

Tarımsal Yapılar ve Sulama ile Biyosistem Mühendisliği Bilimlerinde Uygulamalar ve Yenilikler

EdİTÖR
SEDAT KARADAVUT



BIDGE Yayınları

Tarımsal Yapılar ve Sulama ile Biyosistem Mühendisliği
Bilimlerinde Uygulamalar ve Yenilikler

Editör: Dr. Öğr. Üyesi Sedat KARADAVUT

ISBN: 978-625-6707-95-5

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 25.12.2023

BIDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BIDGE Yayınları

www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya /
Ankara



ÖNSÖZ

Tarım, insanlığın varoluşundan bu yana yaşamın temelini oluşturmuş ve günümüzde de bu önemini koruyarak modern teknoloji ve bilimin katkılarıyla sürekli gelişim göstermektedir. Bu gelişim; tarımsal yapıların tasarımı, sürdürülebilirliği ve biyolojik sistemlerin mühendislik yaklaşımları gibi konuları da beraberinde getirmiştir. Tarımsal yapılar, tarımsal ürünlerin yetiştirilmesi ve korunması için kullanılan yapılar ve sistemlerdir. Sulama bilimi ise bitkilerin su ihtiyacını karşılamak için su kaynaklarının yönetimi ve sulama sistemlerinin geliştirilmesi üzerine odaklanır. Biyosistem mühendisliği, biyolojik sistemlerin ve insan yapımı makinelerin etkileşimlerini inceleyen, bu etkileşimlerden yararlanarak çeşitli uygulamalar geliştiren disiplinlerarası bir alandır. Bu alandaki çalışmalar, tarımsal yapılar, sulama sistemleri ve tarım teknolojileriyle entegre olarak verimliliği artırmayı, doğal kaynakları korumayı ve sürdürülebilir bir tarım için yenilikçi çözümler üretmeyi amaçlamaktadır. Tarımsal yapılar, sulama sistemleri ve biyosistem mühendisliği; tarımsal üretimin verimliliğini artırmak, doğal kaynakları korumak ve sürdürülebilir bir gelecek için kritik bir rol oynar. "Tarımsal Yapılar ve Sulama ile Biyosistem Mühendisliği Bilimlerinde Uygulamalar ve Yenilikler" adlı uluslararası niteliğe sahip bu kitap; tarımsal sektördeki yenilikçi yaklaşımları, teknolojik gelişmeleri ve bilimsel uygulamalar ile bu önemli alanlardaki güncel konuları bir araya getiren bir derlemedir.

Kitabımız; her bir bölümün alanında uzman akademisyen ile araştırmacı tarafından kaleme alındığı ve farklı yönleriyle bu disiplinlere ait makalelerin yer aldığı üç bölümden oluşmaktadır. Yazarların bu alandaki deneyimleri, araştırmaları ve perspektifleri, tarımsal yapılar, sulama sistemleri ve biyosistem mühendisliği konularında okuyuculara geniş bir bakış açısı sunmaktadır. Biyolojik sistemlerin mühendislik yaklaşımı bağlamında, bu kitap; tarımsal yapıların, sulama tekniklerinin, akıllı ve hassas tarımı içerisinde barındıran tarım teknolojilerinin; biyosistemlerle olan

etkileşimlerini ve yenilikçi çözümlerini; okuyuculara, uygulayıcılara ve araştırmacılara sunmayı amaçlamaktadır.

Bu eser; ziraat mühendisleri, biyosistem mühendisleri, çevre bilimcileri ve ilgili alanlarda çalışan araştırmacılar ile tarım sektöründe ilerlemek ve bu alandaki yenilikleri takip etmek isteyen herkes için bir kaynak niteliği taşımaktadır. Paydaşlarına; tarımsal yapılar, sulama sistemleri ve biyosistem mühendisliği konularında en güncel gelişmeleri sunarak, tarımsal verimlilik artışı ve doğal kaynakların etkin kullanımı konularında geniş bir bakış açısı sağlamayı hedeflemektedir.

Bu kitabın hazırlanmasına katkı sağlayan tüm yazarlara ve emeği geçen tüm çalışanlara en içten teşekkürlerimi sunuyorum. Kitap; paydaşlarına tarımsal alanlardaki ilerlemelerin yanı sıra gelecekteki yönelimleri ve değişen dinamikleri anlamalarına yardımcı olacak bir kaynak olarak önemli bir rol üstlenecektir. Eserin; Tarımsal Yapılar ve Sulama ile Biyosistem Mühendisliği alanlarında akademik çalışmalara literatür oluşturmasını, tüm sektördeki ilerlemelere katkıda bulunmasını ve çalışan herkes için değerli bir kaynak oluşturmasını temenni ediyorum.

Saygılarımla...

Editör

Dr. Öğr. Üyesi Sedat KARADAVUT

Contents

ÖNSÖZ	3
Contents	5
Irrigation Systems in Banana Greenhouses	6
Uğur KEKEÇ	6
Burçak KAPUR	6
Bir İç Mekân Dikey Tarım Sistemi: Yapay Aydınlatmalı Bitki Fabrikası	29
Ali ÇAYLI	29
Doğal Kaynakların Göç Üzerindeki Etkisi: Su Kaynakları Özelinde Bir Araştırma	50
Bekir CENGİL	50

BÖLÜM I

Irrigation Systems in Banana Greenhouses

Uğur KEKEÇ¹
Burçak KAPUR²

Introduction

Banana has great economic importance in tropical and subtropical climate regions in the world. The countries that produce the most bananas in the world are India, China, Indonesia, Brazil, Ecuador, Philippines, Angola, Guatemala, Colombia and Tanzania. According to FAO's 2018 data, the amount of bananas produced in the world is 116 million tons. 31 million tons, or 27 percent, of production is carried out by India.

Turkey ranks 30th in world banana production with approximately 500 thousand tons. Most of the banana cultivation in

¹ Öğretim Görevlisi Dr., Çukurova Üniversitesi Yumurtalık Meslek Yüksekokulu, Organik Tarım Programı, Adana

² Doç. Dr., Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana

Turkey is in the Mediterranean region; Banana production is carried out around Anamur, Bozyazı, Gazipaşa, Alanya, Silifke, Erdemli and İskenderun, mostly in microclimates protected by the Taurus Mountains. Efficiency and quality in banana cultivation; It is affected by many factors, including climate and soil conditions, variety, growing system, cultural practices (irrigation, fertilization, spraying, baby plant adjustment, mulching, etc.), and the fight against diseases and pests. Diseases in tropical climate conditions and ecological conditions in subtropics (wind, low temperature, temperature difference between day and night, uneven distribution of temperature over seasons) are the most important factors affecting yield and quality (Güven & Gübbük, 2014).

Since the Mediterranean region is located in semi-arid climate conditions; It is necessary to determine the water needs of the products grown in the region and to determine the most appropriate irrigation program, especially for plants with very high plant water consumption (1000-2690 mm/year), such as bananas.

The Mediterranean region is in semi-arid climate conditions. It is necessary to investigate the water needs of the products grown in the region and to determine the most appropriate irrigation program for plants with very high plant water consumption (1000-2690 mm/year), especially bananas.

Water, which is an indispensable element of life, is also one of the basic inputs of agriculture. While irrigation increases agricultural production on the one hand, on the other hand, if necessary precautions are not taken, it harms the environment and causes the disruption of natural balance (Çakmak & Gökalp, 2011). For example, groundwater resources are depleted, other aquatic ecosystems are polluted and deteriorated; Additionally, many environmental problems arise in irrigated agriculture (Kanber, et. al., 2005). The agricultural sector, which uses the most water in the world and in Turkey, faces two major problems: the increasing food need due to the increasing population and the water potential that is expected to decrease due to climate change.

Climate change and the rapid increase in human population increasingly increase the pressure on water resources in regions with arid and semi-arid climates (EEA, 2023). It is estimated that the unexpected temperature increase in summer, the decrease in winter precipitation and the risk of drought will directly affect agricultural production. All this climatic change primarily affects water resources. As the demand for increasingly limited water resources increases rapidly, the amount of water used in agriculture is restricted, resulting in low yield and quality products in agricultural production, and food security around the world is endangered.

Climate Requirements of Banana Plant

Banana plants, which generally grow in regions where the average temperature is 26-27°C, are damaged and cannot develop when the temperature drops. On the other hand, plant development is also negatively affected in extremely hot environments. For this reason, regions where the temperature does not fall below 12°C on average during the winter months and where temperature differences are low are ideal for banana plants. Another important point in banana cultivation is the pH value of the soil. Although the ideal soil pH for the plant is 6.4, it can also be grown between 4.5 and 8 pH. Since the general pH value of the Mediterranean Region is 7, great care must be taken when fertilizing. It requires a monthly rainfall of 120-150 mm. In addition, bananas, which have high humidity (60% humidity and above) and generally grow in tropical and humid climate conditions, are cultivated in suitable areas of the world geography between 30° North and 30° South latitudes. Bananas can be grown without irrigation in places where the average monthly rainfall is 120-150 mm (average annual rainfall is 2500 mm and distributed over 12 months).

