed in line with the climate-based facade designing criteria such as facade location, position of facade compared to other facades of the same building, direction and form of facade, characteristics of facade envelope, natural ventilation and use of wind on the facade, and solar light control on the facade. Based on the results, as the first criterion, moving facades were formed in accordance with the climatic analysis of the area they were present even if they were suiting the climatic conditions. For instance, what is expected from the moving facade in Abu Dhabi, a city that is located on the hot and dry climatic zone, is the effective control toward the extra solar lights, but Sharifa building with moving facade in Tehran provides active wind and solar light control both in winter and summer. Another interesting point is that the reviewed moving facades include adaptation to the traditional pattern of their regions separately and using this pattern as a reference in their designs. To sum up, as a result of the interaction between technology and architecture, the facades reviewed in this study were found to control the solar lights, wind and energy while suiting the climatic conditions, and to serve as climate-based moving facades that contain traditional references.

3. CONCLUSION

Increasing environmental problems have made the energy-efficient designing approaches a remarkable topic. What is targeted in kinetic architecture, a modern designing approach that has the same purposes with climate-based designing approach, is to form energy-efficient environments, to adapt the building to the climatic conditions, and to set a balance between the indoor and outdoor areas.

Kinetic architecture is generally employed on the facades, the constructional elements where energy control is to be performed at the highest level. Accordingly, this study analyzed moving facades in line

with the climate-based designing parameters and indicated that moving (kinetic) facades performed climate-based control through the technologically-assisted automatic facade elements contrary to traditional building facades, and that the process of considering the climatic conditions, which is the basis for implementing passive designing criteria in traditional designs, was the first and most important condition for designing kinetic facades.

Besides, traditional buildings and building facades had certain parameters such as window-wall ratio or gap size based on climatic needs but kinetic facades provided more liberal and flexible forms based on user demands as they could perform automatic and smart controls against the external environmental conditions. However, the examples reviewed in this study indicated that facade patterns or an entire facade element on facades and building forms could be inspired from a traditional building or constructional elements, which indicates that the necessity for an architectural design to be holistic and consider the context will/should continue as an architectural designing parameter for centuries even if these designs change in line with the technology of time.

In addition, results indicated that an energy-active facade had 30-35% higher energy gains compared to a traditional facade. Another superior aspect of moving facades compared to climate-based traditional facades is that they provide functional flexibility. Practical solutions such as shrinking or expanding, opening or closing, or rotating based on the future spatial needs can be generated along with additional volumes in designing smart facades considering certain parameters such as local climatic conditions, outdoor environment and energy performance, thermal comfort, indoor air quality, visual comfort and so on. Moreover, physical environment control, energy efficiency, and aesthetic purposes based on visual transformation can be fulfilled simultaneously.

In conclusion, it is clear that climate-based designing, which is one of the traditional moving facade designing criteria arising from kinetic architectural approach that emerges as a result of the intersection between architecture and various fields following the advancements in technology and increasing knowledge in this regard, is a common criterion, and that all other criteria can be automatically fulfilled by kinetic facades regardless of the context (location or other buildings), which can be regarded as an indicator of the fact that facade designs are shaped based on technology, developments and changes, requirements of time, and user needs.

REFERENCES

- Sojoudihassanlouei, L. (2019). Sıcak-Kuru İklim Geleneksel Konutlarında İklim Duyarlı Tasarım (Master's thesis, Güzel Sanatlar Enstitüsü)
- Loonen, R. C. G. M., Rico-Martinez, J. M., Favoino, F., Brzezicki, M., Menezo, C., La Ferla, G., & Aelenei, L. (2015, November). Design for façade adaptability–Towards a unified and systematic characterization. In Proc. 10th Energy Forum-Advanced Building Skins, Bern, Switzerland (pp. 1274-84).
- Schittich, C., 2003, In Detail, Solar Architecture, Strategies, Visions, Concepts, Kösel GmbH&Co. KG, Kempten.
- URL 1: Internet: <https://www.slideshare.net/MitaliGondaliya/hot-dry-climate>, Accessed: 02.02.2020.
- URL 2: İnternet: Ekoyapı dergisi, <https://www.ekoyapidergisi.org/193-enerjisini-etkin-kullanan-bir-bina-yapiyoruz.html>, Accessed : 03.02.2020.
- Skinner, B. J., & Murck, B. (2011). The blue planet: an introduction to earth system science, No. 504.3/. 7 SKI.
- Yücer, N. Yapıda Çevre ve Enerji, 1. Baskı, Nobel Yayıncılık, 2015
- Engin, N. Enerji Etkin Tasarımda Pasif İklimlendirme. Tesisat mühendisliği, Cilt mayıs- haziran, s.62-70. 2012
- Manioğlu, Y. D. D. G., & Oral, G. K. (2010). Ekolojik Yaklaşımda İklimle Dengeli Cephe Tasarımı. 5. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, 15-16.
- U.S. Department of Energy, Department of energy announces the launch of the hospital energy alliance to increase energy efficiency in the healthcare sector. U.S. Department of Energy Pres., <http://energy.gov/articles/departement-energy-announces-launch-hospitalenergy-alliance-increase-energy-efficiency>, USA 2009, 02.02.2020.
- Oral, G. K., Yener, A. K. & Bayazit, N. T. (2004). Building Envelope Design with the Objective to Ensure Thermal, Visual and Acoustic Comfort Conditions. Building Environment, 39(3), 281-287.
- Negroponte, N.(1970). The Architecture Machine, M.I.T. Press, Cambridge.

Orhon, A. V.(2012). Akıllı Malzemelerin Mimarlıkta Kullanımı. Ege Mimarlık, sayı: 82

Bilgiç, S. (2002). Akıllı Cephe Sistemleri. Ege Mimarlık, 44(1), 21-25

URL 3: İnternet: <http://www.mimdap.org/?p=41092>,
Accessed:08.02.2020.

Nagy, Z., Svetozarevic, B., Jayathissa, P., Begle, M., Hofer, J., Lydon, G., ... & Schlueter, A. (2016). The adaptive solar facade: from concept to prototypes. *Frontiers of Architectural Research*, 5(2), 143-156.

Zuk, W. and Clark, R. H. ‘‘Kinetic Architecture’’, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 14-30, (1970).

Sarıcıoğlu, P., & Yıldırım, T. (2019). Kinetic Elements in Residential Designs. *Gazi University Journal of Science*, 32(1), 39-61.

Aelenei, D., Aelenei, L., & Vieira, C. P. (2016). Adaptive Façade: concept, applications, research questions. *Energy Procedia*, 91(Supplement C), 269-275.

URL 4: <http://motioninarchitecture.com/climate-responsive-kinetic-facade-of-sdu-kolding-campus/>, Accessed: 02.02.2020.

Korkmaz, K. (2001). Kinetik Bir Mimarlığa Doğru, *Ege Mimarlık* ,(37), 8-9.

Shahin, H. S. M. (2019). Adaptive building envelopes of multistory buildings as an example of high performance building skins. *Alexandria Engineering Journal*, 58(1), 345-352.

İnan, N.(2014). *Kinetik Yapı Tasarımında İşlevsel Esneklik ve Entegre Sistemlerin Kullanım Önerisi*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 7-115.

URL 5: https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Kinetic_facade,
Accessed: 03.02.2020.

Başaran, Ö.(2015). *Kinetik Gölgeleme Elemanları Entegre Edilmiş Bir Binanın Enerji Etkinliğinin Arttırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 27-28, 33-35.

Karanouh, A., & Kerber, E. (2015). Innovations in dynamic architecture. *Journal of Facade Design and Engineering*, 3(2), 185-221.

URL 6: <https://www.theplan.it/eng/webzine/international-architecture/al-bahr-towers-en>, Accessed: 04.02.2020.

URL 7: https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Kinetic_facade, Accessed: 03.02.2020.

Altın, M., & Orhon, A. V. (2014). Akıllı Yapı Cepheleri ve Sürdürülebilirlik. *Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu*, 1-9.

URL 8: https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Kinetic_facade, Accessed: 03.02.2020.

URL 9: Internet: <https://www.archdaily.com/317820/cologne-oval-offices-sauerbruch-hutton>, Accessed: 03.02.2020.

URL 10: Internet: <https://tr.climate-data.org/avrupa/almanya/kuzey-ren-vestfalya/koeln-76/>, Accessed: 04.02.2020.

URL 11: Internet: <https://inspiration.detail.de/office-building-in-cologne-108802.html?lang=en>, Accessed: 03.02.2020.

URL 12: Internet: <http://www.sauerbruchhutton.de/en/project/coo>, Accessed: 03.02.2020.

URL 13: Internet: <http://www.architectscience.com/>, Accessed: 04.02.2020.

URL 14: http://www.architectscience.com/images/Towards_A_New_Architecture_Energy_-_Part_2.pdf, Accessed: 04.02.2020.

Sandak A., Sandak J., Brzezicki M., Kutnar A. (2019) State of the Art in Building Façades. In: *Bio-based Building Skin. Environmental Footprints and Eco-design of Products and Processes*. Springer, Singapore

Loonen, R. C. G. M., Rico-Martinez, J. M., Favoino, F., Brzezicki, M., Menezo, C., La Ferla, G., & Aelenei, L. (2015, November). Design for façade adaptability—Towards a unified and systematic characterization. In *Proc. 10th Energy Forum-Advanced Building Skins*, Bern, Switzerland (pp. 1274-84).

BÖLÜM3

BİYOENERJİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ: GENEL BAKIŞ

**Arş.Gör.Pelin YAPICIOĞLU
Prof.Dr.M. İrfan YEŞİLNACAR**

BİYOENERJİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ: GENEL BAKIŞ

LIFE CYCLE ASSESSMENT OF BIOENERGY: AN OVERVIEW

Pelin YAPICIOĞLU

*Araştırma Görevlisi, Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Çevre Mühendisliği Bölümü,(Sorumlu Yazar)*

M. İrfan YEŞİLNACAR

*Profesör Doktor, Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre
Mühendisliği Bölümü*

1. GİRİŞ

Son yıllarda, fosil yakıtların kullanımı nedeniyle artan sera gazı emisyonları tüm dünyada önemli bir küresel çevre sorununa dönüşmüştür (Han ve Kim, 2017). Sera gazı emisyonlarını azaltmak için, dünya çapında birçok fiziksel, biyolojik, kimyasal, fizikokimyasal ve biyokimyasal yöntem geliştirilmiştir (Qambrani ve ark., 2017). Yenilenebilir enerji kaynaklarına eğilim, sera gazı emisyonlarını azaltma yöntemi olarak kabul edilmiştir.

Yenilenebilir enerji biyokütle, hidroelektrik, jeotermal, güneş, rüzgar ve deniz enerjilerini vb. içermektedir (Amponsah ve ark., 2014; Jacobson ve Delucchi, 2011). Yenilenebilir enerji kaynakları bir tür birincil, düşük riskli, temiz ve tükenmez enerji olarak kabul edilmiştir (Amponsah ve ark., 2014; Dincer, 2001; Bilgen ve ark, 2004). Bu olumlu özelliklerin yanı sıra, yenilenebilir enerji kaynaklarının da olumsuz çevresel etkileri olabilir. Dünyada sistemlerin, insan faaliyetlerinin ve ürünlerin çevresel etkilerini izlemek ve

karşılaştırmak için araçlar ve yöntemler geliştirilmiştir (Amponsah ark., 2014). Yaşam döngüsü değerlendirmesi, son yıllarda yaygın olarak kullanılan bir tür çevresel etki analizi ve değerlendirme yöntemidir (Ghafghazi ve ark., 2011).

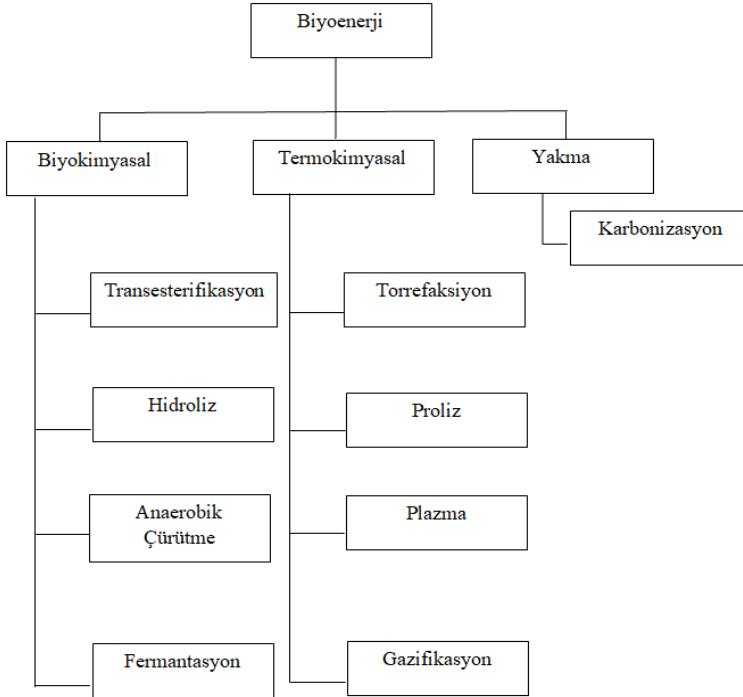
Gün geçtikçe artan enerji talebi ve yenilenemeyen enerjilerin olumsuz çevresel etkileri, yenilenebilir enerji sistemlerine eğilim yaratmaktadır (Guo ve ark., 2018; Montes ve ark., 2005; Yusaf ve ark., 2011; Kelly, 2011; Milbrandt ve ark., 2014; Nematollahi ve ark., 2016). Yenilenebilir enerji kaynakları, iklim değişikliği ve enerji verimliliği için bir tür önleme metodu olarak kabul edilmektedir. Böylece, son zamanlarda bu önemli özelliklerden dolayı yenilenebilir enerji sistemleri dikkat çekmektedir. Yenilenebilir enerji, sera gazı emisyonlarının azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Dünyada birçok tür yenilenebilir enerji kaynağı vardır (Iyer ve ark., 2013). Bunlardan en çok rağbet göreni ucuz olmasından ve bilinirliğinden dolayı biyokütle enerjisidir (biyoenerji).

2. GİRİŞ

Farklı yenilenebilir enerji kaynakları arasında biyoenerji kilit bir rol oynamaktadır. Biyoenerji, fosil yakıtların yerine geçebilecek ve küresel ısınma üzerindeki antropojenik etkiyi azaltabilecek bir tür yenilenebilir enerjidir. Biyoenerjinin rolü önemlidir çünkü yenilenebilir küresel enerji arzının büyük bir bölümünü karşılar ve Avrupa Birliği'nde (AB) bu pay yüzde 63'dür (Roos ve Ahlgren 2018).

Biyoenerji sistemleri birçok ülkede iklim değişikliği, emisyon azaltma ve yenilenebilir enerji katkı hedeflerine ulaşmada kilit bir rol oynamaktadır. Bununla beraber uygulanan biyoenerji yöntemlerinin, özellikle biyokütle kaynaklarına yönelik talep ve rekabetin gelecekte artması muhtemel olduğundan, sera gazı emisyonlarını minimize edeceği öngörülmektedir (Welfle ve ark., 2017).

Biyoenerji, tarımsal, endüstriyel veya kentsel atıkların çeşitli prosesler (yakma, piroliz, gazifikasyon) sonucu biyoçar, biyodizel gibi organik madde ve enerji eldesi yöntemidir. Biyoenerji kaynakları katı, akışkan veya gaz halinde olabilir. Tarımsal atıklar gibi katı biyoenerji kaynakları, geleneksel olarak düşük verime sahip ısıtma amaçları için kullanılmaktadır. Kaynaklarına göre, sıvı biyoyakıtlar, şeker kamışı ve mısır (1. nesil) gibi yenilebilir kaynaklara sahip yakıtlara ve algler (2. ve 3. nesil) gibi yenilmez kaynaklara sahip yakıtlara ayrılabilir. Bu yakıtlar geleneksel fosil yakıtlar için önemli alternatiflerdir. Farklı teknolojiler kullanılarak, araçlarda elektrik üretimi, ısı üretimi ve yakıt kullanımı gibi farklı uygulamalar için biyoenerji kullanılabilir (Aslani ve ark., 2018). Şekil 2.1. biyoenerji üretim metotlarını göstermektedir (Aslani ve ark., 2018).



Şekil 2.1. Biyoenerji üretim metotları (Aslani ve ark., 2018)

Bu yöntemlerden bazılarının esasları aşağıda verilmektedir (Aslani ve ark., 2018).

Yakma: Katı biyoenerji kaynakları doğrudan reaktörde yakılır ve üretilen ısı elektrik üretmek için kullanılır veya doğrudan ısı kaynağı olarak kullanılır.

Karbonizasyon: Bu teknoloji biyoenerji kullanımındaki en eski teknolojiler arasında yer almaktadır ve bu teknolojideki nihai ürün elektrik, ısı ve kömürdür.

Piroliz: Organik maddeler oksijen yokluğunda ayrışır. Bu işlem sırasında uçucu madde, katran ve kömür gibi malzemeler üretilir.

Gazlaştırma: Bu teknolojinin temeli, farkedilir olduğu gibi pirolize benzer. Ancak, bu işlemde öncelik gaz üretimidir ve malzemelerin maksimum ayrışması sağlanana kadar ısıtma yapılır. Bu işlemde, oksijen, hava, buhar, metan ve helyum gibi gazlaştırma maddeleri kullanılır.

Plazma: Plazma, yüksek sıcaklıktaki iyonlaşmış bir ortamda oluşacak dördüncü durum olarak bilinir. Bu teknoloji organik maddeyi esas olarak hidrojen ve karbon monoksitten oluşan bir sentez gazına (syngas) dönüştürür. Torçtaki sıcaklık çok yüksektir (2.200 - 13.900 °C arası)

Anaerobik parçalanma: Bu süreçte malzemelerin ayrışması oksijensiz ortamda bakteriler tarafından gerçekleştirilir. Bu işlemin ana ürünü metan içeren biyogaz olsa da, gübre gibi diğer yardımcı ürünler de üretilir.

Transesterifikasyon teknolojileri: Hali hazırda ham maddeden çıkarılan yağların ya da doğrudan yağ asitleri içeren biyokütlelerin triasilgliserollere (biyodizel) verimli bir şekilde dönüştürülmesi için geliştirilmiştir. Etanol veya metanol, tercih edilen asil reseptörleridir.

Reaksiyon, enzimler (biyo-katalizör) veya kimyasal bileşikler

(yani sodyum hidroksit) ile katalize edilir.