However, in regions where this rainfall rate cannot be achieved, regular irrigation becomes a necessity in banana cultivation. On the other hand, it is not possible to grow bananas under cover without irrigation, as is the case with other plants. Strong winds and storms cause false trunks to break and trees to collapse. On average, 70-80%

relative humidity is one of the ideal conditions (Köksal et. al., 2018). In case of extremely high relative humidity (exceeding 80%), plant leaves increase, product quality decreases and plants become more susceptible to diseases and pests. (Öztürk & Başçetinçelik, 2002).

Banana Plant Water-Yield Relationships

It has been reported that water stress in critical periods causes poor fruit formation in the banana plant and reduces fruit quality and size (Mahouachi, 2007). It has been determined that water stress, which can occur especially from the beginning of flowering to the physiological maturity period, affects the yield the most (Lassoudiere, 1978). In a study conducted in India, it was stated that banana plants exposed to water stress during the flowering period caused a 42% decrease in yield (Ravi et. al., 2014). In a study, they examined the effects of different irrigation practices on fruit yield and determined that irrigation water significantly affected the yield. They determined that the highest efficiency was achieved at the irrigation level where 60% of the evaporated water was applied and that the drip irrigation method was more effective in increasing yield (Pramanik & Patra, 2016). When looking at the plant water consumption of the banana plant; It can vary between 1000-2690 mm/year depending on soil, agronomic and climatic parameters (Robinson, 1995). The average monthly water consumption of banana plants in semi-arid regions has been reported as 138 mm (Goenaga & Irizarry, 2000). In order to achieve optimum efficiency in banana cultivation, the need for high amounts of water must be met. Providing high water consumption in the right amount and efficiently affects the yield significantly in the banana plant, which has less water intake in conditions with low soil water content, is sensitive to water stress, grows quickly and has a shallow root distribution. When studies on the water need of the plant were evaluated, Purseglove (1972) stated that 25 mm of water per week is required for adequate development and yield of banana in humid regions.

Stover and Simmonds (1987) found that bananas consume 1800 mm of water in 10 months from start to harvest under tropical climate conditions. Pandika et. al. (2014) determined the total irrigation water to be 1722 mm during the vegetation period for appropriate yield in humid climate conditions. In general, it has been stated that the annual water need varies between 1200 mm in the humid tropics and 2200 mm in the dry tropics (FAO, 2020). In this context, banana plant water consumption varies depending on leaf area index, temperature, humidity, radiation and wind.

Banana plants are sensitive to both water stress and excess water. The first thing that is encountered against water stress is a decrease in leaf area, shortening of internodes, a longer cycle and growth stunting (Turner et. al., 2007). In addition, fruit peel cracking, fruit discoloration, and a decrease in the number of fruits in the cluster are among the most important effects of stress (Broadley et. al., 2004; Nelson et. al., 2006). On the contrary, with excessive irrigation, plant development stops because the roots are exposed to adverse aeration conditions in the soil (Daniells & Evans, 2005). Effective drainage systems are required to drain excess water accumulated in the root zone.

Outside of tropical regions, such as the semi-arid Mediterranean region production areas, the high water needs of the banana plant are met by efficient irrigation. In these regions, as a result of high temperatures, low humidity (compared to the tropics) and cloudless days, plant water consumption is high and irrigation planning is very important. For example, in countries such as Turkey, Israel and the Canary Islands, where rainfall generally falls in winter and is approximately 400-600 mm, banana production depends entirely on irrigation. The plant water requirement of banana is lower in a young plant than in an adult plant, and the need after the cluster is formed is less than before (Meyer & Schoch, 1976). Plant yield response factor (ky) values, which are an important parameter in terms of irrigation planning, are an indicator of the degree to which water deficiency during the growing period of the plant affects plant yield. In practice, if the yield response factor is above 1, it means that the

plant is sensitive to water stress and this value is approximately 1.35 in the banana plant. More clearly, it means that there will be a 1.35 unit decrease in yield in case of one unit of plant water requirement deficiency (FAO, 2023). In this context, it is seen that there will be a significant decrease in the income of producers with insufficient irrigation.

Determination of Irrigation Program for Banana Plant

Irrigation programing in agricultural production in general; It can be determined using plant based, soil water content and climate parameters. These methods and the parameters used when planning irrigation programs according to them:

1- Plant Based Measurements (such as Leaf Temperature, Leaf water potential, stomatal resistance)

2- Methods for Soil Indicators (such as Gravimetric Sampling, Electrical Resistance, Soil Water Potential, Neutronmetry)

3- Climate Parameters

The irrigation program depends on plant water consumption; It varies depending on plant development, climate conditions and soil conditions. Plant water consumption formulas calculated using climate parameters consist of temperature, humidity, wind speed, net radiation, sunshine duration and many other parameters. Thanks to technological developments in recent years, daily plant water consumption values can be determined automatically through climate stations placed in the field. Although this method is lower in sensitivity than soil markers, it provides great convenience for the practitioner.

It is estimated that more than two-thirds of bananas traded worldwide are irrigated (Carr, 2009). It has been determined that one of the most important factors limiting banana farming is lack of water. Banana plant has a high leaf area index and high transpiration potential thanks to its wide leaves. In addition, unlike most fruit trees, banana plants are sensitive to decreases in the available water

capacity in the soil because they have a shallow and fringe root system. As the available water capacity decreases, they have difficulty in absorbing water. Due to these features, it is thought that the banana plant responds physiologically faster to soil water deficiency conditions (Van Vosselen et al., 2005). However, Turner et al., (2007) stated that the mentioned features alone do not cause soil water deficiency in bananas and that banana plants activate the closure of stomata by sending signals to the leaves during the soil drying phase. They also suggested that the fastest responses given by plants to water stress are phenological, not physiological. In this context, it is argued that banana plants are sensitive to changes in the amount of soil water and therefore the most appropriate irrigation program should be prepared. Banana, an evergreen, herbaceous, tropical plant, has no rest. It requires high soil moisture throughout the year, especially at high temperatures. According to numerous studies conducted on bananas, it has been determined that the best results are obtained from the approach of low and frequent watering of the banana plant (Robinson & Sauco, 2010). Carr (2009), reported that reducing irrigation frequency is an effective way to save water, maintain stomatal conductance and photosynthesis rate, therefore the irrigation interval should not exceed 3 days in bananas. In this context, bananas, which are known to consume large amounts of water annually, require constant and controlled irrigation due to their high yield, shallow root system and permanent green parts. Irrigation planning for bananas; It is done by calculating the amount of irrigation water to be applied in each irrigation and the irrigation interval determined as a result of soil-plant-climate relations. Being a sensitive and tropical plant, regular watering is a must for meeting the daily water needs and healthy development of banana. Drip irrigation, sprinkler irrigation and fogging irrigation methods are widely used among the systems that help to increase the quality by ensuring regular irrigation in banana greenhouses.

Irrigation Methods Used to Irrigate Banana Plant

Pressurized irrigation methods are preferred in almost all banana growing areas in Turkey (under cover or in the open). In general,

pressurized irrigation methods; drip irrigation (surface and subsurface), sprinkler, micro sprinkler and fogging irrigation methods can be used. Irrigation systems commonly used in banana cultivation in the world and in Turkey.

Drip irrigation method: Since irrigation and fertilization are done together in open banana gardens and greenhouses, the drip irrigation method is preferred in most modern greenhouses (Figure 1). In this way, both nutrients and water are brought into the soil equally (Wichrowska, et al. 2021). Additionally, by keeping the root area of the plant always wet, a direct increase in yield and quality can be achieved. Being controllable from a single point is also an important advantage in terms of minimizing labor costs. It has been reported that approximately 40% water savings can be achieved in the drip irrigation method compared to the surface irrigation method (Pramanik & Biswas, 2012). In another study, it was stated that approximately 30% water savings were achieved (Narayanamoorthy, 2003). In a study conducted on banana plants, it was reported that drip irrigation method significantly increased banana plant root density compared to other irrigation methods (Ruiz-Sanchez, 2005). In a study conducted on banana plants, they determined that drip irrigation provides 50% water savings compared to bowl irrigation and that the drip irrigation method has a more positive effect on some fruit quality criteria (Çevik, et. al., 1984).



Figure 1. The drip irrigation for the banana irrigation (Netafim, 2023).

Micro-Sprinkler irrigation method: The micro sprinkler irrigation method, which has been widely used in greenhouse banana cultivation lately, is carried out by pipes placed in a single row between the plants (Figure 2). Sprinkler heads at the ends of 30-40 cm long rods fixed to the ground at regular intervals on these pipes bring water to a certain area evenly. The most important feature that makes the sprinkler irrigation method different from other methods is that it affects a wide area. Sprinkler irrigation method, which controls a large area, directly affects root spread and development. In addition, as in drip irrigation, it can deliver the fertilizer needed by the plant to the soil in liquid or dissolved form. Another advantage of this method is that it contributes positively by increasing the humidity in dry weather.



Figure 2. *The micro sprinkler irrigation for the banana irrigation (Netafim, 2023).*

Fogging irrigation method: Fogging, which is another method that can be used in greenhouse banana production, is used to meet irrigation needs and prevent frost in winter, etc. It is very important to prevent harm. Thanks to the pipes placed at certain intervals on the greenhouse roof and the spray systems placed in these pipes, water is brought to the banana trees in the form of mist. Frost damage can be prevented by bringing the ambient temperature closer to its own temperature with 15-16 degrees of water sprayed from above.

It can also be used to minimize the effect of extreme heat in the summer months. This irrigation method, which is carried out at regular intervals with automated fogging spray systems, can fix the greenhouse humidity and temperature to the desired values and provide the appropriate environment desired by the plant.

Advantages and Disadvantages Of Irrigation Systems In Watering Banana Plants

When systems were compared in banana irrigation, drip irrigation was found to be the most successful system, especially when water was applied very frequently (Lahav & Kalmar, 1981). When some researchers compared drip irrigation with a well-managed sprinkler system, they determined that drip irrigation yielded twice as much efficiency (Young et al., 1985). Hedge and Srinivas (1989) stated in their study that water use efficiency is much higher in drip irrigation compared to sprinkler irrigation. The two main differences between drip irrigation and sprinkler irrigation are: (i) soil wetting pattern; and (ii) micro-climatic effects (Robinson & Galan, 2010). With drip irrigation, only a part of the total root zone is wetted, while with sprinkler irrigation, the entire profile is wetted. The shallow and spreading root system of the banana plant should, in theory, be better suited to sprinkler irrigation. In contrast, gradually restricting the spread of banana root to a smaller volume of wet soil does not appear to have a detrimental effect, provided that the soil water potential in the fraction wetted by drip irrigation remains optimal (Daniells, 1988).

Regarding micro-climatic changes, beneficial effects of sprinkler irrigation on plant growth and yield have been proven in plants exposed to heat stress, as it causes evaporative cooling on the leaves. On the other hand, in some conditions, cooling negatively affects the yield as it reduces the leaf elongation rate and extends the vegetation period, resulting in decreases in annual yield compared to dripping without evaporative effects. An evaluation such as the 'best' irrigation system for bananas should not be made without taking into account the local conditions in the region where the plant is located.

There are some factors to consider when deciding on drip irrigation or sprinkler irrigation systems for watering the banana plant; (a) the amount of water available; (b) irrigation water quality; (c) soil texture and clay percentage; (d) topography and (e) micro-

climatic conditions (cooling or heating needs) (Robinson & Galan, 2010).

Especially in places where irrigation water is insufficient, drip irrigation is the most ideal method due to its positive effects on fruit quality. Since irrigation and fertilization can be used together in open banana gardens and banana greenhouses, it is also preferred by many modern greenhouses. In this way, both nutrients and water are brought into the soil equally. In addition, by keeping the root area of the plant always wet, a direct increase in yield and quality is achieved. Being controllable from a single point also minimizes labor costs.

The sprinkler irrigation method, which has been widely used in greenhouse banana cultivation lately, is achieved by pipes placed in a single row between the plants. Mini sprinklers at the end of 30-40 cm long rods fixed to the ground at regular intervals on these pipes, bring water to a certain area evenly. The most important feature that makes sprinkler irrigation different from other methods is that it affects a wide area. The sprinkler irrigation method, which takes control of a large area, directly affects root spread and development. In addition, as in drip irrigation, you can apply the fertilizer needed by the plant in liquid or melted form. Another advantage of this method is that it makes a positive contribution by increasing the ambient humidity in dry weather.

Fogging, another method that can be used in greenhouse banana production, is not a proper irrigation system. However, meeting the irrigation needs and frost in winter, etc. It is very important to prevent harm. Thanks to the pipes placed at certain intervals on the greenhouse roof and the fogging nozzles placed in these pipes, water meets the banana trees in the form of mist. It prevents frost damage by bringing the ambient temperature closer to its own temperature with water sprayed from above, which is 15-16 degrees. It can also be used to minimize the effects of extreme heat in the summer months. This irrigation method, which is carried out at regular intervals with automated fogging nozzles, can fix the greenhouse

humidity and temperature to the desired values and provide the appropriate environment desired by the plant.

One of the most commonly used methods for banana irrigation is the plant-based sprinkler system. The benefits of this system, which is generally used in tropical areas:

- a. It is cheaper than other pressurized systems.
- b. Any malfunction in the system can be easily detected.
- c. The system is robust and easy to use.
- d. It does not hinder agricultural operations.
- e. It improves the micro-climate in areas with low humidity compared to tropical climates.
- f. The filtering requirement of the system is lower than other pressurized systems.

Disadvantages of the system:

- a. Short irrigation frequency and not suitable for tall banana varieties.
- b. The uniform distribution of water may be disrupted by wind and evaporation losses are high.
- c. Application efficiency may be low.
- d. There is an intensive labor requirement for the portable type.
- e. It is not suitable for fertilization.
- f. There is an increase in leaf diseases.

While under-plant sprinkler systems are much less affected by the disadvantages mentioned above compared to above-plant, they also include all the benefits of above-plant sprinkler. Portable low-pressure “tow-rope” systems are cheaper but have higher labor requirements, especially for frequent irrigations needed in hot regions (Da Costa et al., 2008).

Conclusion

Banana is a plant that can be grown both outdoors and under cover. Since it has a sensitive and superficial root structure, fertilization, irrigation and care are very important. Even if bananas are produced in the right climatic regions, producers may face serious problems if proper irrigation and fertilization are not done. In particular, soil deterioration may occur and costs double. Bananas, which need more water as the soil deteriorates, also experience a decrease in quality. The most effective method to prevent excessive water use is smart irrigation systems (drip irrigation, sprinkler irrigation and fogging). Thanks to smart irrigation systems, it is possible to minimize unpredictable factors and climate-related problems in banana cultivation and ensure sustainability in production.

It is understood that the banana plant has high plant water consumption and has low tolerance to water stress and low quality irrigation water, especially during critical periods. Proper planning is required to meet the water demand of the banana plant, which has been grown in open field conditions as well as in greenhouse cultivation in recent years.

Scientific studies should be given priority in determining plant water consumption and needs of the banana plant. Research should be carried out to create the most appropriate irrigation program for banana cultivation in greenhouses and in the field and to clearly determine water-yield relationships,

The most appropriate irrigation method should be determined in areas where banana production is planned. In addition, training and support should be given to producers regarding the methods they can use in the banana plant irrigation program, and developing technologies related to banana cultivation should be used correctly and disseminated in banana production facilities.

References

Abruña, F., Vicente-Chandler, J., Irizarry, H., & Silva, S. (1980) Evapotranspiration with plantains and the effect of frequency of irrigation on yields. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 64, 204–210.

Allen, R.G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998) “Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop requirements.” *Irrigation and Drainage Paper No. 1998; 56*, FAO, Rome, Italy.

Bredell, G.S. (1970) Water requirements of banana. *Farming South Africa*. 1970; 46, 17–19.

Broadley, R., Rigden, P., Chay-Prove, P. & Daniells, J. (2004) *Subtropical Banana Grower’s Handbook*. Queensland Department of Primary Industries, Brisbane, Queensland, Australia, 206 pp.

Çakmak, B & Gökalp, Z. (2011) İklim değişikliği ve etkin su kullanımı. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2011; (1), 87-95.

Carr, M.K.V. (2009) *The Water Relations And Irrigation Requirements Of Banana (MUSA SPP.)*. *Expl Agric.*, volume 45, pp. 333–371, Cambridge University Press doi:10.1017/S001447970900787X

Çevik, B., Kaşka, N., Tekinel, O., Dinç, U., & Paydaş, S. (1984) Sera Koşullarında Değişik Toprak Örtü Materyali İle Yetiştirilen Muzlarda Damla ve Çanak Sulama Yöntemlerinin Bitkilerin Büyüme ve Kalitesine Etkileri. *Doğa Bilim Dergisi*, 1984; D2,8,3:265-275.

Da Costa, E.L., Celho, E.F., Simao, F.R., Filho, M.A.C. & De Oliveira, P.M. (2008) Irrigação da bananeira. *Informe Agropecuario* 29(245), 38–46.