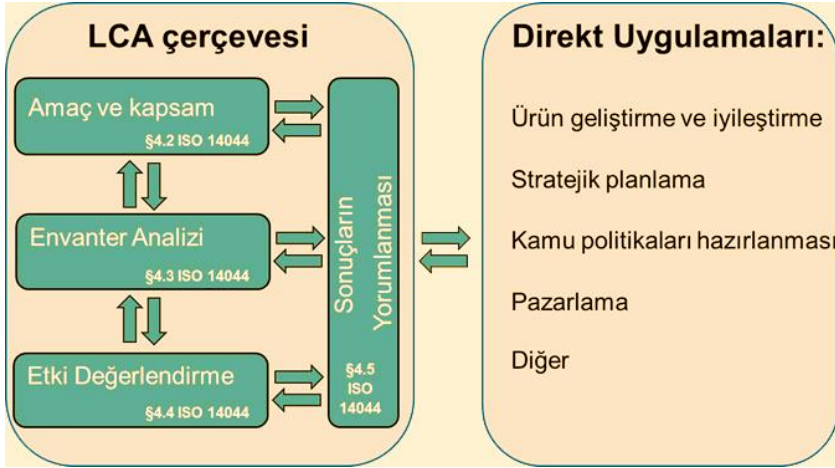
Torrefaksiyon: Pirolize benzer şekilde, torrefaksiyon sırasında biyokütle ısıtılır, ancak pirolize kıyasla daha düşük sıcaklıklar uygulanır (200-300 °C). Proses inert bir atmosferde (genellikle azot eşliğinde) geliştirilir. Biyokütleden katı yakıt üretmeden önce, ısıtma değerini veya enerji yoğunluğunu arttırmak, nem içeriğini azaltmak gibi biyokütle özelliklerini geliştirmeyi amaçlar.

Hidroliz teknolojileri, biyopolimerleri lignoselülozik malzemeden (mısır, odunsu artıklar ve diğer biyokütle gibi) monomerlere dönüştürerek özel mikroorganizmalar tarafından fermente edilebilir hale getirmeyi amaçlar. Fermantasyon sırasında monomerler, biyoetanol üretmek için mikroorganizmaları fermente ederek anaerobik olarak parçalanır.

3. YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRME

Yaşam döngüsü değerlendirmesi, son zamanlarda dünya çapında yaygın olarak kullanılan çevresel etki değerlendirme metodolojilerinden biridir. Yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) ISO 14040 tarafından, sistemlerin yaşam döngüleri boyunca çevresel girdilerinin, çıktıların ve olası etkilerinin genel değerlendirmesi ve tahmini olarak tanımlanmaktadır (Türk Standartları Enstitüsü, 2006; Yapıcıoğlu ve Demir, 2017). YDD'ler beşikten mezara yaklaşımı içerir ve bu metodoloji çevresel girdi ve çıktıların ve olası etkilerin kıyaslanmasını sağlar (Williams, 2009).

YDD metodolojisinin amacı ve kapsamı açıklaması, envanter analizi, etki değerlendirmesi ve sonuçların yorumlanması olmak üzere dört ana aşaması vardır (Guinee, 2004). Şekil 3.1.'de, metodun aşamaları gösterilmiştir.



Şekil 3.1. YDD metodolojisi (Yapıcıoğlu ve Demir, 2017)

Yaşam döngüsü etki değerlendirmesi (YDED), YDD'nin en kritik aşamasıdır (Yapıcıoğlu ve Demir, 2017). Etki değerlendirmesi çeşitli yöntemler, veritabanı, modeller ve ticari yazılımlar ile gerçekleştirilir.

Son zamanlarda, farklı veritabanlarına dayanan birçok YDED yöntemi vardır. KML 2001, Kümülatif enerji talebi, Kümülatif ekzerji talebi, Eko-gösterge 99, Ekolojik ayak izi, Ekolojik kıtlık 1997 ve 2006, Ekosistem zarar potansiyeli, Endüstriyel Ürünlerin Çevresel Tasarımı, EPS 2000, IMPACT 2002+, IPCC 2001 (iklim değişikliği) ve IPCC 2007 (iklim değişikliği), ReCiPe (Orta Nokta ve Son Nokta yaklaşımı), TRACI ve USEt vb. yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir (Yapıcıoğlu ve Demir, 2017).

En önemli etki kategorileri küresel iklim değişikliği, asidifikasyon, ötrofikasyon, doğal kaynak tüketimi, stratosferik ozon tabakasının incilmesi, insan toksisitesi, duman, ekotoksosite ve gürültüdür (Türk Standartları Enstitüsü, 2006). Popüler etki kategorileri, küresel ısınma potansiyeli, fotokimyasal oksidasyon potansiyeli, insan toksisitesi, ekotoksosite, asidifikasyon potansiyeli,

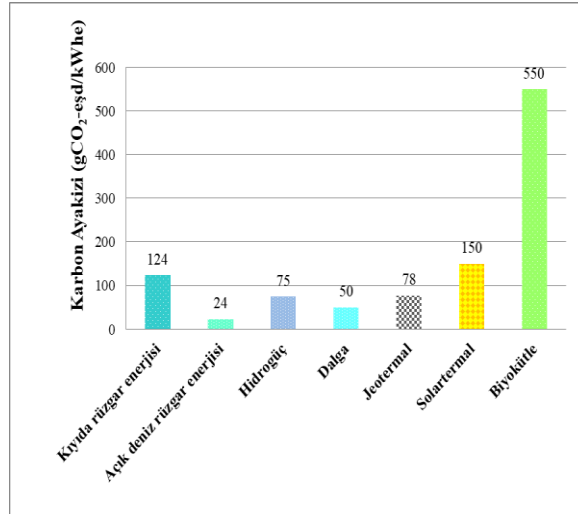
ötrofikasyon potansiyeli, enerji dengesi ve karasal ekotoksitedir (Rebitzer ve ark. 2004).

4. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma biyoenerji sistemlerinde YDD kullanımına ilişkin literatür taraması içeren bir derlemedir. Çoğu durumda, inceleme web erişimli belgeler ve projelerden alınan literatür gözden geçirmesiyle yapılmıştır. Çalışmanın temel amacı, biyoenerji sistemlerinin çevresel etkilerini ortaya koymaktır.

5. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Yenilenebilir enerji kaynakları yalnızca olumlu çevresel etkilere sahip değil, aynı zamanda atmosfere sera gazı emisyonları da yaymaktadır. Sera gazı emisyonu miktarı, yaşam döngüsü boyunca enerji dengesinden elde edilen yüklü enerji miktarına dayanarak hesaplanabilir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının karbon ayak izi karşılaştırması Şekil 5.1'de verilmiştir.



Şekil 5.1. Yenilenebilir enerji türlerinin karbon ayakizleri (Amponsah ve ark., 2014)

Yenilenebilir enerji türleri kıyaslandığında maksimum karbon ayak izinin biyoenerjide olduğu görülmektedir. Bununla beraber spesifik olarak farklı biyokütle enerjilerinin maksimum sera gazı emisyon performansları araştırılmıştır.

Tablo 5.1. uyarlanmış verileri göstermektedir.

Tablo 5.1. Farklı biyokütle hammaddeleri için maksimum sera gazı emisyon performansları (Ubando ve ark., 2019)

Biyokütle Türü	Maksimum Sera Gazı Emisyonu Performansı (kg CO₂e/MwH heat)
Tarımsal Atıklar (domuz gübresi)	508.8
Tarımsal Kalıntılar (nişasta)	99.9
Kavak Peletleri	223.0
Söğüt Peletleri	321.1

Roos ve Ahlgren (2018) yaptıkları çalışmada biyoenerji sistemleri için en çok tercih edilen etki değerlendirme metotlarını gözden geçirmişlerdir.

Tablo 5.2. tercih edilen etki değerlendirme metotlarını ve gerçekleştirilen çalışma sayılarını göstermektedir.

Tablo 5.2. YDED Metotları (Roos ve Ahlgren, 2018)

YDED Metodu	Çalışma Sayısı
Eco Indicator 99	3
Ecotax	1
IMPACT 2002+	10
Recipe	18
IPCC	11

EPS 2000	1
EDIP	2
CML	10
TRACI	1
Swiss ecological scarcity method	2
2006	1
USETox	

Recipe, CML ve IMPACT 2002+ biyoenerjide YDD için en çok tercih edilen etki değerlendirme metodolojileri olduğu söylenebilir. Roos ve Ahlgren (2018) gerçekleştirdikleri çalışmada yaşam döngüsü analizi yapılan biyokütle türlerini de derlemişlerdir.

Tablo 5.3. YDD gerçekleştirilen biyokütle türlerini göstermektedir (Roos ve Ahlgren, 2018).

Tablo 5.3. YDD uygulanan biyokütle hammaddeleri

Hammadde	Çalışma Sayısı
Orman atıkları, kalıntıları	14
Zirai Ürünler	25
Belediye, çiftlik, endüstri atıkları	28
Yukarıdaki atıkların kombinleri	19

En çok YDD uygulanan hammaddeler arasında evsel ve endüstriyel atıklar olduğu söylenebilir. YDD uygulanan termokimyasal biyoenerji metotları, kullanılan yazılımlar ve etki kategorileri Tablo 5.4.'de verilmiştir.

Tablo 5.4. YDD uygulanan biyoenerji ürünleri (Ubando ve ark., 2019)

Biyokütle	Proses	Yazılım	Etki Kategorisi
Biyοçar	Torrefaksion Proliz	SimaPro 8, Simapro 7.2, Simapro 7.3, GREET, GABI CML 2001, Ecoinve nt database	1,2,3,6,8,10,11,12, 13 14, 15, 16,17 18,19, 20
Biyooil	Proliz Sıvılaştırma	, CMLC A GREET, Simapro 7.0, Simapro 7.1, Simapro 73.3, GABI, Ecoinve nt Gabi 4.4, Simapro 7.3, TEAM 3.0, Eco- indicato r 99, Simapro , Aspen Plus	2, 6, 10,11, 13, 16, 18
Sentez Gaz	Proliz, Gazifikasyon		1, 2, 3,4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 16, 20

Etki Kategorisi: 1A biyotik tüketim, 2Asidifikasyon Potansiyeli, 3Sucul Ekotoksosite Potansiyel, 4İklim Değişikliği, 5Ekosistem kalitesi 6Ötrofikasyon Potansiyeli, 7Ekotoksosite Potansiyeli 8Tatlı Su Ekotoksosite Potansiyel, 9Fosil Yakıt Kullanımı, 10Küresel Isınma Potansiyeli, 11İnsan Zehirlleme Potansiyeli, 12İonize Radyasyon, 13Arazi Kullanımı, 14Deniz Sucul Ekotoksosite Potansiyeli, 15Yenilenemez Enerji, 16 Ozon Tabakası İncelme Potansiyeli, 17Partikül madde oluşumu, 18Fotokimyasal Oksidasyon Oluşum Potansiyeli, 19Karasal Ekotoksosite Potansiyeli, 20Doğal Kaynak Tüketimi

Tablo 5.4’de görüldüğü üzere biyoçar en fazla çevresel etkiye sahip biyoenerji ürünüdür. Torrefaksion ve proliz prosesleri en fazla etki kategorisine sahiptir. Biyoenerji ürünü olarak elde edilen sentez gaz da yüksek çevresel etkilere sahiptir. Gazifikasyon prosesi de önemli çevre etkilere sahiptir. Asidifikasyon potansiyeli, ötrofikasyon potansiyeli, küresel ısınma potansiyeli ve ozon tabakası inceltme potansiyeli biyoöl, biyoçar ve sentez gaz için ortak çevresel etkililerdir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- ✓ Yenilenebilir enerji sistemleri, diğer fosil enerji kaynaklarına kıyasla temiz, düşük riskli ve çevre dostudur. Biyoenerji sistemleri, küresel iklim değişikliği etkilerinin azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır.
- ✓ Yaşam döngüsü değerlendirmesi, bir sistemin veya ürünün beşikten mezara çevresel etki değerlendirme metodolojisidir. Yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD), biyoenerji sistemlerinin çevresel etkilerini tespit etmek için yaygın olarak kullanılan bir metodolojidir.
- ✓ İncelenen çalışmalara göre yenilenebilir enerji kaynakları arasında biyokütle enerjisi (biyoenerji) 550 gCO₂-eşdeğer/kWhe değerinde maksimum karbon ayak izine sahiptir. Tarımsal biyokütle (sığır gübresi) en yüksek sera gazı emisyonuna sahiptir.

- ✓ Piroliz ve gazifikasyon, YDD uygulanan biyoenerji elde etme yöntemlerinden en yaygın olanlarıdır.
- ✓ CML, Impact 2002+ ve IPCC en yaygın uygulanan etki değerlendirme araçlarıdır.
- ✓ GABI ve Simapro biyoenerji sistemlerinin YDD leri için kullanılan en yaygın yazılımlardır.
- ✓ Asidifikasyon potansiyeli (AP), Abiyotik tükenme potansiyeli (ADP), Ötrofikasyon potansiyeli (EP), Tatlı su ekotoksosite potansiyeli (FAETP), İnsan toksisite potansiyeli (HTP), Deniz sucul ekotoksosite potansiyeli, Ozon tabakası incelme potansiyeli (ODP), Partikül madde oluşumu (MP), Fotokimyasal oksidasyon potansiyeli (PCOP), Karasal ekotoksosite potansiyeli (TETP) biyoenerji sistemlerinin başlıca çevresel etkileridir.
- ✓ Biyoenerji sistemleri arasında ürün olarak biyoçar eldesinde, YDD metodolojisi göz önüne alındığında daha fazla çevresel etkiye sahiptir.
- ✓ Mikroalg ve şeker kamışı biyokütle olarak biyoenerji hammaddeleri arasında en fazla negatif çevresel etkiye sahiptir.
- ✓ Abiyotik tüketim, Asidifikasyon Potansiyeli, Sucul Ekotoksosite Potansiyeli, İklim Değişikliği, Ekosistem kalitesi, Ötrofikasyon Potansiyeli, Eko-Toksosite Potansiyeli, Tatlı Su Ekotoksosite Potansiyeli, Fosil Yakıt Tüketimi, Küresel Isınma Potansiyeli, İnsan Toksisite Potansiyeli, İyonlaştırıcı radyasyon, Arazi Kullanımı, Deniz Sucul Ekotoksitesite Potansiyeli, Yenilenemez Enerji, Ozon Tabakasının İncelme Potansiyeli,
- ✓ Partikül madde oluşumu, Fotokimyasal Oksidasyon Oluşum Potansiyeli, Karasal Ekotoksosite Potansiyeli, Doğal Kaynak Tüketimi, biyoenerji sistemlerinde YDD etki kategorileridir.⁵²

- ✓ Küresel ısınma potansiyeli biyoenerji sistemlerinin ortak etki kategorisidir.
- ✓ Mikroalgal biyoenerji ve biyoçar (biyokömür), CO₂ asimilasyonu nedeniyle daha az sera gazı emisyonuna sahiptir.
- ✓ Biyoenerji her ne kadar temiz ve düşük riskli de olsa yapılan çalışmalar olumsuz çevresel etkilerinin de olduğunu göstermektedir. Biyoenerji üretimi yapılmadan önce YDD metodu uygulayarak ön bir risk ve etki analizi yapmak olası istenmeyen çevresel etkilerin önlenmesine katkı sağlayacaktır. Bu konuyla ilgili çalışmalar ülkemizde artırılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. AMPONSAH, N.Y., TROLDBORG, M., KİNGTON, B., AALDERS, I., HOUGH, R.L. 2014. Greenhouse gas emissions from renewable energy sources: A review of lifecycle considerations. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 39:461-475.
2. ASLANI, A, MAZZUCA-SOBCZUK, T. ve ark. 2018. Analysis of bioenergy technologies development based on life cycle and adaptation trends. Renewable Energy 127:1076-1086.
3. BİLGEN, S., KAYGUSUZ, K., SARİ, A. 2004. Renewable energy for a clean and sustainable future. Energy Sources, 26(12): 1119–1129.
4. DİNCER, I. 2001. Environmental issues:I-energy utilization. Energy Sources, 23(1):69–81.
5. GHAFGHAZI, S.,SOWLATI, T., SOKHANSANJ, S., BI, X., MELIN, S. 2011. Life cycle assessment of base-load heat sources for district heating system options. International Journal of Life Cycle Assessment, 16(3):212–223.
6. GUINÉE, J.B. 2004. Handbook on life cycle assessment operational guide to the ISO standards. Kluwer Academic Publishers, New York, USA.

7. GUO, S., LIU, Q., SUN, J., JIN, H. 2018. A review on the utilization of hybrid renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 91:1121–1147.
8. HAN, S. ve KIM, J., 2017. An optimization model to design and analysis of renewable energy supply strategies for residential sector. *Renewable Energy*, 112: 222-234.
9. IYER, A.S., COUCH, S.J., HARRISON,G.P., WALLACE A.R. 2013. Variability and phasing of tidal current energy around the United Kingdom. *Renewable Energy*, 51:343-357.
10. JACOBSON, M.Z. ve DELUCCHI, M.A. 2011. Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part I:technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials. *Energy Policy*, 39(3):1154–1169.
11. KELLY, G. 2011. History and potential of renewable energy development in New Zealand. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15: 2501–2509.
12. MILBRANDT, A.R., HEIMILLER, D.M., PERRY, A.D., FIELD, C.B. 2014. Renewable energy potential on marginal lands in the United States. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29:473–481.
13. MONTES, G.M., LÓPEZ, M.D.M.S.,GÁMEZ,M.D.C.R., ONDINA, A.M. 2005. Anoverview of renewable energy in Spain. The small hydro-power case. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 9:521–534.
14. NEMATOLLAHI, O., HOGHOOGHI, H., RASTI, M., SEDAGHAT, A. 2016. Energy demands and renewable energy resources in the Middle East. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54:1172–1181.
15. REBÍTZER, G., EKVALLB, T., FRÍSCHKNECHT, R. ve ark. 2004. Life cycle assessment Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. *Environment International*, 30:701 – 720.
16. ROOS, A. ve AHLGREN, S. 2018. Consequential life cycle assessment of bioenergy systems: A literature review. *Journal of Cleaner Production* 189:358-373.