Daniells, J., & Evans, D. (2005). Better drainage for banana plantations. *DPI&F Note*, Queensland Department of Primary

Industries & Fisheries, available on-line at <http://www2.dpi.qld.gov.au/horticulture/5054.html>.

Daniells, J.W. (1988) The effect of volume of root zone irrigated on yield and fruit quality of plant crop bananas. In: Guzman, J.A. (ed.) Proceedings of the 4th Meeting of the International Group on Horticultural Physiology of Banana, Asociación Bananera Nacional de Costa Rica (ASBANA), Costa Rica, August 1986. ASBANA, San José, Costa Rica, pp. 37–43.

Eckstein, K. (1994) Physiological responses of banana (Musa A; Cavendish subgroup) in the subtropics. PhD thesis, Institut für Obstbau und Gemüsebau, Universität Bonn, Germany, 203 pp.

Eckstein, K., & Robinson, J.C. (1996) Physiological responses of banana (Musa AAA, Cavendish subgroup) in the subtropics. (VI) Seasonal responses of leaf gas Exchange to short-term water stress. *Journal of Horticultural Science* 71(5), 679–692.

EEA. (2012) Avrupa Çevre Ajansı. Tarımda Kullanılan Su. <https://www.eea.europa.eu/tr/articles/tarimda-kullanilan-su>. 2012 (Son Erişim Tarihi: 25.04.2021).

FAO (Food and Agriculture Organization) (1998) FAO 56, FAO Irrigation and Drainage Paper. Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). Edt. Richard G. Allen, Luis S. Pereira, Dirk Raes, Martin Smith. p.300

FAO (Food and Agriculture Organization) (2023) <http://www.fao.org/landwater/databasesandsoftware/cropinformation/banana/en/#:~:text=Being%20a%20long%20duration%20crop,often%20grows%20under%20less%20rainfall>. (Erişim 19.10.2023)

Goenaga, R., & Irizarry, H. (2000) Yield and quality of banana irrigated with fractions of Class A pan evaporation on an oxisol. 2000; *Agron. J.* 92 (5), 1008–1012.

Grieve, C.M., Grattan, S.R., & Maas, E.V. (2012) Plant salt tolerance. In: W.W. Wallender and K.K. Tanji (eds.) ASCE Manual and Reports on Engineering Practice No. 71 Agricultural Salinity Assessment and Management (2nd Edition). ASCE, Reston, VA. 2012; Chapter 13 pp: 405-459.

Güven, D. & Gübbük, H. (2014) Agronomic performance of several cavendish cultivars (Musa spp. AAA) under plastic greenhouse. *Lucrari Științifice, Universitatea de Științe Agricole Și Medicina Veterinara” Ion Ionescu de la Brad” Iași, Seria Horticultura*; 57(1), 111-116.

Hegde, D.M., & Srinivas, K. (1989) Growth, yield, nutrient uptake and water use of banana crops under drip and basin irrigation with N and K fertilization. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 68, 331–334.

Hill, T.R. (1990) Banana water use – scheduling irrigation for bananas with tensiometers. In: *Proceedings of the First National Banana Symposium, Kununurra, Western Australia (WA)*, June. WA Department of Agriculture, Kununurra, WA, pp. 51–55.

Hoffman, H.P. (1990) Transpiration from banana leaves (cv. Williams) as affected by seasons soil moisture potential and vapour pressure deficit in a subtropical climate. In: *Proceedings of the First National Banana Symposium, Kununurra, Western Australia (WA)*, June. WA Department of Agriculture, Kununur- ra, WA, pp. 60–72.

Imtiyaz, M., Mgadla, N.P., Chepete, B., & Manase, S.K. (2000) Response of six vegetable crops to irrigation schedules. *Agric Water Manage* 45:331–342 doi:10.1016/S0378-3774(99)00105-5

Israeli, Y., & Nameri, N. (1987) Seasonal changes in banana plant water use. *Water and Irrigation Review (Tel Aviv, Israel)*, January, 10–14 KSNM Drip, (2020). <https://www.ksnmdrip.com/>.(Erişim 20.10.2020)

Kanber, R, Çullu, M.A, Kendirli, B., Antepli, S., & Yılmaz, N. (2005) Sulama, drenaj ve tuzluluk. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, 2005; 3-7.

Köksal, E., Tunca, E., & Çetin, S. (2018) System Related to monitoring of Soil Plant Atmosphere Water Relationships. VI. 2018; Congress on Soil & Water Resources with International Participation.

Kozak, B. (2003) Muz Yetiştiriciliği. Türkiye Ziraat Odaları Birliği, Yayın No.237, 2003; Anamur.

Lahav, E. & Kalmar, D. (1981) Shortening the irrigation interval as a means of saving water in a banana plantation. Australian Journal of Agricultural Research 32, 465–477.

Lassoudiere, A. (1978) Quelques aspects de la croissance et du development du bananier ‘Poyo’ en Cote d’Ivoire, 4 en 5 partie. Fruits. 1978; 33, 314–338.

Liu, H.J., Cohen, S., Tanny, J., Hugo Lemcoff, J., & Hu- ang, G. (2008) Estimation of banana (*Musa sp.*) plant transpiration using a standard 20 cm pan in a green- house. Irrig Drainage Syst, 22:311–323. DOI 10.1007/ s10795-008-9058-2.

Mahouachi, J. (2007) Growth and mineral nutrient content of developing fruit on banana plants (*Musa acuminata* AAA, ‘Grand Nain’) subjected to water stress and recovery. J. Hortic. Sci. Biotech. 2007; 82 (6), 839–844. (3), 220–228.

Marković, M., Krizmanić, G., Brkić, A., Atilgan, A., Japundžić-Palenkić, B., Petrović, D., & Barač, Ž. (2021) Sustainable Management of Water Resources in Supplementary Irrigation Management. (2021); Applied Sciences, 11(6), 2451.

Meyer, J.P. & Schoch, P.G. (1976) Besoin en eau du bananier aux Antilles. Mesure del’évapo-transpirati- on maximale. Fruits, 31, 3–19.

Narayanamoorthy, A. (2003) Averting water crisis by drip method of irrigation: a study of two water intensive crops. *Indian J. Agric. Econ* 58 (3), 2003; 427–437.

Nelson, S.C., Ploetz, R.C. & Kepler, A.K. (2006) *Musa* species (bananas and plantains). In: Eletvitch, C.R. (ed.) *Species Profiles for Pacific Islands Agroforestry*. Permanent Agricultural Resources, Holualoa, Hawaii. Available at: <http://agroforestry.net/images/pdfs/Musa-banana-plantain.pdf> (accessed 20.10.2020).

Netafim (2023). <https://www.netafim.com/hu-hu/crop-knowledge/banana/>. (Access 15.11.2023)

OSUE, (2016). Evaporation Losses from Shallow Water Bodies in Oklahoma. <https://extension.okstate.edu/fact-sheets/evaporation-losses-from-shallow-water-bodies-in-oklahoma.html>. ID-BAE1529. (Erişim 26.10.2020).

Öztürk, H.H., & Başçetinçelik, A. (2002) *Seralarda Havalandırma*. Türkiye Ziraat Odaları Birliği, Yayın No. 227, Ankara, 2002; ISBN 975-8629-15-8.

Pramanik, S., & Biswas R.K. (2012) Effect of drip-fertigation on soil moisture distribution and irrigation water use efficiency of banana in West Bengal. *J. Soil Water Conserv.* 2012; 11 (3), 210–217.

Pramanik, S., & Patra, S.K. (2016) Growth, yield, quality and irrigation water use efficiency of banana under drip irrigation and fertigation in the Gangetic Plain of West Bengal. 2016; *World J. Agric. Res.* 12.

Purseglove, J.W. (1972) *Tropical Crops – Monocotyledons*. Longman, London, pp. 343–384.

Ravi, I., Vaganan, M., & Mustaffa, M.M. (2014) *Management of Drought and Salt Stresses in Banana*. Tech Folder No. 6. National Research Centre for Banana, Thayanur Post,

Tiruchirappalli, Tamil Nadu, India, pp. 1–6. Ritchie, H., 2014. Global Banana Production,

Robinson, J. C. & Galán, V. (2010). Bananas and Plantains. CAB International., 2nd Edition. ISBN 978-1- 84593-658-7.

Robinson, J.C. & Alberts, A.J. (1986) Growth and yield responses of banana (cultivar ‘Williams’) to drip irrigation under drought and normal rainfall conditions in the subtropics. *Scientia Horticulturae* 30, 187–202.

Robinson, J.C. & Alberts, A.J. (1989) Seasonal variations in the crop water use coefficient of banana (cultivar ‘Williams’) in the subtropics. *Scientia Horticulturae* 40, 215–225.

Robinson, J.C. & Bower, J.P. (1987) Transpiration characteristics of banana leaves (cv. ‘Williams’) in response to progressive depletion of available soil moisture. *Scientia Horticulturae* 30, 289–300.

Robinson, J.C. & Bower, J.P. (1988) Transpiration from banana leaves in the subtropics in response to diurnal and seasonal factors and high evaporative demand. *Scientia Horticulturae* 37, 129–143.

Robinson, J.C. (1995) Systems of cultivation and management. In Bananas and plantains (pp. 15-65). 1995; Springer, Dordrecht.

Ruiz-Sanchez, M.C., Plana, V., Fortuno, M.F., Tapia, L.M., & Abrisqueta, J.M. (2005) Spatial root distribution of apricot trees in different soil tillage practices. *Plant Soil* 272 (1- 2), 2005; 211–221.

Senninger (2020). <https://www.senninger.com/irrigation-solutions-banana-producers> (Access 20.10.2020)

Stover, R.H. & Simmonds, N.W. (1987) Bananas, 3rd edn. Longman, London. 468 pp.

TAGEM. (2017) Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimleri. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü. 2017; (<https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/Tu%CC%88rkiye%20Sulanan%20Bitkilerin%20Bitki%20Su%20Tu%CC%88ketimleri.pdf>.) Son Erişim Tarihi (07.04.2021).

Tanriverdi, C., Atılgan A., Degirmenci, H., & Akyuz, A. Comparison of crop water stress index (CWSI) and water deficit index (WDI) by using remote sensing (RS). 2017; *Infrastruktura-i Ekologia Terenów Wiejskich*.

Tanriverdi, C., Degirmenci, H., Tekinerdogan, M., Gonen, E., Arslan, F., & Atılgan, A. (2018) Precision of drought based on the TOPSIS method. 2018; In *Agriculture for Life Life for Agriculture International Conference* (pp. 6-8).

Turner, D.W. (1987) Nutrient supply and water use of bananas in a subtropical environment. *Fruits* 42, 89–93.

Turner, D.W. (2005) Factors affecting the physiology of the banana root system. In D. W. Turner, & F. E. Rosales (Eds.), *Towards a better understanding of for its productive management*. 2005; (pp. 107–113). Montpellier, France: International.

Turner, D.W., Fortescue, J.A. & Thomas, D.S. (2007) Environmental physiology of the banana (*Musa spp.*). *Brazilian Journal of Plant Physiology* 19(4), 463–484.

Turner, D.W., Fortescue, J.A., & Thomas, D.S. (2007) Environmental physiology of the banana (*Musa spp.*). *Brazilian Journal of Plant Physiology* 19(4), 463–484.

Van Vosselen, A., Verplancke, H., & Van Ranst, E. (2005) Assessing water consumption of banana: traditional versus modelling approach. *Agricultural Water Management* 74, 201–208.

Watson, B.J., & Daniells, J.W., (1983) Banana water stress effects. *Aust. J. Agric. Res.* 1983; 55, 138–139.

Wichrowska, D., Rolbiecki, R., Rolbiecki, S., Sadan, H.A., Figas, A., Jagosz, B., Atilgan, A., Pal-Fam, F. (2021) Effect of Drip Fertigation with Nitrogen Application on Bioactive Compounds and the Nutritional Value of Potato Tubers before and after Their Long-Term Storage. 2021 Agriculture, 11(11), 1076.

Yazar A, Metin, S.S., & Sesveren, S. (2002) LEPA and trickle irrigation of cotton in the Southeast Anatolia Project (GAP) area in Turkey. Agric Water Management 54:189–203 doi:10.1016/S0378-3774(01)00179-2.

Yıldırım, K., & Aydın, G.B., (2017) İklim Değişikliğinin Aydın Yöresinde Toprak Nemi Üzerindeki Etkileri ve SWAP Modeli ile Simülasyonu. Toprak Su Dergisi, 2017; 31-45.

Young, S.C.H., Sammis, T.W. & Wu, I.P. (1985) Banana yield as affected by deficit irrigation and patterns of lateral layouts. Transactions of ASAE 28, 507–510.

BÖLÜM II

Bir İç Mekân Dikey Tarım Sistemi: Yapay Aydınlatmalı Bitki Fabrikası

Ali ÇAYLI¹

Giriş

Dünya nüfusunun hızla büyüdüğü bir dönemde yaşarken, bu artışın getirdiği zorluklar giderek daha belirgin hale gelmektedir. Özellikle 2050 yılına doğru yönelen tahminler, dünya nüfusunun %67'sinin kentlerde yaşayacağını öngörmektedir. Bu nüfus artışı ve büyük şehirlerdeki nüfus yoğunluğu beraberinde gıdaya olan talebi de katlayarak artırmaktadır. Ancak, artan bu talebi karşılamak için kullanabileceğimiz arazi kaynakları giderek daralmakta, tarımsal alanlar küçülmekte ve arazi ile su kaynakları aşırı bir şekilde tükenmektedir. Üstelik, iklim değişikliği nedeniyle artan sıcaklık ve yağış rejimindeki değişiklikler, çevresel koşulları olumsuz etkilemekte ve tarımsal üretim üzerinde ek baskılar yaratmaktadır.

¹Doç. Dr., KSÜ, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü (Orcid: 0000-0001-8332-2264)

Bu durum, artan gıda ihtiyacını karşılamak için sadece geleneksel tarım yöntemlerine değil, aynı zamanda yeni ve yenilikçi üretim sistemlerine de olan gereksinimi daha da güçlendirmektedir (Gheorghe & Păunescu, 2016; Karimi & ark., 2018; Maia & ark., 2018; Wagena & Easton, 2018; Agovino & ark., 2019).

Tarım sektöründe giderek daha fazla dikkat çeken yapay aydınlatmalı bitki fabrikası (YABF), geleneksel tarımın sınırlarını zorlayan ve gelecekteki gıda üretimine yön verebilecek yenilikçi bir sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu özel üretim tesisleri, bitki yetiştirme konseptini temelden değiştirerek, hidroponik sistemlerin avantajlarından ve ileri teknolojilerin nimetlerinden yararlanmakta, bitki yetiştirme süreçlerini daha verimli, çevre dostu ve özelleştirilebilir hale getirmektedir.

Hidroponik bitki yetiştirme sistemini merkezine alan YABF, bitkilerin topraksız bir ortamda yetiştirildiği ve yalnızca özel besin solüsyonlarıyla beslendiği bir yaklaşım sunmaktadır. Özellikle yapraklı sebzelerin üretiminde sıklıkla kullanılan bu sistemler, bitkilerin köklerine düzenli aralıklarla besin solüsyonu sağlayarak bitki gelişimini teşvik etmektedir. Bunun sonucunda, bitki fabrikalarında geleneksel tarım yöntemlerine kıyasla daha yüksek verim elde edilebilmektedir. Ayrıca, bitki fabrikalarının yapay aydınlatma sistemleri, bitkilerin ışık ihtiyacını optimize etmelerine olanak tanımaktadır. Bu şekilde, iklim koşullarından bağımsız olarak yıl boyunca sürekli üretim sağlanabilmekte, her mevsimde taze ve yüksek kaliteli ürünlerin temin edilmesini mümkün kılmakta bu da geleneksel tarımın mevsimsel sınırlamaları aşmasını sağlamaktadır.

YABF, aynı zamanda sürdürülebilirlik, verimlilik ve kalite konularında önemli avantajlar sunmaktadır. Bu bağlamda, bu yenilikçi üretim tesislerinin gelecekte gıda üretiminde kritik bir rol oynayabileceği düşünülmektedir (Kozai, 2013b). Tarım sektörü, sürdürülebilirlik kavramının merkezinde yer almaktadır. Sürdürülebilir tarım, mevcut nesillerin ihtiyaçlarını karşılarken gelecek nesillerin ihtiyaçlarını da göz önünde bulunduran bir

yaklaşımı ifade etmektedir. Bu yaklaşım, doğal kaynakların verimli ve bilinçli bir şekilde kullanılmasını, çevre dostu tarım uygulamalarını ve gıda üretiminin toplumsal etkilerini içermektedir. Sürdürülebilir tarım, gıda güvencesini sağlamanın yanı sıra biyoçeşitliliği koruma, toprak erozyonunu azaltma, su kaynaklarını koruma ve iklim değişikliği ile mücadele gibi önemli hedefleri de kapsamaktadır (Reganold & ark., 1990; Brodt & ark., 2011; Santiteerakul & ark., 2020; Tahat & ark., 2020).

Öte yandan, bu tür tesisler çevre dostu bir yaklaşım sunmaktadır. Topraksız yetiştirme sayesinde, daha fazla su tasarrufu sağlanabilmekte ve daha az kimyasal kullanımı mümkün olabilmektedir. Bitkilere doğrudan besin sağlandığı için kimyasal kalıntıların ve zararlı ot sorunlarının önüne geçilebilmektedir. Ayrıca, bitki fabrikalarının karbondioksit emisyonları kontrol altında tutulabilmekte ve fosil yakıtlara dayalı enerji kaynaklarına olan bağımlılığı azaltmaktadır. Bu durum sürdürülebilir ve çevre dostu bir üretim modelinin ortaya konduğunu göstermektedir.