17. TURKISH STANDARDS INSTITUTION 2006. ISO 14040: Environmental management, life cycle assessment, principles and framework. Ankara, Turkey.
18. UBANDO, A.T. ve ark. (2019). A comprehensive review of life cycle assessment (LCA) of microalgal and lignocellulosic bioenergy products from thermochemical processes. *BioresourceTechnology* 291:121837.
19. QAMBRANI, N.A., RAHMAN, M.M., WON, S. ve ark., 2017. Biochar properties and eco-friendly applications for climate change mitigation, waste management, and wastewater treatment: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 79:255–273.
20. WELFLE, A, GILBERT, P. ve ark. 2017. Generating low-carbon heat from biomass: Life cycle assessment of bioenergy scenarios. *Journal of Cleaner Production* 149:448-460.
21. WILLIAMS, A.S. 2009. Life Cycle Analysis: A step by step approach, ISTC Reports. Champaign, IL: Illinois Sustainable Technology Center, Champaign, USA.
22. YAPICIOĞLU, P. ve DEMİR, Ö. 2017. Life Cycle Assessment of Sewage Sludge Treatment - An Overview. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 2: 78-92.
23. YUSAF, T., GOH, S., BORSERIO, J.A. 2011. Potential of renewable energy alternatives in Australia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15: 2214–2221.

BÖLÜM4

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE SUYUN GÜVENLİĞİ:ADANA ÖRNEĞİ

**Dr. Öğr. Üyesi Rozelin AYDIN
Maide DEMİRBAŞ**

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE SUYUN GÜVENLİĞİ: ADANA ÖRNEĞİ

Rozelin AYDIN

Dr. Öğr. Üyesi ,Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomühendislik, Adana, Türkiye

Maide DEMİRBAŞ

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kent Çalışmaları Anabilim Dalı, Adana, Türkiye.

GİRİŞ

İnsanoğlu yeryüzünde yaşamaya başladığı andan itibaren doğayı temel ihtiyaçları için kullanmaya başlamıştır. Doğa her zaman insanların yaşamında büyük rol oynamıştır. Geçmişe baktığımızda çoğu medeniyetin, devletin su kaynaklarına yakın yerlerde ortaya çıkışına şahit olmaktayız. Yerleşik hayata geçildiğinde yaşanılacak yerin seçiminde iklimin ve su kaynaklarının etkili olduğu aşikârdır. Sanayi Devrimi ile birlikte Dünya’da yaşanan teknolojik gelişmeler toplumsal yaşamı dönüştürmüştür. Sanayileşmeyle birlikte kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil yakıtların kullanımı sonucu CO₂ başta olmak üzere birçok sera gazı atmosfere yayılmaya başlamış ve zaten kendisi ısınmakta olan gezegenin ısınmasını insan kaynaklı faaliyetler hızlandırmıştır. Küresel iklim değişikliği, tüm insanlığı etkilemeye başlamış dolayısıyla ulusal ve uluslararası çözüm yolları aranmaya başlamıştır. Küresel iklim değişikliğinin etkilerini incelemek amacıyla 1988 yılında Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) kurulmuştur.

1950’den sonra iş bulma ümidiyle birçok insan kırdan kente göç etmeye başlamıştır. Göç eden kesimin gecekondularda yaşaması

nedeniyle altyapı eksiklikleri ve çarpık kentleşme ortaya çıkmıştır. Şehirleşme için ağaçların yok edilmesi, tarım arazilerinin yanlış kullanımı ve nüfusun artışıyla çığ gibi büyüyen atık miktarı çevre sorunlarını su yüzüne çıkarmıştır.

1980’de başlayan neoliberalizm akımı, Turgut Özal’ın 24 Ocak Kararlarını kabul etmesiyle Türkiye’ye de cereyan etmiştir. Neoliberalizm kısaca ticaretin serbestleştirilmesi, devletin sektörlere müdahalesini azaltması ya da müdahaleyi tamamen kaldırması olarak açıklanabilir. Devlet bu dönemde çiftçilere tarımda sağladığı sübvansiyonları azaltmıştır. Zaten 1950’lerde başlayan göç ile kırsal nüfus azalmıştı, teşviklere gelen darbeye üretimi bırakan çiftçilerin sayısı giderek artmıştır. Kapitalizm kartlarını teker teker sahneye koymakta, insanlar artık üretmiyor sadece tüketir konuma gelmişlerdi. Üretim ve tüketim kalıpları tamamen değişmişti. Ardi arkası kesilmeyen ihtiyaçları vardı ve bunun için Dünya’daki sınırlı kaynakları geleceği düşünmeden kullanıyorlardı.

Yapılan araştırmada iklim değişikliğinin Adana kentinde su kaynaklarına etkisinin olup olmadığı ortaya konulacaktır. Çalışmada öncelikle çevreyle ilgili temel kavramlar açıklanacak, Osmanlı Dönemi’nden itibaren uygulanan tarım politikaları, kuramsal altyapı başlığı altında çevrecilik ve ekoloji, yeşil siyaset süreci, iklim değişikliği ele alınacaktır. Adana Büyükşehir Belediyesi, Çevre ve Şehircilik Adana İl Müdürlüğü ve Adana Devlet Su İşleri 6. Bölge Müdürlüğü (DSİ) ile yapılan görüşmeler aktarılacak ardından sonuç ve tartışmayla çalışma sona erecektir.

1. NEOLİBERALİZM ÖNCESİ VE SONRASI TARIM POLİTİKALARI

Mehmet Öztürk’ün (2010) çalışmasında bahsettiği üzere Osmanlı Devleti’nin ekonomik yapısına bakıldığında tarım ön plana çıkmaktadır. Tarım tımar sistemiyle yürütölmekteydi. Bu sistemde topraklar devlete aittir; fakat tımarlı sipahilere verilmiştir. Toprakların üst üste üç yıl boş bırakılması halinde toprak köylüden alınmaktaydı. Böylece tarımda devamlılık esas kılınıyordu. Devletin gelirlerinin bir kısmını üreticiden aldığı Aşar vergisi oluşturuyordu. 1913-1922 yılları

arasında Birinci Dünya Savaşı ve Kurtuluş Savaşı nedeniyle Türkiye'nin nüfusu bir hayli azalmıştır. Dolayısıyla tarımsal bir düşüş gözlenmiştir. 1923-1929 yılları arasında devletin ekonomiye müdahalesi sınırlıydı. 1932-1939 seneleri arasında Büyük Buhran Döneminde devletin tarım için kredi olanaklarını genişlettiği ve tarımda teknolojiyi yaygınlaştırmaya çalışarak olumlu bir müdahalede bulunduğu söylenebilir. 1939-1945 arasında II. Dünya Savaşı'na Türkiye katılmamış olmamasına karşın yine de etkilenmiştir (Öztürk, 2010).

Demokrat Parti döneminde (1950-1959) devletçilikten serbest ekonomiye geçildiğini Kürklü (2015) araştırmasında söylemektedir. Dönemin başlarında Ziraat Bankası tarafından verilen düşük faizli krediler, devletin üreticiye sağladığı teşvikler yoluyla tarımda makineleşme artmıştır. Çayır ve meraların ekilebilir tarım arazisine katılmasının da tarımsal üretimin artmasında büyük rolü bulunmaktadır. 1954'te yaşanan kuraklık ve ekonominin kötüleşmesi sonucu tarım olumsuz etkilenmiştir (Kürklü, 2015).

1963'ten sonra kalkınma planları çerçevesinde tarım politikalarına yön verilmeye başlanmıştır (Küzeci, 2011, s.20-21). Ulusal üretimi teşvik etmek amacıyla ülkede ithal ikameci sanayi politikası izlenmiştir. Dışa kapalı piyasa stratejisi, sermayenin birikimine neden olmuştur. Gelişmiş ülkeler biriken sermayeyi az gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelere aktarmak istemekteydi. Türkiye'nin dış borç açığı giderek artmaktaydı. IMF, Türkiye'ye borç vermeyi teklif etmişti; fakat ticaretin serbestleştirilmesi, yabancı sermaye yatırımlarının teşvik edilmesi gibi şartları bulunmaktaydı. Turgut Özal teklifi kabul etmek durumunda kalmış, adından sürekli söz ettirecek 24 Ocak Kararlarını 1980'de kabul etmiştir. Alınan kararlarla tarım ve ticaret başta olmak üzere birçok sektörde devletin müdahalesi ortadan kaldırılmıştır. Devlet daha önce verdiği teşvikleri azaltmaya başlamıştır.

1980'li yıllarda ekonomiye devletin karışmasını en düşük seviyeye indirgemeye çalışan liberal akımın mevcudiyeti, tarım sektöründe İkinci Dünya Savaşı senelerinden sonra ikinci gerileme devrini başlatmıştır. Dışa açık ekonomi yöntemleri birer birer uygulanmaya başlamıştır. Korumacı, müdahaleci devlet siyaseti terk

edilmiştir. Tarımsal kesimde özelleştirme kavramının sahneye çıkmasıyla, çiftçinin gücünde giderek azalma görülmektedir. Bu azalmanın nedeni, çiftçiye tanınan kredi kolaylıkları, destek alımları, sübvansiyon vb. desteklerin artık daha az sağlanıyor olmasıdır (Erbelet, 2014, s.41). Türkiye, 1994'te Dünya Ticaret Örgütü'nün tarım anlaşmasına onay vererek yeni belirlenen tarım politikalarıyla uluslararası ticaretin daha da özelleştirilmesine, çiftçiye verilen desteklerin azaltılmasına eli kolu bağlı uymak zorunda kalmıştır (Susam & Bakkal, 2008, s.337).

Fakat günümüze bakarsak sübvansiyon alımları üretici gelirlerinde dengesizlik yaratmıştır. Uygulanan tarım siyasetleri, diğer kesimlerde olduğu gibi tarım kesiminde de dünyadaki birçok ülkede, küreselleşme cereyanının da tesiriyle bir değişim süreci görülmektedir (Küzeci, s.20-21).

Diğer yandan çevre konusuna gelecek olursak, dünyada uygulanan tüm tarım faaliyetleri çevreyi iyi ya da kötü bir şekilde etkilemektedir. Ülkelerin gelişmişliği perspektifinden, gelişmemiş ülkeler tarım sektöründen sanayi sektörüne keskin bir geçiş yapamadan kendilerini sanayileşme yolunda bulmuşlardır. Gün geçtikçe daha çok köylü, aşırı maliyetten ötürü topraklarını terk ederek iş bulma umuduyla köyden kente göç etmeye başlamıştır. Fakat bu aşırı nüfusun ve sanayileşmenin çevreye fazlasıyla zarar verdiği aşikârdır (Karaer & Gürlük, 2003, s.198).

Süregelen tarım politikalarına çeşit yaratabilmek için devlet desteğinin tarım politikalarında epey farklılaştığı görülmektedir. Farklılık nedenleri arasında tarıma verilen desteğin ülkeye ağır gelmesi, bütçe açıklarıyla karşı karşıya gelinmesi ve ekonomide dalgalanmalar oluşturmaları sayılabilir. Bu sıkıntılar nedeniyle belirlenen tarımsal hedeflere ulaşamıyordu; çünkü devlet desteğini büyük oranda araziye sahip olanlar alabiliyor asıl ihtiyacı olanlar ise kamu kaynaklarından daha az faydalanıyordu. Her sektörde olduğu gibi tarım sektöründe de gelir adaletsizliği makasının açılmasına neden oluyordu (Küzeci, 2011, s.20-21).

2. ÇEVRECİLİK VE EKOLOJİ

Ekoloji, canlıların kendi kategorilerindeki ve etrafındaki diğer canlılarla kurdukları bağları incelemektedir (TDK). Ekoloji terimini 1866 senesinde Alman biyolog Ernst Haeckel, yaşayan popülasyonların ekosistemdeki bağlantısını anlamlandıracak bilim dalını adlandırabilmek için ilk kez kullanmıştır. Ekoloji sözcüğü, politika lügatında ekolojizm olarak, dilimizde ise çevrecilik yahut yeşil düşünceler olarak nitelendirilmektedir. Çevre bilimi, çevre problemlerini ve doğa ile insan arasındaki kuvvetli bağları da irdeleyen; farklı bilimler ile yakından ilişkili olan bir bilimdir (TDK). Çevrecilik, bir birey olarak doğaya karşı hassas, farkındalık sahibi, insan hayatını olumsuz etkileyecek sorunların çözülmesini isteyenlerin ortaya çıkardığı yeni toplumsal hareketleri, çevre örgütlerini ve yeşil siyaset gibi birçok olguyu kapsamaktadır.

Ekoloji, çevre ve yeşilcilik kavramlarının temeli çevreciliğe dayanmasına rağmen değişik anlamlarda da kullanılmaktadırlar (Bozkır, 2018, s.58). Ekoloji ve çevre kavramları kimi zaman birbirlerinin yerine kullanılmasına karşın ekolojiye göre çevre, kapsadığı alt dallar sebebiyle görece daha geniş bir bilim dalıdır (Kaya, 2019, s.1). Çevreci düşünce, etraftaki örüntülere odaklanırken, ekoloji yalnız çevreyi değil, toplumu geçmişle ilişkilendirerek şu anı ve geleceği incelemektedir (Kovel, 2005, s.78). Çevrecilik anlayışı daha çok çevre kirliliğini yüzeysel olarak ele almakta, ekoloji gibi insanların doğa ile olan ilişkilerini farklı perspektiflerden değerlendirmemektedir. Gelecek nesiller için doğal kaynakların sürdürülebilirliği adına kaynakların bilinçli kullanımını ve halk sağlığını koruma hedefi gütmektedir (Sezer, 2006).

İnsanlar doğa ile her zaman iç içe olmuşlardır sadece ilişki yönleri değişmiştir. İlk çağlarda insanlar, gerçekleşen doğa olaylarını bilmedikleri için kendilerini korumaya çalışmışlardır. Yerleşik düzene geçildiğinde ise toprak yönetimi edinildiğinde kendi yiyeceklerini kendileri yetiştirerek, evlerini inşa ederek doğayı kontrol etmeye başlamışlardır. Bu şekilde su yüzüne çıkan doğaya hakimiyet kurma çabası, insanların sınırlı olan doğal kaynakları bilinçsiz bir şekilde istismar ettiği yeni bir tüketim toplum düzeni yaratmıştır. Ortaya çıkan çevre sorunlarının baş aktörünün insan olduğu hem bilimsel verilerle

kanıtlanmış hem de halkın bunu sezmesiyle doğanın korunması için mücadeleler verilmeye başlanmıştır; fakat iyileşen sağlık ve yaşam koşulları nedeniyle nüfusun artması, bu nüfusun gereksinimlerini arttırmakla paralel olarak doğanın tahribatını da arttırmaktadır. İnsanlar kendilerinin doğada yaşayan bir canlı olduğunu unutarak doğaya sadece bireylerin isteklerine hizmet eden bir araç muamelesi yaparak flora ve faunaları yok olma tehlikesiyle karşı karşıya bırakmanın yanında kendi yaşamlarını da olumsuz etkileyen doyumsuz davranışlarını sürdürmektedir (Kaya, 2019, s.2).

Kapitalizmin dayatması ile şirketlerin daha fazla büyüme hırsları tek gaye haline gelmiştir. Doğal kaynakların sınırlı olduğu gezegenimizde sonsuz ve daimî büyüme hevesi, insanlığın kendi kendine hazırlamış olduğu ekolojik bir felaket ile sonuçlanmıştır.

Ekonomik çıkarlar doğrultusunda doğal gıdalardan uzaklaşmış ve artık günümüzde genetiği değiştirilmiş besinler ile seçkinlere göre “kötü olan ırkın” azaltılması ya da yok edilmesi için biyolojik bir savaş dönemi başlamıştır (Yalçın, 2017, s.398).Sanayi Devrimi ile fosil yakıtların (kömür, petrol, doğal gaz) yer altından çıkarılması ve kullanılmasıyla başlayan nüfus artışı, kentleşme, arazi kullanım değişiklikleri gibi antropojenik etkilerin şahane bir uyuma sahip olan doğa üzerinde baskı yaratması ve fark edilmesi 1950 yıllarına denk gelmektedir. Ekosistemi derinden sarsan çevresel ve ekolojik problemleri durdurabilmek için çevre hareketleri başlamış, ulusal ve uluslararası çevre politikaları yürürlüğe girmiştir (Adıyaman, 2019, s.8).

Ekoloji hareketi sorunları çözerken çevrecilikten farklı yollar izlemektedir. Foster’a göre, yaşadığımız ekolojik sorunların çözülmesi için sunulan çareler yeterli olmamaktadır. Çünkü çevrecilik bu çareleri uluslararası anlaşmalar yapmaya, toplumların nüfusunu planlamaya, tüketimi sınırlandırmaya, çevre dostu teknolojilerin benimseneceği işletmeler yaratmaktan farklı bir yere vardırıamaz. Bu nedenle gezegendeki kriz doğa krizi değil, toplum krizi olarak fark etmemiz gerekmektedir. Krizi tek tek insanlara mal edemeyiz. Karşı karşıya kaldığımız kritik durumun kökeni toplumsal ve tarihseldir (Foster, 2002, s.12).

2.1. Ekoloji Düşünceleri

2.1.1. Derin Ekoloji

Derin ekoloji, doğanın insan için var olduğu ve insanların çıkarı uğruna hoyratça davranılmasına karşılık olarak insan merkezci değil, insanın da yer aldığı doğa merkezci bir anlayıştır (Ayaz, 2014, s.279). *Derin Ekoloji* kavramını ortaya atan kişi, Arne Naess'tir. Naess'e (1995) göre, insan haricindeki canlı formları, insanlara fayda sağlaması gözetilmeksizin değerlidir. İnsanların hayatta kalabilecek minimum ihtiyaçları gidermelerinin ötesinde, var olan biyolojik çeşitliliği tehlikeye atma lüksü bulunmamaktadır. İnsan hayatı dışındaki yaşam şekillerinin varlığını devam ettirebilmesi insan popülasyonunun (daha az insan daha çok biyolojik çeşitlilik) daha az olmasına bağlıdır. İnsanların eşsiz ekolojik denge uyumunu bozması sömürü boyutuna ulaşmıştır. Bu nedenle sektörlerdeki mevcut kapitalist politikalar tamamen terk edilmelidir. Düşünce tarzında yaşanan radikal farklılıklar yaşam kalitesinin artmasından ziyade yaşamın değerli olduğunun kavranmasını sağlayacaktır. Varlıkların değerli bulunma görüşüne hak verenler dolaylı veya doğrudan uygulama sürecinde sorumlu tutulmaktadır (Şakacı, 2011, s.192).