Ancak, bitki fabrikalarının başlangıç maliyetleri ve işletme aşamasında enerji maliyetleri dikkate değer bir şekilde yüksek olabilmektedir. Ayrıca, bitki yetiştirme bilgisi ve işletme yönetimi gibi konular teknik uzmanlık gerektirmektedir. Ancak gelişen teknoloji ve deneyimle birlikte bu maliyetler azaltılabilirse, bitki fabrikalarının gelecekte tarım sektörüne daha fazla yayılma potansiyeli bulunmaktadır (Santiteerakul & ark., 2020; Lu & ark., 2022).

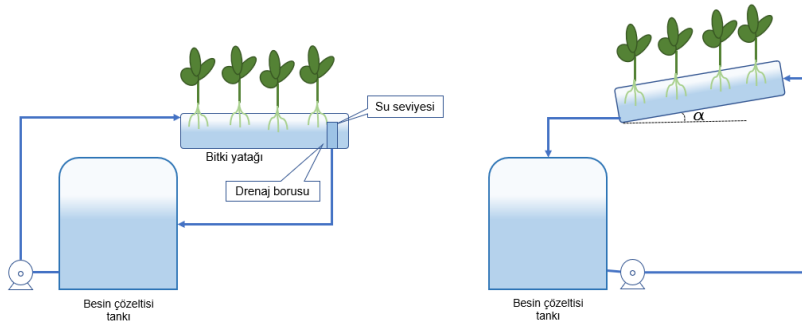
Geleneksel tarım, mevsimlere ve doğal iklim koşullarına bağımlı ve iklim değişiklikleri, ani hava olayları ve mevsimsel faktörler gibi etmenlerden etkilenebilir. Ayrıca, doğal kaynakların sınırlı olduğu bölgelerde sürdürülebilirlik daha da zorlaşabilir. Bu nedenle, sabit ve güvenilir bir gıda arzının sağlanması açısından geleneksel tarım yöntemleri sık sık tehdit altında olabilir. YABF'ler, bu tür zorluklara karşı bir çözüm sunmaktadır.

Bu çalışmada, YABF'lerin tarımsal sürdürülebilirlik açısından önemini ve avantajları incelenmiştir. Ayrıca, bu yenilikçi

tarım modelinin geleneksel tarım ile karşılaştırılması ve gelecekteki potansiyeli üzerine odaklanılmıştır. YABF'lerin, tarım sektörünün sürdürülebilirlik hedeflerine nasıl katkı sağlayabileceğini anlamak, tarımın geleceğini şekillendirmek için kritik bir öneme sahiptir.

Hidroponik Bitki Yetiştirme Sistemleri

YABF'lerde bitki yetiştirme sistemi olarak hidroponik sistemler tercih edilmektedir. Hidroponik sistem veya hidroponik, topraksız olarak sadece suda mineral besin çözeltileri kullanarak bitki yetiştirme yöntemidir. Genel olarak yapraklı sebzelerin yetiştirilmesi için kullanılan ana hidroponik sistemler, derin akış tekniği (DFT) ve besin filmi tekniği (NFT) sistemleridir. DFT sisteminde, kültür yatağındaki su seviyesi ayarlanan değerin altına düştüğünde bitkilere besin solüsyonları verilir ve kültür yatağında %1 eğimle sabit zaman aralıklarında devridaim yapılarak bitkilerin çıplak köklerine verilir. NFT sistemleri ve gel-git sistemine benzer değiştirilmiş DFT sistemleri bitki fabrikalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Şekil 1'de, Son & ark. (2016)'dan uyarlanan, DFT ve NFT hidroponik sistem şematik görünümü verilmiştir. Devridaim sistemlerinde bitkiler tarafından emilmeyen besin çözeltileri besin tankına geri döner. Bu nedenle, tanktaki besin çözeltilerinin kaybı ölçülerek bitkiler tarafından su ve besin emilimi kolaylıkla tahmin edilebilir. Ayrıca bitki fabrikalarında besin solüsyonlarını doğrudan bitki köklerine püskürten aeroponik sistemler de kullanılmaktadır (Son & ark., 2016).



Şekil 1. DFT ve NFT (sağda) hidroponik sistem şematik görünümü

Hidroponik bitki yetiştirme sistemi, çevresel etkiyi azaltma ve verimliliği artırma açısından önemli bir yaklaşım sunmaktadır. Bu yöntem sayesinde, geleneksel tarım yöntemlerine göre arazi kullanımını %75 ve su kullanımını ise %90 oranında azalmaktadır. Hidroponik sistem, bitkisel besin maddelerinin doğrudan bitki kök bölgesine verildiği bir sistem olması nedeniyle çevreye hiçbir kalıntı bırakmamakta ve ayrıca yabancı ot sorunu olmamakta, bu da tarımsal ilaçların kullanımını azaltmaktadır (Bradley & Marulanda, 2001). Ayrıca, topraksız yetiştirilen bitkilerin verimi ve kalitesi, genellikle geleneksel tarım topraklarında yetiştirilen bitkilerden daha yüksektir. Bu nedenle hidroponik tarım hem çevresel sürdürülebilirlik hem de tarımsal verimlilik açısından önemli bir alternatif olarak öne çıkmaktadır (Pardossi & ark., 2017).

Hidroponik sistemlerde önemli bir konu da bitki beslemedir. Besin çözeltileri 13 temel elementten oluşmaktadır. Her besin bir bitkinin normal büyümesi için uygun bir konsantrasyona ve nispi oranlara sahip olmalıdır ve bunlar bir besin kontrol sisteminin hedef değerleridir. Bununla birlikte, besin çözeltilerindeki iyon konsantrasyonu zamanla değişir ve daha sonra kapalı hidroponik sistemde bir besin dengesizliği meydana gelebilir. Bu nedenle, optimum kontrol elde etmek için tüm besinlerin gerçek zamanlı olarak ölçülmesi gerekir (Tsukagoshi & Shinohara, 2016; Sambo & ark., 2019; Niu & Masabni, 2022). Ancak, böyle bir sistemin hem ekonomik hem de teknik kısıtlamaları vardır. Yüksek hassasiyetli cihaz analizi nispeten pahalıdır ve iyon sensörleri, dayanıklılıkları ve stabiliteyi için halen araştırma aşamasındadır. Bugüne kadar, bireysel besinler için gerçek zamanlı ölçüm sistemlerinin sahaya uygulanması zordur; bunun yerine, toplam iyon konsantrasyonunu kontrol etmek için bir EC ve su seviye sensörü sistemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla besin çözelti yönetimi için kontrol işleminin sonuçlarını izleyen kapalı sistemler tercih edilmektedir. Buna karşılık, açık döngü kontrol sistemleri, büyük ölçekli sistemlerde bile nispeten basit bir yapıya sahiptir. Ancak geri bildirimden yoksun oldukları için, bu tür sistemler alım

konsantrasyonlarında daha yüksek dalgalanmalar olan bitkiler için uygun olmayabilir (Son & ark., 2016; Kozai & ark., 2019).

Yapay Aydınlatma

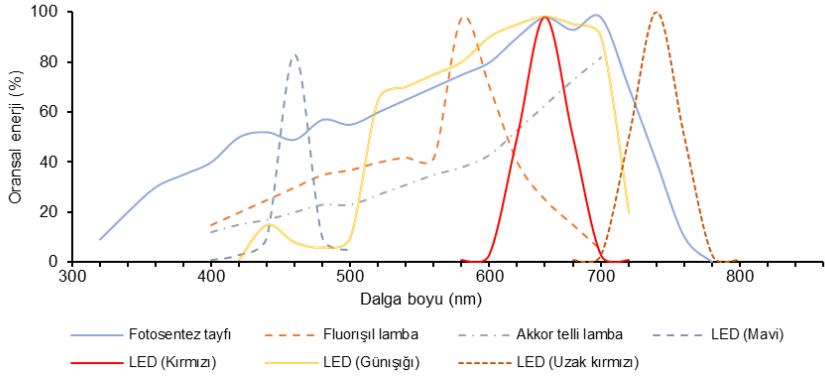
YABF terimi, termal olarak yalıtılmış ve neredeyse hava geçirmez bir depo benzeri yapıya sahip bir fabrika üretim tesisini ifade etmektedir. Bu tesislerde, kontrollü ortamda bitki yetiştirme yöntemlerini kullanılarak, ısı, nem, aydınlatma, hava dolaşımı ve besin maddeleri gibi büyüme koşulları hassas bir şekilde kontrol edilmekte ve sürdürülebilir bir şekilde taze ve yüksek kaliteli üretim yapılabilmektedir. Bu sistemlerde elektrikli lambalarla aydınlatılan ve dikey olarak istiflenen bitki yetiştirme rafları kullanılmaktadır (Kozai, 2013a).

Ayrıca iklimlendirme sistemi, hava dolaşım fanları, karbondioksit ve besin çözeltilerini tedarik eden donanımlar ve tüm bu sistemleri kontrol eden yazılımlara da ihtiyaç duyulmaktadır. Rafların dikey olarak istiflenmesi alanın daha verimli olarak kullanılmasına imkân vermektedir. Aydınlatma için genellikle floresan lambalar tercih edilmekle birlikte LED sistemleri de artık endüstride ve araştırmacılar arasında büyük ilgi görmektedir. Kompakt boyutları, düşük lamba yüzey sıcaklıkları, yüksek ışık kullanım verimliliği ve geniş ışık spektrumları sayesinde LED'ler son zamanlarda bitki fabrikalarında, bitki büyümesini ve ürün kalitesini iyileştirmek amacıyla giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bu yenilikçi aydınlatma sistemi, bitkilerin fotosentez süreçlerini optimize etmek ve ihtiyaç duydukları ışığı sağlamak için özelleştirilebilir spektral kontrole de olanak tanımaktadır. Ayrıca, LED'lerin enerji verimliliği geleneksel aydınlatma sistemlerine kıyasla önemli ölçüde yüksektir, böylece enerji maliyetleri azalmaktadır (Lin & ark., 2013; Olle & Viršile, 2013; Hammock, 2018; Metallo & ark., 2018).

Işık, elektromanyetik dalga şeklindeki parçacık (foton veya kuantum) karakterli bir enerji türüdür. Işık, bir kaynaktan yayılan elektromanyetik dalgalar aracılığıyla taşınır, bu dalgalar sabit bir hızda ve sinüzoidal bir hareketle ilerler. Bu hareketin frekansına

oranı dalga boyunu belirler ve ışığın yayılma hızını ifade eder. Genellikle, dalga boyuna göre sınıflandırma yapılır ve insan gözünün algılayabildiği 380 ila 780 nanometre arasındaki bölge görünür ışık olarak adlandırılır (Gabriel & Johnson, 2004). LED ışık kaynakları, ultraviyole (UV) ışıktan kızılötesi (IR) ışığa kadar uzanan geniş bir spektrumda ışık üretebilme yeteneğine sahiptir. Bu özellik, araştırmacılara çeşitli imkanlar sunmaktadır. Son yıllarda, LED tabanlı çalışmalar büyük bir artış göstermiş ve görünür ışık spektrumundan morötesi bölgeye kadar birçok uygulama alanını kapsamaktadır. Bu uygulamalar arasında görünür ve morötesi ışık kullanılarak görüntüleme çalışmalarından bitki büyümesini düzenleyen LED sistemlerine kadar geniş bir yelpaze bulunmaktadır (Jao & Fang, 2003).

Bitkisel üretimde LED tipi aydınlatma araçlarının kullanımı öncesinde çeşitli yapay aydınlatma kaynakları deneme amaçlı kullanılmıştır. Bu kaynaklar arasında yüksek yoğunluklu deşarj lambaları, floresan ışık lambaları ve akkor telli lambaların yanı sıra mavi, kırmızı, gün ışığı spektrumu ve uzak kırmızı LED'ler gibi enerji sağlayan lambalar yer almaktadır. Bitkilerin fotosentez karakteristikleri, yapay aydınlatma kaynaklarının seçiminde önemli bir rehber sağlar. Bu karakteristikleri kullanarak hangi dalga boyu aralığında hangi tür ışık kaynağının kullanılması gerektiği belirlenebilir. Şekil 2'de, fotosentez karakteristik eğrisi ile altı farklı yapay ışık kaynağının eğrileri görülmektedir. Bu eğriler arasında soğuk beyaz floresan ışık lambası ve akkor telli lambanın yanı sıra mavi, kırmızı, gün ışığı spektrumu ve uzak kırmızı LED'lerin eğrileri de bulunmaktadır (McFate, 1989).



Şekil 2. Bitkilerin fotosentez karakteristiği ile bazı yapay ışık kaynaklarının enerji tayfinin karşılaştırılması

Şekil 2'deki eğriler incelendiğinde, mavi, kırmızı ve uzak kırmızı ışık veren LED'lerin fotosentez karakteristiğinin ilgili dalga boylarındaki enerjiyi karşılamak için uygun olduğunu göstermektedir. Gerçekten de klorofil sentezi 445 ve 650 nm dalga boylarında maksimum noktalar göstermekte, 500-575 nm'lik dalga boyu aralığında ise azalarak %20 ve daha altındaki oranlara düşmektedir (McFate, 1989).

Bitki yetiştiriciliği açısından, en önemli dalga boyları kırmızı ve mavi renkteki ışık dalga boylarıdır. Her iki dalga boyu da bitkilerin farklı büyüme aşamalarında ve fotosentez süreçlerinde kritik öneme sahiptir. Kırmızı ışık dalga boyu, bitkilerin fotosentezde kullanılan klorofil pigmentlerini etkiler. Klorofil A ve B gibi pigmentler, kırmızı ışığı özellikle iyi emerler. Ayrıca bitkilerin büyümesini teşvik eder, fotosentezi hızlandırır ve kök gelişimini destekler. Çiçeklenme ve meyve olgunlaşma aşamalarında da kırmızı ışık önemlidir. Mavi ışık, bitkilerin fotosentezdeki diğer önemli pigmentleri etkiler ve özellikle klorofil A'nın aktivitesini artırır. Ayrıca bitkilerin kısa ve kompakt bir büyüme sağlamalarına yardımcı olur. Bu nedenle, fidelerin ve genç bitkilerin büyümesi için önemlidir. Mavi ışık aynı zamanda bitkilerin morfolojik gelişimini kontrol eder, yaprak şekli ve yaprak

büyükliğini etkiler. Ayrıca, gün ışığı spektrumu, bitkilerin tüm büyüme aşamalarında ihtiyaç duydukları farklı dalga boylarını içerir ve yapay aydınlatma sistemlerinde bu spektruma yakın aydınlatma kullanılması genellikle en etkili sonuçları verir. Uzak kırmızı LED'ler ise özellikle bitkilerin çiçeklenme ve meyve verme aşamalarında kullanılır. Uzak kırmızı ışık, bitkilerin bu kritik aşamalarda enerji depolamalarına yardımcı olmaktadır (Kim & You, 2013; Hakim & ark., 2015; Li & ark., 2021; Jin & ark., 2023).

Bitki yetiştiriciliği açısından kırmızı ve mavi ışık, temel dalga boylarıdır ve bitkilerin farklı büyüme aşamalarında ve ihtiyaçlarına göre aydınlatma sistemlerinin tasarımında dikkate alınmalıdır.

Seralara Karşı Üstünlükleri

Açık alanda geleneksel tarım uygulamaları, doğal iklim koşullarına bağlıdır ve bu koşullar her zaman değişiklik gösterebilir. İklim değişiklikleri, ani hava olayları ve mevsimsel faktörler, açık alanda yetiştirilen bitkilerin verimliliği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu dalgalanmalar, ürünlerin miktarına ve kalitesine etki eder. Ayrıca, geleneksel tarım, su sıkıntısı gibi doğal kaynakların kısıtlı olduğu bölgelerde daha da zorlaşabilir. Bu nedenle, sabit ve güvenilir bir gıda arzının sağlanması açısından açık alandaki tarımın sürdürülebilirliği sık sık tehdit altında olabilir (Yaslıoğlu & Durmuş, 2017; Çaylı & Akyüz, 2019; Boyacı & ark., 2022).

Sera üretiminde fotosentez için ihtiyaç duyulan ışık enerjisinin kontrol edilmesi zor hatta genellikle mümkün değildir. Güneş ışığı yoğunluğu, günün ilk ve son saatlerinde, geceleri, bulutlu ve yağmurlu günlerde ve kış mevsimi boyunca genellikle çok düşükken, güneşli günlerde öğlen saatlerinde çok fazladır. Güneş ışığının düşük olduğu durumlarda yapay aydınlatma, yoğun olduğu zamanlarda ise gölgeleme yapılması gerekir. Sera içerisinde sıcaklık ve oransal nem güneş ışığının yoğunluğundan önemli ölçüde etkilenir ve bu nedenle çevre koşullarını optimize etmek zordur. Serada sıcaklığı düşürmek için genellikle havalandırma yapılır. Ancak bu durum sera içerisine zararlı böcek ve hastalıkların

girmesine izin verebilir. Aynı zamanda havalandırmanın açık olduğu bir serada bulunan karbondioksit, dışarıdan daha yüksek tutulamaz (Boyacı & ark., 2016; Kozai & Niu, 2016; Akyuz & ark., 2017; Baytorun & ark., 2018; Çaylı & ark., 2018).