Kapitalizmin yeryüzündeki her şeyin insana hizmet etmesi gerektiği bencil tutumu, derin ekoloji ile tamamen zıt hatlardadır. Kovel'e göre, derin ekolojinin zayıflığı doğada insanı özne konumuna yerleştirmesidir; fakat bu yorum, insan ile doğa arasında uçurum yaratabilir. Tabiatın toplum tarafından yapılaştırıldığı (yapılı çevre) gözden kaçırılmasına sebep olabilir. Söz konusu durum ise sınıflandırılmış insanların kabul görmemelerine yol açabilir (Kovel, 2005, s.223).

Ekolojik düzende, bütün canlıların eşit hakları bulunmaktadır, karşılıklı ilişkilerinin yararları dikkate alınmadan hepsi değerlidir. Kapitalist üretim kalıpları ise doğal sistemin sessiz, kusursuz düzenini yıkarak ekolojik yaşam unsurlarını bir araç olarak görmektedir. Dolayısıyla çevre problemlerinin asıl düşmanı ihtiyaç gibi gösterilen "yeniye" satın almaya dayalı savurgan tüketim hazzıdır. Gayemiz, çevre sorunlarını çözerek doğal kaynakların daha fazla sömürülmesini engellemek, sürdürülebilir yeşil bir gelecek inşa etmek ise ekonomik büyüme odaklı piyasa sistemi yok edilmeli, dünyanın ekolojik

bütünlüğüne uygun, insan dışındaki tüm varlıklara ve biyosfere saygılı yeni bir sisteme geçiş yapmak tek çıkar yoldur (Birdişli, 2014, s. 43).

2.1.2. Toplumsal Ekoloji

Siyaset bilimci Murray Bookchin 1970’lerde toplumsal ekoloji düşüncesini ortaya atmıştır. Toplumsal ekolojistler doğayı ikiye ayırmıştır. Birincisi insanların olmadığı vahşi doğadır. İkinci doğa ise insanlar tarafından üretilen her şeyin yer aldığı bir doğadır. Dolayısıyla insana ve topluma özgü her şey ikinci doğada yer almaktadır. Bookchin, var olan çevre siyasetini tenkit ederek çevre sorunlarının tüm toplumlara ilişkin olduğunu kavranmasının önemli olduğunu savunmuştur. (Tokar, 2014, s.139). Murray Bookchin’e göre, mevcut ekolojik sıkıntılar, yanlış siyasal sistemlerden ve toplumsal sorunlardan doğmuştur, üstelik hem insanların emeği hem de doğa kapitalizm aracılığıyla sömürülmektedir (İdem, 2002).

Bookchin’e (1996) göre çevre sorunları, ekolojik bir kriz durumuna gelmiştir ve bunun nedeni teknoloji, endüstrileşme, nüfus artışının yanı sıra sorunun kökeni insanın doğaya hâkim olma hırsıyla doğal kaynakları metalaştırmasıdır (Eryılmaz, 2017, s.169). Murray Bookchin (1996), krizin çözümünün hiyerarşi ve tahakkümün ortadan kaldırılmasında ve toplumlardaki tüm sınıflandırmaların, mülkiyetin, hiyerarşilerin yok edilmesi olduğunu ileri sürmektedir (Yıldırım, 2017, s. 297). Bookchin’e göre, doğa ile insanlar arasındaki ahengi yakalayabilmek, insanların çevreyle uyumu standart yaşam düzeni haline getirmeleriyle mümkündür (Tokar, 2014, s.138). Akıl ile kazanılan bilim ve teknoloji gelişmelerini reddetmekten ziyade bu teknolojileri doğaya karşı nasıl ve hangi amaçlarla kullanacağımızı sorgulamalıyız (İdem, 2002, s.10). Bu sorunun yanıtı doğaya nasıl müdahale edeceğimizin ve nasıl bir toplum istediğimizle ilişkilendirilmektedir (Ayaz, 2014, s.283).

2.1.3. Ekofeminizm

Ekofeminizm sözcüğü, ekoloji hareketleri ve feminist hareketlerin birleşmesiyle oluşturulmuş ve 1974’te Fransız feminist Françoise d’Eubonne tarafından literatüre kazandırılmıştır. Doğanın

baskı altına alınmasıyla kadının baskı altına alınması arasında bir bağ kurulmaktadır. Erkekler, kadınları baskı altına aldığı gibi doğayı da baskılayan erkektir. Kadınların doğa tahribatı konusunda hiçbir sorumluluğu bulunmamaktadır. Doğaya zarar verilmesinden erkek sorumlu tutulmaktadır. Ekofeminizm anlayışına göre kadın sömürüsü sonlanırsa doğa sömürüsü de sonlanacaktır (Çüçen, 2011, s.8). Ayaz’a göre (2014) kadının doğadan izole edilmesi kadının doğa gibi korunmaya muhtaç olduğu düşüncesini ortaya koymaktadır. Halbuki kadınlar çalışma yaşamına girdikten sonra onlar da doğaya zarar verici anlaşmalar yapmışlar veya dolaylı olarak çevreyi etkilemişlerdir.

2.1.4 Ekopsikoloji

Teknolojinin gelişmesi, nüfusun artması, işsizliğin artarak devam etmesi; insanların ihtiyaçlarını karşılayabilmek için daha çok çalışmak istemesine neden olmaktadır. Hegel’e göre bu nedenle insanın dinlenecek vakti kalmayınca doğaya yabancılaşmaktadır. İnsanların karşılaştığı günümüz sorunlarının temelinde bu yabancılaşma yatmaktadır. Yabancılaşma, insanın doğayla yeniden sağlıklı bir şekilde kucaklaşmasıyla son bulacaktır (Ayaz, 2014, s.285).

Ekopsikoloji kavramının mimarı Theodore Roszak’a göre, insanlar doğa bilinci ile dünyaya gelmektedir. Amaç, var olan bu bilinci su yüzüne çıkarmaktır. Çocukluk çağı, insan psikolojisinde önemli bir yere sahiptir. Ekopsikolojinin hedefi, çevre farkındalığını büyüklere de hatırlatabilmektir. Çocukların çevre farkındalığı sürecinde ise doğa ile alakalı masallar, hikayeler önemli bir yer tutmaktadır. Ekolojik benliğin kazanılmasıyla insanların, tabiata ve başkalarına karşı hissettikleri sorumluluk ile sosyal bağlarda ve siyasi hükümlerde yetkili olması amaçlanmaktadır. Doğayı yabancılaştıran ve doğa üzerinde baskı kurmaya çalışan erkek egemen tavırlarını yapılandırmak esastır. Sanayileşmenin faydalarını reddetmeden neden olduğu tahribatları irdeler, bu bağlamda ekopsikoloji post-endüstriyeldir. Gezegenin ve bireyin iyiliği ortak paydada bulunduğu için dünya neye gereksinim duyuyorsa bu, insan için de bir gereksinimdir (Hablemitoğlu, 2015).

3. YEŞİL SİYASETE GİRİŞ

İnsanoğlu geçmişten beri Dünya'nın doğal kaynaklarını kullanmaya devam etmektedir. Gelişen sanayi endüstrisiyle kontrolsüz bir şekilde artan nüfus plansız bir şekilde kente kaymaktadır. Daha fazla enerji ihtiyacını karşılayabilmek adına kullanılan fosil yakıtlar hava, su ve toprak kirliliğine neden olmaktadır. Böylelikle birçok canlı türü yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmaktadır. Çevreye verilen zarar arttıkça çevreci anlayış, yerini çevreci hareketlere bırakmıştır (Ceritli, 2001, s. 214). Batı'da büyüyen ekonomi ve refaha erişilmesi nedeniyle insanlar artık kendi temel ihtiyaçlarına kıyasla daha az rahatsız edici olan çevre konusuyla ilgilenmeye başlamışlardır. Çevre onlar için sorun haline gelince toplumsal hareket olan çevrecilik yeşil siyasete dönüşmüştür (Üste, 2015, s. 40). Ekoloji mevzularının siyasete evrilmesi, halkın artık refaha erdikten sonra çevreyi kirlettiğinin farkına varması akabinde çevre kirliliğinin önünü kapatma isteğinin vücut bulması 1960'lı yıllara karşılık gelmektedir (Keleş, Hamamcı, Çoban, 2015).

Ortaya çıkan çevre sorunları tüm dünyayı ilgilendirmesine karşın, ekolojik problemler, siyasi partilerin gündeminde yer almamıştır; çünkü partiler bir tek ekonomik sorunlarla alakadar olmakta ve bir sonraki seçim kaygısıyla kısa vadeli çözümler üretmektedir. Aslında bu sorunların nasıl çözüleceği belli olmakla birlikte, hükümetlerin ulaşım, enerji, altyapı, tarım, gıda, sağlık politikalarının kökten değişmesini gerektirdiği için yeşil sorunlar, siyasal partiler tarafından göz ardı edilmektedir. Dolayısıyla yeşil hareketler sesini duyurabilmek için yeşil siyasete evrilmek zorunda kalmıştır. Yeşil hareketlerin partileşme döneminde parti olarak faaliyet gösterme ve ekolojik hareket olarak kalma ikilemi siyasal partiler arasında anlaşmazlığa neden olmuştur (Göktolga, 2013, s.132).

3.1. Yeşiller

İlk Yeşiller Partisi Yeni Zelanda'da 1972'de kurulmuştur (Ayvaz & Tekalan, 2002, s.4). İlk önemli çevre örgütü olan Sierra Kulübü 1892'de ABD'de kurulmuştur. Kırsal alanların korunmasını

en üst sıraya koymaktadır. Sierra Kulübü'nün geçmişi, nehirlere baraj yapılmasına karşı çıkılan tarihe dek uzanmaktadır. Günümüzde ise asıl amacı küresel ısınmaya karşı mücadelede bulunmaktır. Aslında ABD'nin fütursuzca uyguladığı enerji politikalarına karşı bir tavır sergilenmektedir (Giddens, 2013, s.78). 1972'de Birleşmiş Milletlerin düzenlemiş olduğu uluslararası Stockholm Konferansı'nda ilk kez çevre sorunları Dünya gündemine konu edilmiştir (Öztürk, 2017, s. 447).

1980'de yaşanan askeri darbenin anti-demokratik bir ortam oluşturması nedeniyle Türkiye'de çevreci toplumsal hareketlerin siyasallaşma süreci 1980'li yılların ortalarına tekabül etmektedir (Duru, 1995, s. 54).

Türkiye'de Yeşiller Partisinin temel ilkesini toplumsal ilişkilerden insan ve doğayı ayrı tutmamak oluşturuyordu. Parti çevrenin, ekolojik dengenin, tüm canlıların, insan hak ve özgürlüklerinin korunması, barışın sağlanmasını ön planda tutmaktaydı. Partinin demokrasi anlayışı vatandaşları önemsemektedir. Katılımcı demokrasinin, yerel yönetimlerin ve sivil toplum örgütlerinin güçlendirilmesiyle gerçekleşmesi öngörülmekteydi. Sanayileşmeye ve gelişmeye karşı bir tavır gösterilmemektedir, aksine çağdaş uygarlık seviyesine çıkabilmek esas amaçtır. Kadınların sömürülmesine kesinlikle karşı çıkan bir parti olmuştur. Parti içindeki muhalif grupların parti politikasını beğenmeyip seslerini yükseltmesi üzerine yaşanan ikilemler sonucu parti 1994'te kapanmıştır (Duru, 2002). Aralarında eski üyelerin de yer aldığı kurucularla Yeşiller Partisi on iki yıl sonra 2008'de tekrar açılmıştır. Partinin temel ilkeleri; doğaya uyum, sürdürülebilirlik, küresel mücadele, erkek egemenliğinin reddi, şiddetin reddi, doğrudan demokrasi, yerellik, adil paylaşım, özgür yaşam, çeşitliliğin korunması olmuştur (Parti Programı, Temel İlkeler).

4. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sözleşmesi'nde iklim değişikliği şu şekilde tanımlanmaktadır: *“İklim değişikliği, karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklim*

değişikliğine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik demektir’’ (BMİDÇS, 2002, s.5).

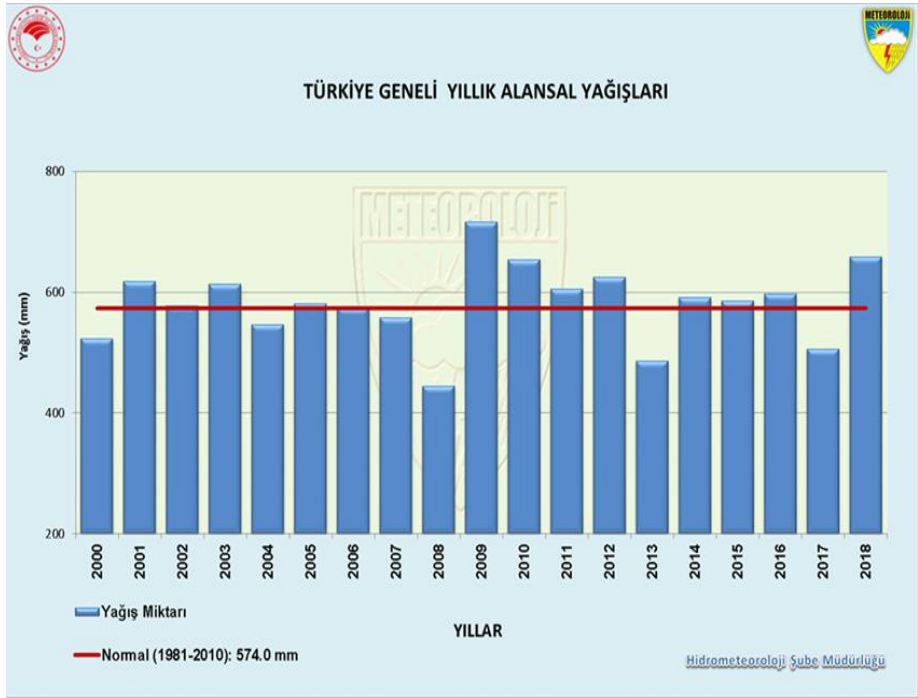
İklim değişikliğinin temel nedenini atmosfere yayılan zehirli gazlar oluşturmaktadır. Normal şartlar altında atmosferin görevlerinden biri insanları bu zararlı ışınlardan korumaktır; fakat endüstrileşme ve teknolojinin gelişmesi nedeniyle daha fazla kullanılan enerji kaynaklarının atıkları atmosferin bu koruyucu işlevini bozmaktadır. İnsan nüfusunun artması, yaşam standartlarının ve tüketim alışkanlıklarının değişmesiyle duyulan daha fazla enerji ihtiyacı sonucu doğa, insanlar tarafından tahrip edilmektedir (<http://climatechange.boun.edu.tr/>). 1860’lardan şimdiye dek yapılan araştırmalar, küresel sıcaklığın ortalama 0,5 ile 0,8 derece arttığını ifade etmektedir. Son 50 yıldaki artan sıcaklık insan hayatını bariz bir biçimde etkilemektedir. Herhangi bir tedbir alınmazsa bu yüzyılın sonunda küresel sıcaklığın ortalama 2 derece artacağı öngörülmektedir (Yüksel ve ark., 2011).

Günümüzde dünyada kıtlık ve açlıkla mücadele eden birçok insan bulunmaktayken su, temel yaşam kaynağımızı oluşturmaktadır. İklim değişikliğinin sıcaklıkların artmasına, su kaynaklarının giderek azalmasına ve su ihtiyacının artmasına neden olması beklenmektedir. Nüfus artışı ve gelişen sanayi sebebiyle su sıkıntısı öngörülmektedir. İklim değişikliğinin su kaynaklarına etkisi, yağış rejiminin farklılaşmasından ileri gelmektedir. İklim değişikliği nedeniyle yağışlarda meydana gelen farklılıklar su kaynakları için çok önemlidir. Sel felaketinin sık görülmesi yağışların kısa sürede ne kadar şiddetli olduğuna bağlıdır. Ayrıca yağışların mevsimsel dağılımındaki radikal değişiklikler kuraklığa neden olmaktadır. Örneğin sıcaklıkların artması halinde karla kaplı gün sayısı ve kar yağışı azalmaktadır. Kar yağışının az olduğu bir bölgede yağışların artık yağmur olarak görülmesi beklenmektedir (Kanber ve ark. 2010).

Dünya Bankası’nın yaptığı çalışmada (2009) Avrupa ve Orta Asya Bölgesi (ECA) için iklim değişikliği büyük bir tehdit unsurudur. Türkiye’nin de içinde bulunduğu bu bölgeler için yağışlar bütün mevsimlerde azalmasına rağmen sel, fırtına gibi doğal afetlerin sayısının artması, yüzey sularında azalış beklenirken sulama ihtiyacı

ve su kaynaklarının üzerinde yaşanacak baskıların artması, kuraklığın daha yoğun görülmesi ve yaşanacak kuraklık, tarımsal ürünlerin verimini etkileyeceğinden gıda güvenliği riskinin ortaya çıkması öngörülmektedir (Talü, 2015, s. 34). Sıcaklığın artmasıyla yağışlar azaldığı için yeraltı su seviyeleri ve sulak alanların olumsuz etkilenmesi söz konusudur. Tarımda kullanılan aşırı gübreleme ve pestisit uygulamaları yeraltı sularını kirletmekte ve su kaynaklarının sürdürülebilirliğini engellemektedir (Gökkür, 2016).

Tablo 1: Türkiye Geneli Yıllık Alansal Yağışları



Kaynak: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx>

Tablo 1’de de görüldüğü üzere, Türkiye’de 1981-2010 yılları arasında yıllık normal yağış 574.0 mm iken 2017’de yıllık yağışın normal seviyenin oldukça altında ve 2018 yılında ise aşırı bir yağış gerçekleştiği göze çarpmaktadır. Dolayısıyla iklim değişikliği su

döngüsünü değiştirmekte ve su kaynaklarını tehlikeye atmaktadır. Yağış rejiminin düzensizleşmesi tarım alanlarını etkilemekte, özellikle yoksul bölgelerde kırsal nüfusun gıda güvenliğini tehlikeye atmaktadır.

Türkiye, Akdeniz Havzası'nda yer aldığı için iklim değişikliğinin etkileri arasında daha çok kuraklık, dolayısıyla susuzluk; tarımsal ürün çeşitliliğinin azalması, orman yangınlarının yaygınlaşması, canlı türlerinin azalması beklenmektedir. WWF'nin Türkiye'nin Yarınları Projesi Sonuç Raporu 2010 verilerine göre, Akdeniz Havzası'nda görülen yağışlar son 25 senede %20 azalmıştır (WWF, 2010). *“Türkiye’de yıllık toplam yağışlar uzun yılların ortalamasına yaklaşık bir değer göstermesine karşın, yağışın sağanak şeklinde düşmesi sebebiyle birçok bölgede göllerin ve derelerin kurduğuna ya da su seviyelerinin iyice düştüğünü görmekteyiz”* (Talu, 2015).

Ülkemizin kuraklık tehdidi altında olduğu ve Akdeniz Havzası'ndaki sıcaklık artışının önümüzdeki 20-50 yıl içerisinde yaklaşık 2 derece yükselmesi tahmin edilmektedir. Aynı zamanda yağışların azalması, aşırı hava olaylarının sık görülmesi, turizm sektörünün olumsuz etkilenmesi, sulak bölgeler, yeraltı suları ve su depolama alanlarında yaşanacak kayıplar olması anlamına gelmektedir. 2030 yılına geldiğimizde su sıkıntısı nedeniyle göçlerin yaşanacağı ifade edilmektedir (WWF, 2010).

İklim Değişikliği ve Etki Araştırması: Akdeniz Çevresi Araştırması'nın sonuçlarına göre, 21. yüzyılda Akdeniz Bölgesi'nde gece ve gündüz sıcaklıklarının artacağı, yağış miktarının azalacağı, kuraklıkların artması ve daha uzun sürmesi beklenmektedir. Akdeniz Bölgesi için su talebi son 50 yılda iki kat artmıştır. İklim değişikliği nedeniyle Akdeniz Bölgesi'nde deniz seviyesi yükselecek ve kıyıları olumsuz etkileyecektir. İklim değişikliğine karşı fazlasıyla hassas olduğu için bölge, iklim sıcak noktası olarak tanımlanmıştır (Talu, 2015). Günümüzde Dünya'da birçok insanın içme suyuna erişimi dahi bulunmamaktadır. Artan nüfusun su ihtiyacının daha da artması beklenmektedir. Seyhan Ovası'nın yer altı suyu kaynakları iklim değişikliğine oldukça hassastır. Bu neden iklim değişikliğinin Seyhan'ın yer altı sularını azaltacağı beklenmektedir (Kanber ve ark. 2010).

Tablo 2: Seyhan Havzası Sektörel Su Tahsis Planı

Seyhan Havzası Toplam Su Kaynakları Potansiyeli						
Sektörel Alt Havza	Normal Durum (hm³)	2017 (hm³)	2022 (hm³)	2027 (hm³)	2037 (hm³)	Çok Şiddetli Kurak (hm³)
Zamantı	2.436	2.159	2.412	1.933	1.637	1.460
Göksu	2.230	1.983	2.208	1.782	1.517	1.360
Seyhan	2.617	2.304	2.589	2.048	1.713	1.514
Seyhan Barajı	7.282	6.445	7.208	5.762	4.867	4.332

Kaynak:

<https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Seyhan%20Havzas%C4%B1/Sekt%C3%B6rel%20Su%20Tahsis%20Plan%C4%B1.pdf>

Tablo 2’de Seyhan Havzası Sektörel Su Tahsis Planı’nda yer alan Seyhan Havzası toplam su kaynakları potansiyeli yer almaktadır. 2017, 2022, 2027, 2037 ve çok şiddetli kurak dönemleri kıstas alınmıştır. Adana’da Zamantı, Göksu, Seyhan, Seyhan Barajı alt havzaları belirlenen yıllardaki su kaynaklarının giderek azaldığı görülmektedir.

5. SAHA VERİLERİ

Adana’da odak gruplar ile yapılan 22-24-26 Nisan 2019 tarihli görüşmelerde şu verilere ulaşılmıştır.

İklim değişikliğine neden olan faktörler nelerdir?

Sanayileşme, fosil yakıtların kullanılması, çarpık kentleşmenin yoğun olması, kıyı bölgelerine imar izni verilmesi, tarım arazilerinin yerleşime açılması, nüfusun artması, tarımda kullanılan pestisitler, anız yangınları, termik santraller, kentsel dönüşüm yerine yerinde dönüşüm yapılması ve altyapı yetersizliğinin kirliliğe yol açması gibi nedenler iklim değişikliğine neden olmaktadır.

İklim değişikliğinin Akdeniz bölgesinde gözlemledikleri etkilerini şu şekilde sıraladılar:

- Tarım arazileri ve su kaynakları etkilenmekte, yer altı suları azalmaktadır.
- Mevsimlerin kayması
- Sıcaklıkların artmasıyla su sıcaklığının da artış göstermesi
- Hava kirliliği
- Göç
- Atıklardan kaynaklı kirliliğin suları da kirletmesi
- Sel taşkınları nedeniyle toprağın verimsizleşmesi
- Tarımsal ürünlerin fiyatlarının artması

İklim değişikliği hangi sektörleri etkilemektedir?

Tarım, turizm.

İklim değişikliğine yönelik çalışmalarınız var mı? Neler yapıyorsunuz?

Şu an için hazırlamakta olduğumuz Yerel İklim Değişikliği Eylem Planı yok, bakanlığın yönetmelik ve teşvik çıkarması gerekmektedir. Fakat yapılan tüm işlemler aslında Yerel İklim Değişikliği Eylem Planı'nın (YİDEP) bir ayağıdır. Örneğin Adana'da Katı Atık Depolama Sahası (ITC), iki tane su arıtma tesisi var. Hava kirliliği ile ilgili çalışmaktayız (Akdeniz Temiz Hava Merkezi).

Doğrudan iklim değişikliği ile ilgili bir çalışmamız yok. İklim Değişikliği Daire Başkanlığı kuruldu bu bile bir adımdır. Temiz havayla ilgili çalışmalarımız var. Biz atık su deşarjlarını takip ediyoruz. Deşarj yapmalarının denetimini yapıyoruz, teşvik veriyoruz. Geri dönüşümü kullananları da sayarsak şu an Adana'da 160 atık su arıtma tesisi var. Gri su özendirilmektedir (suyun geri dönüşümü).

Havza Koruma Eylem Planı var. Türkiye, Adana Seyhan ve Ceyhan'ı da kapsayan su havzalarına bölündü. Seyhan Havzası Sektörel Su Tahsis Planı Hazırlanması Projesi var. Seyhan Taşkın Planı bitti, Ceyhan Planı devam etmektedir.

İklim Değişikliği Eylem Planı nasıl olmalıdır?

İklim değişikliğinin etkileri çok geniş olduğu için her alanda değişikliğe gidilmesi gerekmektedir. Toplu taşıma sayısını artırmamız

gerekiyor. Şehir içinde imar değişikliklerine gitmemiz gerekiyor. Çarpık kentleşme mevcut. Halkın alım gücü düşük olduğu için sosyal yardımlaşma kömürlerinin ya kalitesi artırılmalı ya da doğal gaz teşvik edilmeli. Vatandaşa katkıda bulunulmalı. Daha fazla atık su arıtma tesisinin olması gerekiyor. Bisiklet yolları yapılmalı. Trafik yoğunluğunu azaltmak için ulaşım master planı yapılmalı, kaliteli yakıt kullanılmalı. Yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmaya başlanmalı ve artırılmalıdır. Adana’da yapmakla bitmiyor, iklim değişikliği Gaziantep’te, Mersin’de yapmazsanız Adana’yı doğrudan etkiliyor küresel anlamda ilintili bir durum.

İklim Değişikliği Eylem Planı’nın temel aktörleri nelerdir?

Teşvikler çok önemli, sanayide denetimin artırılması gerekiyor. Yönetmeliklerin uygulanması gerekmektedir. Denetimlerden Çevre ve Şehircilik Bakanlığı sorumludur, yaptırım odaklı çalışılması gerekmektedir. Yerel İklim Değişikliği Eylem Planı’nın (YİDEP) temel aktörleri, DSİ, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Belediyeler, STK’lar, üniversiteler. Farkındalığın artırılması gerekmektedir.

6. SONUÇ VE TARTIŞMA

Endüstrileşme sonucu yaşanan gelişmelerle insanlar doğayı daha fazla tahrip etmeye başlamıştır. Kapitalist tüketim alışkanlıkları nedeniyle insanların doğaya hükmetme çabası artarak devam etmektedir. Fakat doğal kaynaklar sonsuz değil, sınırlıdır.

Büyükşehirlerde yaşanan kuraklıkların, sellerin can ve mal kayıplarının nedeni giderek büyüyen şehirlerin su, arazi gibi kaynaklarının yetersiz geliyor olmasıdır (Barlas, 2013). Su tüketimi Dünya’da iki kat hızla artmaya devam etmektedir. Önümüzdeki birkaç on yıl içinde yüz milyondan fazla insanın iklim mültecisi olması tahmin edilmektedir (25 Litre Belgeseli, 2019).

Her hanedeki araba sayısının artması, sanayide kullanılan fosil yakıtlar, ormansızlaşma, tarımda kullanılan pestisitler ve atıklar iklim değişikliğini durdurulamaz noktaya getirmek üzeredir. Bilim insanlarının olacak dedikleri etkiler, şu an can alan fırtınalar, seller, hortum gibi aşırı hava olaylarıyla görülmektedir. Yapılan pek çok

araştırma, Dünya ve Türkiye için pek de iyimser olmayan senaryolar öngörmektedir. İklim senaryolarının asıl amacı, değişecek koşullara hazırlıklı olmak için yapılacak planlara yardımcı olmaktır. Fakat sadece seçim sürecini düşünen ve kısa vadeli kalkınma planları yapan siyasilerin yaşanacak felaketleri göz önünde bulundurması gerekmektedir. Enerji ve ulaşım altyapılarını bir an önce değiştirmesek 2° C'lik sıcaklık artışının önüne geçmek için vakit kalmayabilir (Barlas, 2013).

Literatür, il durum raporu, Meteoroloji Genel Müdürlüğü verileri, kaynak taramaları ve kurumlarla yapılan görüşmeler sonucunda ortak görüş olarak su kirliliğinin önlenmesinde Adana'da karşılaşılan güçlüklerle baktığımızda:

- Kurumsal ve yasal eksiklikler
- Mali imkansızlıklar nedeniyle arıtma tesislerinin kurulamaması
- Yeterli denetim yapılamaması
- Toplumda bilinç eksikliği karşımıza çıkmaktadır.

Günümüzde Adana'da yağışlar azalmakta; fakat su sorunu çok ciddi bir sorun olarak gözükmemektedir. Önlem alınmazsa önümüzdeki yıllarda iklim değişikliği, Adana'da su kaynaklarını olumsuz etkileyecektir. Adana'da iklim değişikliği ile ilgili çalışmaların yetersiz olduğu görülmektedir. Odak grup görüşmelerinin yapıldığı tarihlerde, Adana'da sera gazı envanter raporu verileri ve Yerel İklim Değişikliği Eylem Planı'nın bulunmadığı, günümüz en büyük risklerinden birini oluşturan iklim değişikliği etkileri için kurumsal yeterliliğinin kent genelinde olmadığı tespit edilmiştir.

Küresel iklim değişikliğinin yerel, ulusal ve uluslararası ölçekteki etkileri, Türkiye'de sosyo-ekonomik politikaların yapılandırılmasını, sürdürülebilir bir yaşam için başta su olmak üzere enerji, ulaşım, tarım konularında ilgili kurum ve kuruluşlarla iş birliği içinde kritik bir şekilde farklı politikalara geçilmelidir (Kıbaroğlu, 2008, s.354). İleride ciddi sıkıntılara maruz kalmamak için kentleri sürdürülebilirlik ilkelerine uygun bir şekilde restore etmek veya dizayn etmek gerekmektedir. Bu dönemde yeraltı ve yerüstü su kaynaklarını kirlilik ve aşırı kullanımdan korumak önem teşkil etmektedir. Yağmur sularının biriktirilmesi, gri suları dönüştürecek altyapıların oluşturulması ve yaygınlaştırılması, ulaşımdan tarım

arazilerine dek uzun vadeli kalkınma planları yapılmalı ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya başlamalı ve artırılmalıdır.

KAYNAKÇA

- Adana Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. (2017). *Adana İli 2016 Yılı Çevre Durum Raporu*. Adana.
- ADİYAMAN, M. A. (2019). Murray Bookchin'in Toplumsal Ekoloji Anlayışı Üzerine Bir Çalışma, **Yüksek Lisans Tezi**, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Muğla.
- AYAZ, H. (2014). Çevreci Eleştiri Üzerine Genel Bir Değerlendirme, *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim Dergisi*, Sayı: 3/1, s. 278-292, Türkiye.
- AYVAZ, Z. & TEKALAN A.Ş. (2002). Çevre Koruma Çalışmalarında Gönüllü Kuruluşların Yeri ve Önemi, *Çevre Dergisi*, Sayı: 5, s: 3-4.
- BARLAS, N. (2013). Küresel Krizlerden Sürdürülebilir Topluma Çağımızın Çevre Sorunları, Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi.
- BİRDİŞLİ, F. (2014). Çevreye Metaekolojik Yaklaşım ve Doğada Karşılıklı Dayanışma İlkesi, *Akademik İncelemeler Dergisi*, 9(1), s. 25-46.
- Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi: https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/webmenu/webmenu12421_1.pdf Erişim Tarihi: 16.01.2020.
- BOZKIR, Ö. (2018). Çevreci Anlayışın Siyasallaşması: Yeşil Siyaset ve Türkiye, *USOBED Uluslararası Batı Karadeniz Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 2(1), s. 56-69.
- CERİTLİ, İ. (2001). Çevreci Hareketin Siyasallaşma Süreci, *Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt: 25, Sayı: 2, Sayfa: 213-226.
- ÇÜÇEN, A. (2011). Derin Ekoloji, Uludağ Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Bursa.
- DURU, B. (1995). Çevre Bilincinin Gelişim Sürecinde Türkiye'de Gönüllü Çevre Kuruluşları, **Yüksek Lisans Tezi**, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- DURU, B. (2002). Türkiye'de Çevrenin Siyasallaşması: Yeşil Partisi Deneyimi, *Mülkiye Dergisi*, Cilt: 26, Sayı: 236, Sayfa: 179-200.

- ERBELET, E. (2014). Gıda Güvenliğinin Türk Tarım Politikalarındaki Yeri ve Türk Tarımına Etkisi, **Yüksek Lisans Tezi**, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- ERYILMAZ, Ç. (2017). Sosyal Bilim Paradigmaları Çerçevesinde Çevre Sosyolojisinin Kuramları ve Kavramları, *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt: 27, Sayı: 1, Sayfa: 159-174, Elazığ.
- FOSTER, J. B. (2002). Savunmasız Gezegen, Çev. (Hasan ÜNDER), Epos Yayınları, Ankara.
- GIDDENS, A. (2013). İklim Değişikliği Siyaseti, Çev. (Erhan BALTACI), Phoenix Yayınları, Ankara.
- GÖKKÜR, S. (2016). İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi, *Apelasyon Dergisi*, Sayı: 34.
- GÖKTOLGA, O. (2013). Yeni Siyaset ve Ekolojik Hareketler, *Birey ve Toplum Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(5), s. 127-136.
- HABLEMİTOĞLU, Ş. (2015). Egonun Ekolojik Olanını Severiz, *Gaia Dergi*.
- İDEM, Ş. (2002). Toplumsal Ekoloji Nedir? Ne Değildir? *Toplumsal Ekoloji*, 1, s. 7-20.
- İKLİMBU, İklim Değişikliğinin Nedenleri. <http://climatechange.boun.edu.tr/>, Erişim Tarihi 23.02.2020.
- KANBER, R., BAŞTUĞ, R., BÜYÜKTAŞ D., ÜNLÜ M., KAPUR B. (2010). Küresel İklim Değişikliğinin Su Kaynakları ve Tarımsal Sulamaya Etkileri, *Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*, s. 83- 118.
- KARAER, F. ve GÜRLÜK, S. (2003). Gelişmekte Olan Ülkelerde Tarım-Çevre-Ekonomi Etkileşimi, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, Cilt:4, Sayı: 2, Sayfa: 197 – 206.
- KAYA, R. (2019). Ekolojik Kriz: Derin Ekoloji ve Toplumsal Ekoloji Görüşleri ve Eleştirileri, **Yüksek Lisans Tezi**, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- KELEŞ, R., HAMAMCI, C., ÇOBAN A. (2015). Çevre Politikası. İmge Kitabevi, Ankara.
- KİBAROĞLU, A. (2008). Küresel İklim Değişikliğinin Sınraşan Su Kaynakları Politikasına Etkileri, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, s.347-355.
- KOVEL, J. (2005). *Doğanın Düşmanı Kapitalizmin Sonu mu, Dünyanın Sonu mu?*, Çev., Gürol Koca. İstanbul: Metis Yayınları.

- KÜRKLÜ, A. (2015). Demokrat Parti Tarım Politikaları (1950-1960), **Yüksek Lisans Tezi**, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ.
- KÜZECİ, U. (2011). Türkiye’de Uygulanan Tarım Politikalarının Dış Ticaret Üzerine Etkileri, **Yüksek Lisans Tezi**, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- National Geographic Türkiye, (2019). 25 Litre Belgeseli.
- ÖZTÜRK, M. (2010). Tek Parti Dönemi (1923-1945) Tarım Politikalarında Devletçilik, **Yüksek Lisans Tezi**, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- ÖZTÜRK, Ö. (2017). Çevrecilik Söylemleri ve Türkiye’deki Çevre Hareketlerinin Seyri, *Tarih Kültür ve Sanat Araştırmaları Dergisi*, Cilt: 6, Sayı:2, s. 44- 456.
- SEZER, Ö. (2006). Çevre Korumacılıktan Radikal Ekolojiye, *Sosyal Bilimler Araştırmaları E-Dergisi*, Yıl: 3, Cilt: 3, Sayı: 5.
- SUSAM, N. ve BAKKAL, U. (2008). Türkiye’deki Tarım Politikalarındaki Dönüşümün Kamu Bütçesi ve Ekonomi Üzerindeki Etkileri, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt:10, Sayı:1, Sayfa: 327 – 357.
- ŞAKACI, B. K. (2011). İnsanmerkezcilik ve Çevremerkezcilik Ekseninde Derin Ekoloji Yaklaşımının Çözümlemesi ve Eleştirisi, **Doktora Tezi**, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Havza Yönetimi Dairesi Başkanlığı. (2017). *Seyhan Havzası Sektörel Su Tahsis Planı*, Seyhan Havzası Sektörel Su Tahsis Planı Hazırlanması Projesi. Ankara.
- TALU, N. (2015). Türkiye’de İklim Değişikliği Siyaseti. Phoenix Yayınları, Ankara.
- TDK, Ekoloji Nedir?. <https://sozluk.gov.tr/>, Erişim Tarihi 22.02.2020.
- TOKAR, B. (2014). İklim Adaletine Doğru. Çev. Sezgin Ata. İstanbul: Öteki Yayınevi.
- Türkiye Geneli Yıllık Alansal Yağışları. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx>, Erişim Tarihi: 03.01.2020.
- ÜSTE, R. B. (2015). Doğanın Siyaset Paradigması: Yeşil Siyaset, *Sosyal ve Beşeri Bilimleri Dergisi*, Cilt: 7, Sayı: 2.

- WWF, (2010). *Türkiye'nin Yarınları Projesi Sonuç Raporu*, Doğal Hayatı Koruma Vakfı (WWF).
- YALÇIN, S., (2017). Saklı Seçilmişler, Kırmızı Kedi Yayınları, İstanbul.
- Yeşiller Partisi Programı ve Tüzüğü, (1988). Ankara.
- YILDIRIM, C. (2017). Ekoloji Düşüncesinde İnsan ve Toplum Anlayışı, *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, Cilt: 6, Sayı: 1, Sayfa: 289-308.

BÖLÜM5

GIDALARDA NANOTEKNOLOJİ UYGULAMALARI

Rukiye ÇOLAK ŞAŞMAZER
(Ürün Geliştirme ve Kalite Yöneticisi)
Prof. Dr. Mihriban KORUKLUOĞLU

GIDALARDA NANOTEKNOLOJİ UYGULAMALARI

Rukiye ÇOLAK ŞAŞMAZER

Ürün Geliştirme ve Kalite Yöneticisi

TAT GIDA SANAYİ A.Ş. Arge Merkezi, Bursa

Doktora Öğrencisi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda

Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa

Mihriban KORUKLUOĞLU

Prof. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

GİRİŞ

Nanoteknoloji, en az bir ölçüme, yani 1-100 nm uzunluğa sahip yapıların, araçların veya malzemelerin tasvirini, üretimini ve kontrolünü içerir. Molekül boyutu bu aralığın altında azaldığında, malzeme aynı maddeden yapılmış makro malzemelerinin özelliklerinden farklı fiziksel ve bileşik özellikler gösterir. Nanoteknoloji, bilim ve teknolojide nano düzeyde yeni malzeme üretimi için geniş uygulama alanı ile hızla büyüyen bir alan olarak ortaya çıkmaktadır (Albrecht ve ark., 2006).

Nanoteknoloji alanında araştırmalar son on yılda yükselişe geçmiştir ve çeşitli kuruluşlar şu anda nanosized maddenin yeni türlerini oluşturmak, tıbbi tedavi ve teşhis, canlılık nesil, sub-atomik kayıt ve destekleyici materyaller dahil öngörülen uygulamalar ile pratik tecrübe kazanmaktadır. Son yıllarda, nanoteknolojideki bu büyük gelişmeler endüstriyel teknolojide yeni bir çağ açmaktadır. (Benn ve Westerhoff, 2008; Heinlaan ve ark., 2008; Li ve ark., 2008; Wokovich ve ark. 2009).

Nanopartiküller tekstil kumaşlarının, su dezenfeksiyonunun, tıbbi malzemelerin ve gıda ambalajının dezenfeksiyonunda kullanılmaktadır (Hajipour ve ark., 2012; Seil ve Webster, 2012; Mihindukulasuriya ve Lim, 2014). Yüksek yüzey alanı ile hacim oranı ve benzersiz kimyasal ve fiziksel özellikleri nedeniyle, nano ölçekli malzemeler yeni

antimikrobiyal ajanlar olarak ortaya çıkmıştır (Morones ve ark ., 2005; Kim ve ark. 2007).

Nanoteknoloji, bu yüzyılda artan trendlerin dikkat çekici bir örneğidir (Bachmann ve ark. 2001). Finansal uzmanlar, bu teknolojinin 2025'te patlayacağını ön görmüşlerdir (Glenn ve Gordon 1997). Nanoteknoloji, gıda lezzetini ve dokusunu iyileştirmek, yağ içeriğini azaltmak veya besin maddelerini (örneğin vitaminler) kapsüllemek için, bir ürünün raf ömrü boyunca korunmasını sağlamak için uygulanabilmektedir (Sekhon 2010).

Gıdalarda Antimikrobiyel Etkileri

Gıda koruma sağlam beslenmeye olan ilgi, dünya nüfusunun gelişimi ve yoksullaştırılmış yaşam tarzlarının yükselmesi nedeniyle son yıllarda önemli ölçüde artmıştır. Evrensel olarak 2050 yılına kadar, 65 yaşından büyük insanların sayısının dünya nüfusunun% 16'sını temsil edecek şekilde 1,5 milyar civarında olması beklenirken, 1950'de bu nüfusun sadece% 5'ini oluşturduğu tahmin edilmektedir (Haub 2011).

Antimikrobiyal özelliklerin yanı sıra, nanopartiküller, açtıktan sonra bile raf ömrünü uzatan antioksidanlar, enzimler, tat vericiler, renklenme önleyici maddeler ve raf ömrünü uzatmak için araç olarak kullanılabilmektedir (Cha ve Chinnan, 2004; LaCoste et al., 2005; Weiss ve ark. , 2006). Ayrıca TiO_2 , patojenik mikroorganizmalar için toksik olan yüksek oranda reaktif oksijen türleri (ROS) ürettiği için dezenfekte edici bir madde olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Gümüş nanopartiküllerin *E. coli* ve *Bacillus cereus* sporlarına karşı antimikrobiyal aktivitesi, sırasıyla titanyum dioksit ve karbon nanotüplerle birleştirildiğinde büyük ölçüde artmaktadır (Krishna ve ark. 2005).

Gümüş katkılı TiO_2 nanoparçacıkları ayrıca alüminyum ve polyester yüzeylerde *B. cereus* sporlarını etkisiz hale getirdiği ve hava filtrelerine dahil edildiklerinde havadaki bakteri ve küfleri imha ettikleri ifade edilmiştir (Vohra ve ark 2005).

Gu ve ark. (2003) vankomisin moleküllerinin altın nanoparçacıklara kovalent olarak bağlı vankomisine dirençli bakterilere karşı daha fazla etki gösterdiğini keşfetmişlerdir. Selektif antikorlarla fonksiyonelleştirilmiş lizozim kaplı polistiren nanoparçacıkları ve *L. Monositogenes* 'e karşı bakterisidal etki sergilemiştir (Yang ve diğerleri, 2007).

Antimikrobiyal aktiviteye sahip diğer gıda paketlenme nanoparçacıklarının; MgO (Stoimenov ve diğerleri, 2002), Cu₂O (Yoon ve diğerleri, 2007; Cioffi ve diğerleri, 2005), ZnO (Emamifar ve diğerleri, 2011), kitosan (Tan ve ark. 2013) ve karbon nanotüpler (Kang ve ark. 2009) olduğu bildirilmiştir. Antimikrobiyal nanopartiküller ile doldurulmuş nişasta bazlı kolloidal kaplamalar, gıdalarda paketlenme olanağı sağlamıştır (Boumans, 2003).

Nanopartiküllerden konvansiyonel TiO₂, özellikle UV varlığında, biyosidal ve antiproliferatif özellikleri nedeniyle çeşitli alanlarda uygulanmıştır (Blake ve ark., 1999). Yeni nesil antimikrobiyal olarak gümüş nanopartiküllerin kullanımı kapsamlı bir şekilde tartışılmıştır (Rai ve ark., 2009; Duncan, 2011). Duran ve ark. (2007), iyonik veya metalik gümüşün yanı sıra Gümüş nanopartiküllerin tıpta, çelik kaplamada, tekstil kumaşlarında, su arıtımında, güneş koruyucu losyonlarda ve diğerlerinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Gıda işleme sırasında nanopartiküller; ürünün beslenme kalitesini, akış özelliğini, lezzetini, rengini ve stabilitesini iyileştirmek veya raf ömrünü artırmak için uygulanmıştır. Nanoteknolojinin, gıda endüstrisinde daha düşük yağ, şeker ve tuzlarla daha sağlıklı yiyeceklerin geliştirilmesine yardımcı olabileceği belirtilmiştir. SiO₂ ve TiO₂ oksit gibi nanopartiküllerin katkı malzemesi olarak gıdalarda kullanımına izin verilmiştir (sırasıyla E551 ve E171) (EFSA, 2000).

Nano boyutlu taşıyıcı sistemler veya nanokapsüller, lipozomlar, miseller veya protein bazlı taşıyıcılar olarak, nano-gıda katkı maddeleri, besin takviyeleri, istenmeyen tadı maskelemek, biyoyararlanımı arttırmak ve ihtiyaç duymadan çözülmeyen katkı maddelerinin daha iyi dağılmasını sağlamak için kullanılmaktadır. yüzey aktif maddeler veya emülgatörler için (Morris ve diğerleri, 2011; Cushen ve diğerleri, 2012; Duran ve Marcato, 2013). Nano kapsülleme sırasında, gıda katkı maddeleri, nanokompozit bir polimer, ör.Oktenil süksinik anhidrit- - kontrollü salıverme için polilisin (Yu ve arkadaşları, 2009; Sekhon, 2010). Curcumin'in anti-kanser aktivitesi, hidrofobik olarak modifiye edilmiş nişastada kapsülleme ile arttırılmıştır (Yu ve Huang, 2010).

Gıdalarda Nanoenkapsülasyon

Lipozomlar, miseller veya protein bazlı taşıyıcılar olarak nano boyutlu sistemler veya nanokapsüller, besin takviyesi, istenmeyen tadı maskelemek veya emülgatör amaçlı, ayrıca biyoyararlılığı arttırmak için

kullanılabilir (Morris ve ark., 2011; Cushen ve ark., 2012; Duran ve Marcato, 2013).

Nanokapsülasyon uygulamalarında, kontrollü salınım için nanokompozit polimer; örneğin Oktenil süksinik anhidrit - polilizin içine alınır. Kurkuminin anti-kanserojenik aktivitesi ise, hidrofobik olarak modifiye nişastada kapsülleme ile geliştirilmiştir (Yu ve Huang, 2010).

Gıda Ambalajı Uygulamaları

Nanoteknoloji, tarım ve gıda biliminde heyecan verici ve hızla gelişen bir alandır. Nano ölçekli malzemelerin algılama ve tespit uygulamalarında kullanımı hızlı bir şekilde artmakta, yiyecek, içecek, diğer ürünlerdeki kimyasal ve biyolojik kalıntıların tespit edilmesi için geleneksel tekniklere alternatif yöntemler sağlamaktadır. Bir gıda ürünü üretimden hemen sonra tüketilmediğinde, çeşitli kapasitelere hizmet eden bir paket içinde tutulmalıdır. Hiçbir malzeme barometrik gazlara, su buharına veya ortak maddelere tamamen geçirgen değildir. paketlenmiş gıdanın içinde veya hatta ambalaj malzemesinin kendisinde bulunur. Birkaç uygulamada, yer değiştirme veya gaz dağılımına büyük engeller, örneğin, kullanılabilirlik süresi desteklenmiş hücre solunum için tutarlı bir oksijen kaynağına erişime bağlı olan yerden yetişen taze gıdalar için ambalajlamada istenmez (Robertson, 2012) .

Nanokompozitlerin Gıda endüstrisinde nanoparçacıkların en yaygın uygulamalarından biri nanokompozitlerin geliştirilmesidir. Paketleme ve malzeme kaplamasında kullanılacak nanokompozit malzemelerin üretimi rapor edildi (Pinto ve diğerleri, 2013; Mihindukulasuriya ve Lim, 2014). Bu malzemelerin polimer matrisine dahil edilmesi onu daha hafif, daha güçlü, yangına dayanıklılık, daha iyi termal özellikler, gazlara karşı daha az geçirgen hale getirmektedir.

bir etilen-vinil alkol kopolimeri ve ayrıca polilaktik asit biyopolimeri içine eklenen kil nanoparçacıklarının, oksijen bariyer özelliklerini geliştirdiği ve bu kompozitin gıda ürünlerinin raf ömrünü uzattığı tespit edilmiştir (Lagarón ve ark. 2005).

Nanoteknoloji, ambalaj malzemesinin geçirgenliğini değiştirebilir, bariyer özelliklerini artırabilir, mekanik ve ısıya dayanıklılığı artırabilir, aktif antimikrobiyal yüzeyler geliştirebilir ve nano biyobozunur paketleme

malzemeleri oluşturabilir. Nanoteknoloji, nano-formüle edilmiş tarımsal kimyasalları üretmek, besin değerlerini zenginleştirmek ve biyoaktif kapsülleme yoluyla yeni ürünler üretmek için besin dağıtım sisteminin tasarımıyla gıda endüstrisinde ileriye dönük bir devrime sahiptir. Patojenlerin ve kimyasal kalıntıların tespiti için yenilikçi biyosensörlerin geliştirilmesinde kullanılmıştır. Bu yeni teknoloji aynı zamanda gıdadaki nanopartiküllerin toksikolojik yönleri hakkında ciddi bir endişe uyandırmakla beraber risk değerlendirmesi ve güvenlik konularına vurgu yapmaktadır. Aynı zamanda, gıda teknolojisinde nanoparçacıkların uygulanmasıyla ilgili riskleri yönetebilen yasal çerçeveye duyulan acil ihtiyacı yansıtmaktadır. (Albrecht ve ark. 2006).

Yüksek yüzey alanı / hacim oranı, eşsiz kimyasal ve fiziksel özellikleri nedeniyle, nano ölçekli malzemeler yeni antimikrobiyal maddeler olarak ortaya çıkmıştır (Morones ve diğerleri, 2005; Kim ve diğerleri, 2007). Nanoteknoloji, bu yüzyılda yükselen ilerlemeler konusunda dikkat çekici bir örnek olmaya devam etmektedir (Bachmann ve ark. 2001). Birkaç finansal araştırmacı, bu teknolojinin 2025 yılına kadar canlanacağını tahmin ediyor (Glenn ve Gordon 1997). Nanoteknoloji, 1-100 nm uzunluğa sahip en az bir ölçümü olan yapıların, araçların veya malzemelerin tasviri, üretimi ve kontrolünü içerir. Molekül boyutu bu aralığın altına düştüğünde, malzeme aynı maddeden yapılan makro ölçekli malzemelerin özelliklerinden farklı fiziksel ve bileşik özellikler gösterir. Nanoparçacık araştırmalarının parlak geleceği bugün sadece potansiyel uygulamaları nedeniyle değil, aynı zamanda yeni sentetik yollar sunduğu için de önemlidir (Chung ve ark. 2017).

Sonuç

Nanoteknoloji, gıda ürünlerini daha lezzetli, daha sağlıklı ve daha besleyici hale getirerek gıda maddelerini geliştirebilir, yeni gıda maddeleri, yeni gıda ambalajları ve depolama yöntemleri oluşturabilir. Nanoteknoloji, yiyeceklerin lezzetini ve tüketimini yükseltmek, bir maddenin kullanım süresi içinde bozulmadıklarını garanti etmek için vitaminler gibi takviyeleri standartlaştırmak için kullanılabilir. Nanoteknolojinin gıda ürünlerinde verimli kullanımı sınırlıdır. Gıda endüstrisinde nano parçacıkların muazzam faydalarına rağmen, toksisite ve çevresel etki konusunda halkın büyük kaygısı bulunmaktadır. Nanoparçacıkların çevrede biyoyararlanımı, davranışı, konumu ve

toksitesitesi ile ilgili kilit hususların incelenmesi gerekmektedir (Klaine ve ark. 2008).

Nanoteknoloji gibi yükselen yenilikler, bir incelemeyi katalizlemek ve esnek bir gıda güvenliği çerçevesi oluşturmak için bu dört temel belirleyiciyi hedefleyebilir. Nanoteknolojideki mevcut modeller, istisnai şekilde planlanmış bir yapı içinde haritalanmış yazma ve lisanslar gibi AR-GE markörlerini kullanarak gıda güvenliğini geliştirme yetenekleri açısından değerlendirildi. Anket, nanoteknolojinin, yeşil dönüşüm ilerlemeleri ve biyoteknolojilerle karşılaştırıldığı zaman, gıda güvenliğine yönelik daha büyük bir tuval ve daha fazla potansiyele sahip olduğunu göstermektedir (Chung ve ark. 2017).

Kaynaklar

Albrecht, M.A., Evans, C.W., Raston, C.L. 2006.Green chemistry and the health implications of nanoparticles. *Green Chem.*, 8(5): 417 32.

Antonio, J.R., Ant6nio, C.R., Cardeal, I.L.S, Ballavenuto, J.M.A., Oliveira J.R. 2014. Nanotechnology in dermatology. *Anais Brasileiros De Dermatologia*, 89(1): 126 36.

Arora, A., Padua, G.W. 2010. Review: nanocomposites in food packaging. *J.Food Sci.*, 75: 43 49.

Augustin, M.A., Hemar, Y. 2009. Nano- and micro-structured assemblies for encapsulation of food ingredients. *Chem. Soc. Rev.*, 38: 902 912.

Bachmann G, Holtmannsp6tter D, Korte S, Zweck A. 2001. Angels on a pinhead: new research networks for nanotechnology. *Foresight* 3(4):331–339. doi: 10.1108/14636680110803201 [Crossref]

Celli GB, Ghanem A, Brooks MSL. 2015. Bioactive encapsulated powders for functional foods-a review of methods and current limitations. *Food Bioproc Tech.* 8:1825–1837. doi: 10.1007/s11947-015-1559-z [Crossref], [Web of Science ®]

Champagne CP, Fustier P. 2007. Microencapsulation for the improved delivery of bioactive compounds into foods. *Curr Opin Biotechnol.* 18:184–190. doi: 10.1016/j.copbio.2007.03.001 [Crossref], [PubMed], [Web of Science ®]

Chung IM, Rajakumar G, Lee JH, Kim SH, Thiruvengadam M. 2017. Ethnopharmacological uses, phytochemistry, biological activities, and biotechnological applications of *Eclipta prostrata*. *Appl Microbiol*

Biotechnol. 101(13):5247–5257. doi: 10.1007/s00253-017-8363-9. [Crossref], [PubMed], [Web of Science ®]

Cook MT, Tzortzis G, Charalampopoulos D, Khutoryanskiy VV. 2012. Microencapsulation of probiotics for gastrointestinal delivery. *J Control Release*. 162:56–67. doi: 10.1016/j.jconrel.2012.06.003 [Crossref], [PubMed], [Web of Science ®]

Do K, Cy L. 2004. Comprehensive study on vitamin C equivalent antioxidant capacity of various polyphenols in scavenging a free radical and its structural relationship. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 44:253–273. doi: 10.1080/10408690490464960 [Taylor & Francis Online], [Web of Science ®]

Donini L, Savina C, Cannella C. 2009. Nutrition in the elderly: role of fiber. *Arch Gerontol Geriatr*. 49:61–69. doi: 10.1016/j.archger.2009.09.013 [Crossref], [PubMed], [Web of Science ®]

Ezhilarasi P, Karthik P, Chhanwal N, Anandharamakrishnan C. 2013. Nanoencapsulation techniques for food bioactive components: a review. *Food Bioproc Tech*. 6:628–647. doi: 10.1007/s11947-012-0944-0 [Crossref], [Web of Science ®]

Fuchs CS, Giovannucci EL, Colditz GA, Hunter DJ, Stampfer MJ, Rosner B, Speizer FE, Willett WC. 1999. Dietary fiber and the risk of colorectal cancer and adenoma in women. *N Engl J Med*. 340:169–176. doi: 10.1056/NEJM199901213400301 [Crossref], [PubMed], [Web of Science ®]

Glenn JC, Gordon TJ. 1997. The millennium project: 1997 state of the future – implications for actions today. *Technol Forecast Soc Change*. 56(3):203–296. doi: 10.1016/S0040-1625(97)00114-5 [Crossref], [Web of Science ®]

Hoffmann S, Batz MB, Morris JG Jr. 2012. Annual cost of illness and quality-adjusted life year losses in the United States due to 14 foodborne pathogens. *J Food Protection*. 75:1292–1302. doi: 10.4315/0362-028X.JFP-11-417 [Crossref], [PubMed], [Web of Science ®]

Homola J. 2008. Surface plasmon resonance sensors for detection of chemical and biological species. *Chem Rev*. 108:462–493. doi: 10.1021/cr068107d [Crossref], [PubMed], [Web of Science ®]

Kwon MJ, Lee J, Wark AW, Lee HJ. 2012. Nanoparticle-enhanced surface plasmon resonance detection of proteins at attomolar concentrations: comparing different nanoparticle shapes and sizes. *Anal Chem.* 84:1702–1707. doi: 10.1021/ac202957h [Crossref], [PubMed], [Web of Science ®]

Lagaron JM, Ocio MJ, Lopez-Rubio AR. 1997. The Wiley encyclopedia of packaging technology. New York: John Wiley & Sons. Vol. 41; p. 381. [Google Scholar]

Lee CJ, Scheufele DA, Lewenstein BV. 2005. Public attitudes toward emerging technologies examining the interactive effects of cognitions and effect on public attitudes toward nanotechnology. *Sci Comm.* 272:240–267. doi: 10.1177/1075547005281474 [Crossref], [Web of Science ®]

López-Rubio A, Sanchez E, Sanz Y, Lagaron JM. 2009. Encapsulation of living bifidobacteria in ultrathin PVOH electrospun fibers. *Biomacromol.* 10:2823–2829. doi: 10.1021/bm900660b [Crossref], [PubMed], [Web of Science ®]

Macoubrie J. 2004. Public perceptions about nanotechnology: risks, benefits and trust. *J Nanopart Res.* 6(4):395–405. doi: 10.1007/s11051-004-3394-4 [Crossref], [Web of Science ®]

Malanowski N, Zweck A. 2007. Bridging the gap between foresight and market research: integrating methods to assess the economic potential of nanotechnology. *Technol Forecast Soc Change.* 74(9):1805–1822. doi: 10.1016/j.techfore.2007.05.010 [Crossref], [Web of Science ®]

Mercea P. 2000. Models for diffusion in polymers. *Plastic Packaging Materials for Food — Barrier Function, Mass Transport.* In: Piringer O-G, Baner AL, editors. Quality assurance and legislation. Weinheim: Wiley-VCH; p. 125–157. [Google Scholar]

Meyer KA, Kushi LH, Jacobs DR, Lavin J, Sellers TA, Folsom AR. 2000. Carbohydrates, dietary fiber, and incident type 2 diabetes in older women. *Am J Clin Nutr.* 71:921–930. [Crossref], [PubMed], [Web of Science ®]

Morales BS, Vargas HM, Maldonado JS, Coria MD. 2011. Satisfaction with food and life, an exploratory study among students in la frontera university, Temuco-Chile. *Psicologia Sociedade.* 23:426–435. doi: 10.1590/S0102-71822011000200024 [Crossref]

Mukhopadhyay SS. 2014. Nanotechnology in agriculture: prospects and constraints. *Nanotechnol Sci Appl*. 7:63–71. doi: 10.2147/NSA.S39409 [Crossref], [PubMed]

Olabi A, Neuhaus T, Bustos R, Cook-Camacho M, Corvi T, Abdouni L. 2015. An investigation of flavor complexity and food neophobia. *Food Qual Prefer*. 42:123–129. doi: 10.1016/j.foodqual.2015.01.004 [Crossref], [Web of Science ®]

Öner MA, Karaca F, Beşer SG, Yildirmaz H. 2013. Comparison of nanotechnology acceptance in Turkey and Switzerland. *Int J Innovation Tech Manag*. 10:1340007. doi: 10.1142/S0219877013400075 [Crossref]

Pliner P, Salvy S. 2006. Food neophobia in humans. *Front Nut Sci*. 3:75. [Google Scholar]

Raudenbush B, Frank RA. 1999. Assessing food neophobia: The role of stimulus familiarity. *Appetite*. 32:261–271. doi: 10.1006/appe.1999.0229 [Crossref], [PubMed], [Web of Science ®]

Robertson GL. 2012. Food packaging: principles and practice. Boca Raton, FL: CRC Press. [Google Scholar]

Roco MC. 2011. The long view of nanotechnology development: the national nanotechnology initiative at 10 years. *J Nanopart Res*. 13:427–445. doi: 10.1007/s11051-010-0192-z [Crossref], [Web of Science ®]

Rouge P, Culerrier R, Granier C, Rance F, Barre A. 2010. Characterization of IgE-binding epitopes of peanut (*Arachis hypogaea*) PNA lectin allergen cross-reacting with other structurally related legume lectins. *Mol Immunol*. 47:2359–2366. doi: 10.1016/j.molimm.2010.05.006 [Crossref], [PubMed], [Web of Science ®]

Scallan E, Hoekstra R, Mahon B, Jones T, Griffin P. 2015. An assessment of the human health impact of seven leading foodborne pathogens in the United States using disability adjusted life years. *Epidemiol Infect*. 143:2795–2804. doi: 10.1017/S0950268814003185 [Crossref], [PubMed], [Web of Science ®]

Scharff RL. 2010. Health-related costs from foodborne illness in the United States. Produce Safety Project, Georgetown University, Washington, DC. [Google Scholar]

Schnettler B, Reyes P, Henríquez J, Ruff P, Sepúlveda J, Denegri M, Miranda H, Sepúlveda N, Lobos G. 2011. Preferences for lamb's meat in supermarkets in Temuco, La Araucanía Region, Chile. *Revista Científica*. 21:388–395. [Web of Science ®]

Sekhon BS. 2014. Nanotechnology in agri-food production: an overview. *Nanotechnol Sci Appl*. 7:31–53. doi: 10.2147/NSA.S39406 [Crossref], [PubMed]

Teow, Y., Asharani, P.V., Hand, M.P., Valiyaveetil, S. 2011. Health impact and safety of engineered nanomaterials. *Chem. Commun.*, 47:7025 7038.

Thangave, G., Thiruvengadam, S. 2014. Nanotechnology in food industry A review. *Int. J. Chem. Tech. Res.*, 16(9):4096 4101.

Tinkle, S., McNeil, S.E., Muhlebach, S., Bawa, R., Borchard, G., Barenholz, Y. 2014. Nanomedicines: addressing the scientific and regulatory gap. *Ann. New York Acad. Sci.*, 1313: 35 56.

Vohra, A., Goswami, D.Y., Deshpande, D.A., Block, S.S. 2006. Enhanced photocatalytic disinfection of indoor air. *Appl. Catalysis B-Environ.*, 64: 57 -65.

Weiss, J., Takhistov, P., McClements, D.J. 2006. Functional materials in food nanotechnology. *J. Food Sci.*, 71(9):R107 R116.

Wokovich, A., Tyner, K., Doub, W., Sadrieh, N., Buhse, L.F. 2009. Particle size determination of sunscreens formulated with various forms of titanium dioxide. *Drug Dev. Ind. Pharm.*, 35(10): 1180 9.

Yang, H., Qu, L., Lin, Y., Sun, Y., Jiang, X. 2007. Detection of *Listeria monocytogenes* in biofilms using immunonanoparticles. *J. Biomed. Nanotechnol.*, 3: 131 138.

Zhu, K., Dietrich, R., Didier, A., Doyscher, D., Märklbauer, E. 2014. Recent developments in antibody-based assays for the detection of bacterial toxins. *Toxins*, 6: 1325 1348.

BÖLÜM6

SAĞLIK KURULUŞLARI İÇİN TEDARİKÇİ SEÇİMİ KRİTERLERİ

Arş.Gör.Sena KUMCU
Dr. Öğr. Üyesi Bahar ÖZYÖRÜK

SAĞLIK KURULUŞLARI İÇİN TEDARİKÇİ SEÇİMİ KRİTERLERİ

Sena KUMCU

*Arş.Gör.,Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
Endüstri Mühendisliği,Ankara,TÜRKİYE.*

Bahar ÖZYÖRÜK

*Dr. Öğr. Üyesi ,Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
Endüstri Mühendisliği,Ankara,TÜRKİYE.*

GİRİŞ

Sağlık sektörünün önemli parçası olan hastaneler ve tedarikçileri faaliyetlerini yerine getirebilmek amacıyla ihtiyaç duydukları malzemeleri ve hizmetleri istenilen zamanda, yerde, kalitede ve fiyatta sağlamak için çalışırlar. Bu sebeple günümüz sağlık sektöründe tedarik zinciri yönetimine daha fazla önem verilmektedir. Hastanelerde tedarik sistemi; sağlıklı stok yönetimini, düzenli malzeme tedarikini, bakım ve hizmet sürecinin hızını ve kalitesini belirlemektedir. Tedarik sürecindeki değer katmayan tüm faaliyetlerin, hareketlerin ve süreçlerin ortadan kaldırılması, hataların en aza indirilmesi, hastanenin girdileri ile çıktıları arasındaki sürecin verimliliğinin artırılması ise, tedarik zinciri yönetiminin (TZY) doğru yönetilmesiyle sağlanır.

İnsan sağlığının hatta hayatının söz konusu olduğu sağlık kurumlarının tedarik faaliyetleri aksatılmadan yürütülmelidir, çünkü sağlık kurumlarında lojistik faaliyetlerinden kaynaklanan hataların telafisi yoktur. Yaşanabilecek herhangi bir aksaklık insan hayatına mal olabilir. Bu sebeple sağlık kurumlarında tedarikçiler çok dikkatli seçilmelidir (Aptel & Pourjalali 2001: 68).

Bu çalışmanın amacı sağlık kurumlarında tedarikçi seçiminde rol oynayan kriterleri literatür araştırması ile belirlemek ve tedarik zinciri yönetiminin bu sektördeki önemini ortaya koymaktır.

1.SAĞLIK SEKTÖRÜNDE TEDARİKÇİ SEÇİMİ KONUSUNDA YAPILAN ÇALIŞMALAR

Literatürde tedarikçi değerlendirilmesi ve seçimi ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Tedarikçi seçimi konusunda ilk çalışmalardan biri Dickson (1966) tarafından Amerika’da yapılmıştır. Dickson, satın alma acentesi ve ulusal satın alma derneği (National Association of Purchasing) yöneticilerinden seçilmiş 273 kişiye anket göndermiştir. Bu çalışma neticesinde, tedarikçi değerlendirme ve seçimi için 23 kriter tanıtılmıştır. Belirlenen bu kriterler birçok çalışmaya ışık tutmuştur. Bu çalışmalar imalat sektöründe geniş çaplı akademik çalışmalar olmasına rağmen, bugün benzer çalışmalar hizmet sektöründe oldukça azdır. Sağlık hizmetlerinde imalat sektöründen farklı olarak tedarikçi seçimine yönelik bir dizi kriterler belirlenmiştir. Tablo 1’de sağlık alanında yapılmış tedarikçi seçimi ile ilgili çalışmalar yer almıştır.

Bu çalışmalarda tedarikçi seçiminde önemli bir rol oynayan kriterler önem derecelerine göre sırasıyla verilmiştir.

Tablo1.Sağlık Sektörü Tedarikçi Seçiminde Yapılan Çalışmalar

YAZAR ADI VE TARİHİ	KRİTERLER	KULLANILAN KARAR VERME METODU
Kirytopoulos, Leopoulos ve Voulgaridou (2008)	Maliyet, Kalite, Servis, Tedarikçi Profili, Risk	ANP
Enyinda,Dunu ve Bell-Hanyes (2010)	Kalite, Maliyet, Mevzuata Uygunluk, Servis Güvenirliği, Risk Yönetimi, Tedarikçi Profili, Yeşil	AHP

	Satın alma	
Mehralian,Gatari , Morakabati ve Vatanpoura (2012)	Kalite, Teslimat, Teknoloji, Tedarikçinin İtibarı, Çevre İlişkileri, Esneklik	Bulanık TOPSİS
Miah, Ahsan ve Msimangira (2013)	Kalite, Fiyat, Müşteri Hizmeti, Geçmiş Deneyimleri, Teslimat Süresi, Cevap Verme Hızı	DSS

Tablo1.Sağlık Sektörü Tedarikçi Seçiminde Yapılan Çalışmalar (Devam)

Ghadimi ve Heavey (2014)	Ekonomik, Sosyal ve Çevresel Sürdürülebilirlik	MATLAB ile Bulanık Değerlendirme
Vankatesh ve diğ. (2015)	Satınalma Maliyeti, Üretim Kalitesi, Finansal Durum	TOPSİS
Pourghahreman ve Qhatari (2015)	Kalite, Zamanında Teslimat, Güvenirlik, Tedarikçinin İtibarı, Esneklik, Geçmiş Deneyimler, Finansal Durum, Fiyat, Teslimat Süresi, Temin Edeceği Miktar	TOPSİS ve PROMETHEE II
Fashoto, Akimuwesi, Owalabi ve Adelekan (2016)	Maliyet, Servis, Risk, Kalite, Teslimat	AHP ve Yapay Sinir Ağı
Ahmadi , Pishvae ve Torabi (2017)	Satınalma Fiyatları, Kalite, Cevap Verme Hızı, Teslimat Güvenirliği, Teslimat Süresi	DEA

Bahadori ve diğ. (2017)	Fiyat, Kalite, Teslimat Zamanı, Ödeme Şartları, Geçmiş Tedarikçi İlişkileri, Paketleme ve Taşıma Kalitesi	AHP
Palanisamy ve Ranganathan (2017)	Maliyet, Teslimat, Servis, Esneklik, Tedarikçi Güvenirliliği	Bulanık AHP ve TOPSİS
Forghani, Sadjadi, Farhang ve Morhadam (2018)	Maliyet, Kalite, Servis, Teslimat, Tedarikçi Profili	Karma Tamsayılı Programlamam a Modeli

Kirytopoulos, Leopoulos ve Voulgaridou (2008), çalışmalarında ilaç endüstrisi kümelerindeki tekliflerin değerlendirilmesi ve seçimi için kapsamlı bir yöntem sunmuştur. Analitik ağ prosesi (ANP) ile belirledikleri kriterler doğrultusunda en iyi tedarikçinin seçimi gerçekleşmiştir.

Enyinda, Dunu ve Bell-Hanyes (2010) makalelerinde analitik hiyerarşi süreci (AHP) modelinden yararlanarak bir ilaç firmasında tedarikçi seçim süreci sorununun çözümü üzerine bir vaka çalışması yürütülmüş ve Uzman Seçim Yazılımının desteğiyle uygulanmıştır.

Mehralian, Gatari, Morakabati ve Vatanpoura (2012) makalelerinde literatür taraması, ve uzmanların görüşleri doğrultusunda ilaç endüstrisinde tedarik zinciri risklerine dahil olan faktörler belirlenmiştir. Bu sektörde tedarik zincirinin riskini azaltmak için Bulanık Topsis yöntemiyle etki eden faktörler incelenmiştir ve teslimat riskinin azaltılmasının çok önemli olduğu tespit edilmiştir.

Miah, Ahsan ve Msimangira (2013) röntgen cihazı satın alımında çok kriterli tedarikçi seçimi için karar destek sistemlerini kullanarak kavramsal bir yaklaşım geliştirmişlerdir.

Ghadimi ve Heavey (2014) araştırmalarında, etkin bir Bulanık Çıkarım Sistemi (FIS) kullanarak özellikle tıbbi cihaz endüstrisinde çalışan tedarikçilerin sürdürülebilirlik değerlendirmesindeki boşluğu daraltmışlardır. Bu çalışmaları ile sürdürülebilir tedarikin bir üreticiyi sürdürülebilir üretime doğru nasıl yönlendirebileceği sonucuna varılmıştır.

Rouyendegh ve Saputro (2014) çalışmalarında belirsiz ortamlarda Çok Kriterli Karar Verme (MCDM) problemi için bulanık TOPSIS ve

Çoktan Seçmeli Hedef Programlama (MCGP) yöntemlerine genel bir bakış sunmaktadır. Bu kriterler, kapsamlı ve objektif tedarikçi seçiminde de nihai bir karar olarak kabul edilmelidir. Bu çalışma, önerilen entegre bulanık TOPSIS ve MCGP (Çoktan Seçmeli Hedef Programlama) yöntemini uygulayarak tedarikçi seçimi ve sipariş tahsisi için optimum karar verme ile ilgilidir.

Pourghahreman ve Qhatari (2015) yaptıkları çalışmalarında tedarikçi seçimini gerçekleştirmek için uzman görüşleri doğrultusunda nitel ve nicel olmak üzere on kriter belirlenmiştir ve bu kriterleri sıralamak için TOPSIS ve PROMETHEE 2 yöntemlerini uygulamışlardır. Bu araştırmanın sonuçlarına göre, nitel kriterler tedarikçi seçimini etkileyen önemli faktörler olarak belirlenmiştir.

Vankatesh ve diğ. (2015) çalışmalarında sağlık sektörü için kritik olan kan torbası alımı için tedarikçilerin literatür taraması ve uzman görüşü ile belirlenen kriterler temelinde TOPSIS yöntemini kullanarak en iyi tedarikçiyi belirlemişlerdir.

Fashoto, Akimuwesi, Owalabi ve Adelekan (2016) yaptıkları çalışmalarında analitik hiyerarşi süreci (AHP) ve yapay sinir ağı (YSA) kullanarak üçüncü basamak kurumların sağlık hizmetlerindeki tedarikçileri değerlendirmek ve seçmek için bir karar destek modelinin araştırılması ve geliştirilmesine odaklanmışlardır.

Ahmadi, Pishvae ve Torabi (2017) sağlık sistemlerinde tedarik zinciri yönetimi sorunları ile başa çıkmak için bazı optimizasyon yöntemlerini çalışmalarında tanıtmış ve gerçek bir vaka çalışmasında DEA(V tanımlamışlardır.

Palanisamy ve Ranganathan (2017) çalışmalarında, Tedarikçi Seçim sürecinin Analitik Sezgisel Süreç (FAHP) ve İdeal Çözüm (FTOPSIS) yöntemleriyle analiz etmiş ve en uygun tedarikçinin seçimini eczane müdürüyle yapılan görüşmeler doğrultusunda belirlemişlerdir.

Bahadori ve diğ. (2017) çalışmalarında, yapay sinir ağı ve bulanık VIKOR kombinasyonu kullanılarak bir hastanede en iyi tedarikçinin seçilmesine yönelik bir model sunmuştur. Modelden elde edilen sonuçlar tedarikçi seçiminde en etkili faktörün 'kalite' olduğunu göstermiştir. Kaliteden sonra, en yüksek ağırlıklar sırasıyla 'fiyat', 'zamanında teslimat', 'paketleme ve nakliye kalitesi', 'tedarikçinin arka planı' ve 'ödeme koşulları' olarak belirlenmiştir.

Forghani, Sadjadi, Farhang ve Morhadam (2018) çok tedarikçili bir ortamda tedarikçi seçimini geliştirmek amacıyla ilk olarak, ilaç

şirketlerinde tedarikçi seçim kriterlerinin sayısını azaltmak için temel bileşen analizi (PCA) yöntemini kullanmışlardır. Daha sonra, PCA yönteminden kaynaklanan en önemli kriterler kullanılarak, seçilen kriterlerin önemi ve güvenilirliği bir grup karar verici (DM) tarafından değerlendirilmiştir. Sonra, her tedarikçinin her bir ürün için önem değeri, Z-TOPSIS adı verilen Z-sayıları kavramına dayalı olarak elde edilmiştir. Son olarak, bu değerler tedarikçileri ve ilgili tedarikçilerden sağlanan ürünlerin miktarını belirlemek için karma bir tamsayılı doğrusal programlamada (MILP) girdi olarak kullanılmıştır. Önerilen yöntem ile karar verme sürecinde belirsizliğin öne geçilebileceğini göstermişlerdir.

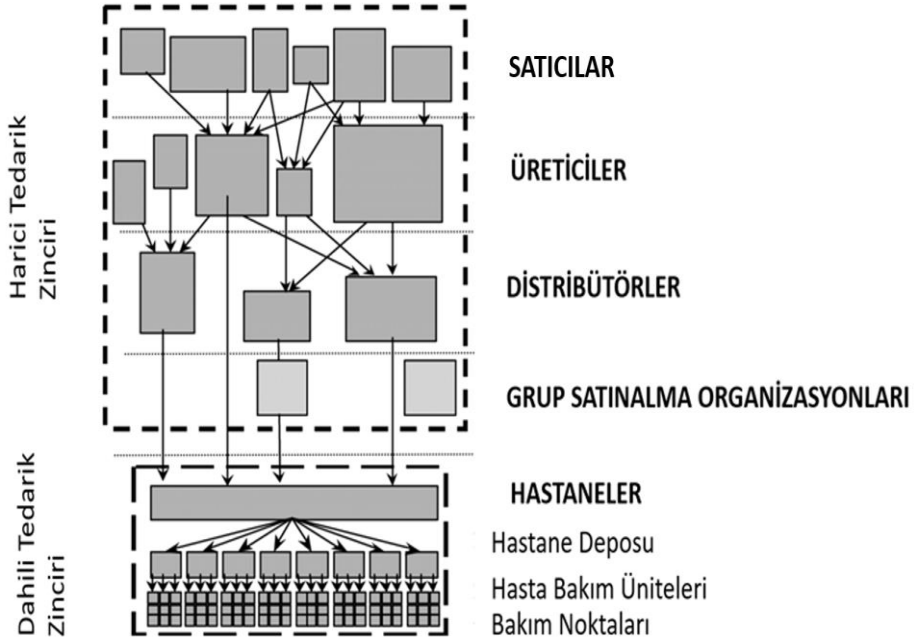
2.SAĞLIK SEKTÖRÜNDE TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNİN ÖNEMİ

Dünya genelinde yapılan çalışmalar sağlık hizmetlerine ayrılan bütçelerin dar olduğunu göstermektedir. Ayrıca, verimsiz bir şekilde yönetilen tedarik zincirleri ile önemli tedaviler için gerekli olan kaynakların israf edildiği gözlemlenmektedir. Bu sebepten, sağlık hizmeti sağlayan kuruluşlar iş süreçlerini geliştirmek ve maliyetleri düşürmek için büyük bir çaba içerisinde.

Sağlık kuruluşları, karmaşıklaşan iş süreçleri, kaynakların verimli kullanımı, hizmet kalitesinin artırılması gibi zorluklarla karşı karşıya olduklarından tedarik zinciri yönetiminin sağlık sektöründe uygulanması önemli bir konu olarak değerlendirilmektedir.

Sağlık kuruluşları hem tedarikçi hem de müşteri olarak faaliyet göstermektedir. Sağlık kuruluşları, üreticiler için müşteri, tedarik zinciri boyunca gerçekleştirdikleri materyal ve bilgi akışı ile de tedarikçi olarak değerlendirilebilir (Dobrzykowski ve Vonderembse, 2009).

Şekil 1’de sağlık sektörü tedarik zincirinin dâhili zincir üyeleri (hastane tıbbi birimleri, hastane deposu, hastalar vs.) ve harici zincir üyeleri (üreticiler, distribütörler, ilaç depoları vs.) gösterilmiştir.



Şekil 1. Sağlık Sektörü Tedarik Zinciri Üyeleri (Rivard-Royer, Landry ve Beaulieu, 2002)

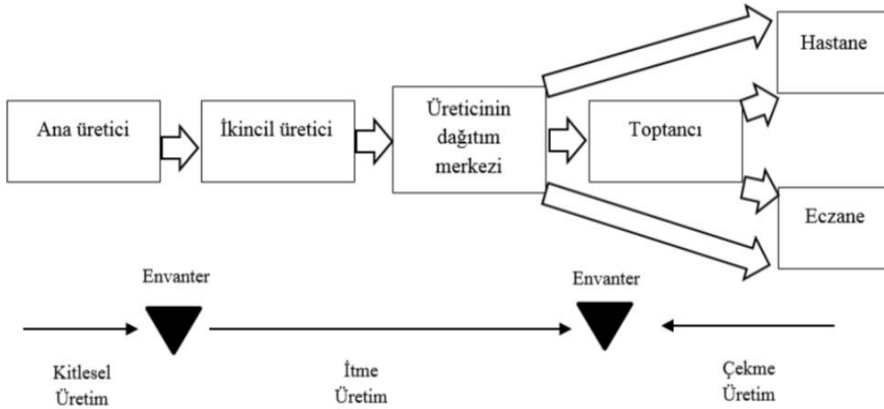
Ürünler üreticilerden distribütörlere veya üçüncü parti lojistik hizmet sağlayıcılara doğru iletilir ve perakendecilerden hastane depolarına ve nihai olarak sağlık çalışanlarına ve hastalara doğru akışı gerçekleşir (Jacobs ve Chase, 2010).

Ürünler üretildikten sonra, sahip oldukları özelliklere bağlı olarak doğrudan üretici tarafından (ortopedik implantlar) veya distribütörler tarafından (sargı bezi) hastanelere iletilmektedir (Burns, 2002).

Tedarik zincirinde para akışı üreticiler, distribütörler ve sağlık hizmeti sistemi arasında gerçekleşmektedir. Üreticiler ürünleri distribütörlere satmaktadırlar. Distribütörler de ürünleri sağlık hizmeti sistemine satmaktadır. Ayrıca, üreticiler aracı kuruluş kullanmadığı durumda sağlık sistemine doğrudan satış gerçekleşmektedir (Msimangira, 2010).

Sağlık sektörü tedarik zincirinde sipariş süreci çekme yaklaşımına göre müşterileriyle başlamaktadır. Müşteri (doktor, eczacı vs.) hastane

malzeme ve satın alma birimine ihtiyacını bildirmesiyle başlamaktadır. Daha sonra ürün telefon, faks veya elektronik veri değişimi teknolojileri vasıtasıyla grup satın alma organizasyonuna ve distribütörlere iletilmektedir. Bu bilgi de ilgili üretici kuruluşlara aktarılmaktadır (Burns, 2002).



Şekil 2. Sağlık Sektörü Tedarik Zinciri Yapısı (Mustaffa ve Potter, 2009)

Şekil 2’de görüldüğü gibi sağlık sektörü tedarik zinciri yapısında üreticiler, birincil ve ikincil üreticiler olarak ikiye ayrılmaktadır. Birincil üreticiler ilaç etkin maddesini üreten kuruluşlardır. Birincil üreticiler ikincil üreticiler için tedarikçi vazifesi görürler. İlaç etkin maddelerini birincil üreticilerden temin ettikten sonra ikincil üretici bu maddeleri kapsül, tablet gibi kullanılabilir ürünler haline getirirler.

Üreticiler, ilaç fiyatlarını, talep tahminlerini ve rekabeti göz önünde bulundurarak üretim kararlarını vermektedirler (Kritchanchai, 2012). Nihai ürünler sağlık kuruluşlarına distribütörler, toptancılar ve üreticiler tarafından dağıtılır.

Hastaneler ürünleri üçüncü parti kuruluşlar yerine doğrudan üreticilerden tedarik ederek fiyat indiriminden yararlanabilirler.

Bu şekilde aynı zamanda distribütörlerin istenen ürün yerine ikame ürün vermesi tehlikesinin de önüne geçilebilir (Kritchanchai, 2012).

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma sağlık sektörü tedarik zinciri yönetiminin literatürde kısıtlı sayıda yer alan araştırmaları incelenmiş ve sağlık kurumunda

yapılması hedeflenen tez çalışmasına zemin oluşturmuştur. Öncelikle, bu araştırma ile sağlık kurumlarında tedarik zinciri yönetiminin yeri ve önemi hakkında teorik bilgi verilmiş ve literatürde yapılan çalışmalarda sağlık sektörü tedarikçi seçiminde imalat sektöründen farklı olarak değerlendirilen kriterler olduğu tespit edilmiştir.

Hastane ve sağlık kurumlarında, malzeme ve stok yönetimi alanında geçmişten günümüze kadar gelen süreçte yapılan yasal düzenlemeler ile ortaya çıkacak maddi ve manevi zararların en aza indirilmeye çalışıldığı görülmektedir. Kullanılacak olan malzemelerin ve adetlerinin önceden belirlenmesi, stokun kontrollü bir şekilde tespit edilmesi hastaların tedavi ve teşhisi açısından önemlidir.

Malzeme ve stok yönetiminin doğru zamanda doğru yerde doğru miktarda hizmete sunulması hastane ve sağlık kurumları yönetiminin hedeflerine daha çabuk ve iyi bir şekilde ulaşmasına yardımcı olur. Bu hedeflerin gerçekleşmesi başarılı bir tedarik zinciri yönetimine bağlıdır. Tedarik zinciri yönetimi araştırmaları genellikle, üretim işletmeleri üzerine yapılmakta, sağlık sektöründe oldukça kısıtlı bir şekilde ele alınmaktadır.

Sağlık sektörü alanında tedarik zinciri yönetimine yönelik olarak ülkemizde tez çalışmalarının sınırlı sayıda olması bu alanda yapacağımız tezin önemini arttırmaktadır. Yapılacak çalışma ile kısıtlı sayıda çalışmanın bulunduğu sağlık sektörü tedarik zinciri literatürüne ve sektördeki kurumlara katkıda bulunulacağı düşünülmektedir.

Sağlık sektöründe yaşanan hızlı ilerleme kaynakların daha etkin ve verimli bir şekilde yönetilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu da tedarik zinciri faaliyetlerinin sağlık kuruluşlarında ve tedarikçi firmalarda başarı ile yönetilmesi ile yakından ilgilidir. Bu sebeple hastaneler ve tedarikçi firmalar tedarik zinciri yönetimini etkileyen faktörleri belirleyebilmeli ve böylelikle hayati öneme sahip operasyonların gerçekleşmesini aksamadan başarıyla yönetilebilmelidirler. Böylelikle, hastanelerde ve tedarikçi firmalarda operasyonel maliyetlerin azalması ve hizmet seviyesinin artması sağlanabilmektedir.

Sağlık sektörünün büyük ilerlemeler kaydettiği, bilişim teknolojilerinin operasyonların süratini ve verimliliğini artırdığı günümüz dünyasında müşteri isteklerine hızlı bir şekilde yanıt verebilmek için kurum stratejilerinin müşteri odaklı ve sürekli değişim gösteren çevresel yapıya uygun olması gerekmektedir. Bu durum, kurumların birbirleri ile entegre olarak faaliyetlerini yürüttükleri ve birbirlerini tedarikçi-müşteri

şeklinde değerlendirdikleri tedarik zinciri yapılarının oluşmasını gerekli kılmıştır.

KAYNAKÇA

- Ahmadi A., Mousazadeh M., Torabi SA, Pishvae MS (2018). Sağlık Yönetiminde Yöneylem Araştırması Uygulamaları. Yöneylem Araştırması ve Yönetimi Biliminde Uluslararası Seri, cilt 262. Springer, Cham.
- Aptel, O. and Pourjalali, H. (2001), “Improving activities and decreasing cost of logistics in hospitals: a comparison of US and French hospitals”, *The International Journal of Accounting*, 36: 65-90.
- Bahadori, Mohammadkarim & Hosseini, Seyed & Teymourzadeh, Ehsan & Ravangard, Ramin & Raadabadi, Mehdi & Alimohammadzadeh, Khalil. (2017). A supplier selection model for hospitals using a combination of artificial neural network and fuzzy VIKOR. *International Journal of Healthcare Management*. 1-9. 10.
- Burns, L. R. (2002). *The Healthcare Value Chain: Producers, Purchasers, and Providers*. San Francisco: Jossey Bass, A Wiley Company Print.
- Dickson. G., (1966), “An Analysis of Vendor Selection Systems and Decisions.”, *Journal of Purchasing*, (2), 28-41.
- Dobrzykowski, D.D. ve Vonderembse, M. A. (2009). “Healthcare Supply Chain and IS Strategies for Improved Outcomes” [Bildiri]. *Proceeding of Production and Operations Management Society 20th Annual Conference*, 1-4 Mayıs 2009, Florida.
- Enyinda, C., Dunu, Bell Haynes, J. (2010). A model for quantifying strategic supplier selection: Evidence from a generic pharmaceutical firm supply chain. *International Journal of Business, Marketing, and Decision Science*. 3.
- Fashoto, Stephen & Akinuwesi, Boluwaji & Owolabi, Olumide & David, Adelekan. (2016). Decision support model for supplier selection in healthcare service delivery using analytical hierarchy process and artificial neural network. *African Journal of Business Management*. 1. 209-232.

- Forghani, Athena & Sadjadi, Seyed & Farhang Moghadam, Babak. (2018). A supplier selection model in pharmaceutical supply chain using PCA, Z-TOPSIS and MILP: A case study. PLOS ONE. 13. 8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201604>
- Frej, E.A., Roselli, L.R.P., de Almeida, J.A., de Almeida, A.T.: A Multicriteria Decision Model for Supplier Selection in a Food Industry Based on FITradeoff Method. Mathematical Problems in Engineering. 2017, 1-9 (2017).
- Ghadimi, Pezhman & Heavey, Cathal. (2014). Sustainable Supplier Selection in Medical Device Industry: Toward Sustainable Manufacturing. Procedia CIRP. 15. 165–170. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.06.096>
- Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2010). Operations and supply chain management (13th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Kirytopoulos, K., Leopoulos, V., Voulgaridou, D. (2008). Supplier Selection in Pharmaceutical industry an analytic network process approach benchmarking. An International Journal. 15(4), 494-516. <https://doi.org/10.1108/14635770810887267>.
- Kritchanchai, D. (2012). A Framework for Healthcare Supply Chain Improvement in Thailand Improvement in Thailand. Operations and Supply Chain Management 5(2), pp. 103-113.
- Lambert, D. M., Adams, R. J. & Emmelhainz, M. A., 1997. Supplier Selection Criteria in the Healthcare Industry: A comparison of Importance and Performace. Journal of Supply Chain Management, (33:1), pp. 16-22.
- Mehralian, G., Ghatari, A., Morakabati, M., Vatanpour, H. (2012). Developing a Suitable Model for Supplier Selection Based on Supply Chain Risks: An Empirical Study from Iranian Pharmaceutical Companies. Iranian journal of pharmaceutical research : IJPR. 11. 209-19.
- Msimangira, K. A. (2010). Supply Chain Integration in New Zealand Public Hospitals: Impact on Supplier Commercial Relationships and Order Fulfilment. (Yayımlanmış Doktora Tezi). Auckland: Auckland University of Technology.
- Mustaffa, N. H. ve Potter, A. (2009). "Healthcare supply chain management in Malaysia: a case study". Supply Chain Management: An International Journal, 14(3), 234 – 243.

- Palanisamy, Manivel & Ranganathan, Rajesh. (2017). An Efficient supplier selection Model for Hospital Pharmacy through Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS. *International Journal of Services and Operations Management*. 33. 10.1504/IJSOM.2019.10011263.
- Pourghahreman, Narges and Ali Rajabzadeh Qhatari. "Supplier selection in an agent based pharmaceutical supply chain: An application of TOPSIS and PROMETHEE II." (2015).
- Rivard-Royer, H., Landry, S. ve Beaulieu, M. (2002). "Hybrid stockless: a case study: Lessons for health-care supply chain integration". *International Journal of Operations and Production Management*, 22(4), 412 – 424.
- Rouyendegh, D. (B.Erdebilli), Saputro, T. (2014). Supplier selection using integrated fuzzy TOPSIS and MCGP: A case study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 116. 3957-3970. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.874>.
- Venkatesh, V.G. & Dubey, Rameshwar. (2015). Supplier selection in blood bags manufacturing industry using TOPSIS model. *International Journal of Operational Research*. 24. 461-488.