Bu iki geleneksel tarım yöntemi, çevresel ve iklimsel faktörlerin kontrol edilmesi konusunda çeşitli kısıtlamalarla karşı karşıyadır. Dolayısıyla, bu kısıtlamalara alternatif olarak, kontrollü ortam yetiştiriciliği gibi yöntemlerin kullanılması, sürdürülebilir gıda üretiminin geleceği açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, bitki fabrikaları, bu kısıtlamalara meydan okuyan ve yıl boyunca güvenilir bir gıda arzını mümkün kılan yeni bir yaklaşım sunmaktadır. Bu nedenle, bitki fabrikaları, modern tarımın geleceğinde iklim değişikliği ve gıda güvencesi gibi önemli konuları ele almak için önemli bir role sahip olabilir.

Graamans & ark. (2018), bitki fabrikaları ile seraları karşılaştırdığı çalışmasında, enerji, su, CO₂ ve toprak gibi kaynakların kullanım verimliliğini değerlendirmiş ve ilginç sonuçlara ulaşmıştır. Elde ettiği sonuçlara göre, bitki fabrikaları, bu dört kaynağın tümünü seralara göre daha verimli bir şekilde kullanmaktadır. Özellikle, marul üretimi açısından yapılan değerlendirmelerde, bitki fabrikalarının seralara göre enerji kullanımında %14 ila %251 daha verimli olduğu görülmüştür. Su kullanımı da dikkate alındığında, bitki fabrikalarının su tüketimini %28 ila %95 oranında azaltabileceği tespit edilmiştir. Araştırma ayrıca LED teknolojilerinin önemine vurgu yapmış, ancak bitki fabrikalarının fizibilitesini sağlamak için daha fazla ilerleme gerektiğini belirtmiştir. Bu sonuçlar, bitki fabrikalarının kaynak verimliliği açısından geleceğin tarım modeli olarak potansiyelini ortaya koymaktadır.

Öte yandan, YABF, bitki büyüme ortamının en iyi şekilde kontrol edildiği, ileri üretim tekniklerinin kullanıldığı bir iç mekân hidroponik üretim sistemidir. Bitki fabrikaları dış ortama asgari düzeyde emisyon salan, kapalı bitki üretim sistemlerinin bir türüdür. Doğru bir şekilde tasarlanır ve yönetilirse geleneksel üretim

sistemlerine göre çeşitli potansiyel avantajlara sahip olabilir. Aynı zamanda güneş ışığına veya toprağa ihtiyaç duymadan her yerde kolayca kurulabilme özelliğine sahiptir ve aynı zamanda dış iklim koşullarından bağımsız olarak çalışır, bu nedenle üretim istikrarlıdır. Ayrıca, yıl boyunca üretim yapabilme kapasitesi geleneksel tarıma göre çok daha yüksektir ve bitki büyüme koşullarını hassas bir şekilde kontrol ederek ürün kalitesini optimize edebilir. Bununla birlikte, bitki fabrikalarında yetiştirilen ürünler böcek ilacı içermez ve tüketmeden önce yıkanmalarına gerek yoktur. Ürünlerin daha uzun bir raf ömrü vardır ve genellikle düşük bakteri yüküne sahiptir, bu da daha güvenli bir tüketim sağlar (Huang, 2019; Csambalik & ark., 2023). Ayrıca, kentsel alanlara yakın konumlandırılarak ulaşım için gerekli enerji miktarını azaltabilir ve minimum kirletici madde emisyonu ile kaynak kullanımını verimliliği sağlayarak çevresel etkiyi en aza indirebilir.

YABF, yapraklı yeşillikler, transplantasyon (fide) ile yetiştirilenler ve tıbbi bitkiler için uygundur (Kato & ark., 2010; Yao & ark., 2015; Goto, 2016; Khwankaew & ark., 2017; Park & ark., 2018; Zheng & ark., 2019; Ahmed & ark., 2020; Alromian, 2020). Çünkü alanı maksimum ölçüde kullanabilmek için bu sistemde tipik olarak dikey katmanlar arası mesafe oldukça azdır. Bu sebeple en fazla 30-35 cm ve daha az büyüyen bitkilerin yetiştirilmesi tercih edilmektedir. Aynı zamanda bu sistemde yetiştirilecek bitkiler düşük ışık ve sık dikim koşullarında iyi gelişebilen nitelikte olmalıdır. Esas olarak buğday, pirinç ve patates gibi kalorileri için tüketilen temel tarla bitkileri bu sistem için uygun değildir, çünkü kuru kütle başına ekonomik değerleri genellikle çok daha düşüktür ve yapraklı yeşilliklerden daha uzun bir yetiştirme dönemine ihtiyaç duyarlar.

Bitki fabrikaları geleneksel seraların veya açık alan üretiminin yerine geçmez. Aksine, bitki fabrikalarının hızlı gelişimi yeni pazarlar ve yeni iş fırsatları yaratmıştır (Kozai & Niu, 2016; Kozai & ark., 2019). Yapraklı yeşilliklerin ticari üretimine ek olarak, 15-100 m² zemin alanına sahip küçük bitki fabrikaları, Japonya'da fidanların ticari üretimi için yaygın olarak kullanılmaktadır, çünkü bu fidanlar, yüksek bir ekim yoğunluğunda kısa sürede

üretilebilmektedir. Aşılı ve aşılınmamış domates fideleri, salatalık, patlıcan, ıspanak ve marulun hidroponik kültür fideleri ve yüksek değerli süs bitkilerinin fideleri küçük bitki fabrikalarında ticari olarak üretilmektedir (Hayashi & ark., 2020; Nunomura & ark., 2020). Mikro bitki fabrikaları veya mini bitki fabrikaları olarak adlandırılan daha küçük sistemlerde vardır. Bunlar açık bahçeleri olmayan kent sakinleri veya restoranlar, kafeler, alışveriş merkezleri, okullar, toplum merkezleri, hastaneler ve ofis binaları gibi mekânlar için tasarlanmıştır. Mini bitki fabrikaları, çoğunlukla eğlence ve hobi amaçlı sistemler için kullanılır (Çaylı & Kaya, 2019).

Bitki Fabrikalarındaki Zorluklar

Sürdürülebilir bir üretim modeli sunan YABF, çeşitli zorluklar ve dezavantajlarla da karşı karşıyadır. Bu zorluklar, bu tür işletmelerin başarılı bir şekilde işletilmesi ve sürdürülmesi açısından önem arz etmektedir. YABF'lerin karşılaştığı bazı temel zorluklar şu şekilde sıralanabilir (Kozai & ark., 2021).

Yüksek Başlangıç Maliyetleri: Bu tür tesislerin inşası, iç ortam üretim birimlerinin kurulumu ve gelişmiş teknoloji kullanımı nedeniyle oldukça maliyetlidir. Bu maliyetler, özellikle küçük işletmeler için finanse edilemez nitelikte olabilmektedir. Yapı maliyetleri neredeyse içerideki üretim birimlerinin maliyetiyle yarışır düzeydedir. İlk yatırım maliyetleri, iyi bir tasarım ve planlama ile bir miktar azaltılabilir. Ayrıca, işletme ve yönetim tecrübesi arttıkça üretim maliyetlerinin her yıl azalması da mümkün olabilmektedir.

Elektrik Enerjisi Giderleri: Elektrik enerjisi, YABF'lerin işletim maliyetlerinin büyük bir bölümünü oluşturur. Aydınlatma, bu maliyetlerin yaklaşık %70-80'ini kapsamaktadır. Bu, yapay aydınlatmanın bitki yetiştirme için vazgeçilmez olduğu bir ortamda enerji verimliliğinin büyük bir önem taşıdığını göstermektedir. Daha verimli aydınlatma sistemleri tasarlayarak aydınlatma maliyetlerini azaltılması yönünde potansiyel bulunmaktadır.

Üretim Maliyetleri: İşletmeler için elektrik enerjisi maliyetinin yanı sıra, işçilik ve diğer malzemeler (tohum, gübre, paketleme, teslimat vb.) de önemli bir maliyet kalemini oluşturur. Üretim maliyetlerini düşürmeye yönelik stratejiler arasında, dikey katmanların sayısını artırmak, çevresel kontrol stratejilerini optimize etmek, üretim süreçlerini yıl boyunca kesintisiz hale getirmek ve ekim yoğunluğunu artırmak yer alır. Ayrıca, ürün kaybını azaltmak da maliyetleri düşürmeye yardımcı olmaktadır.

Yetiştiricilik Bilgisi ve Bitki Çeşitliliği: Bitki fabrikalarının başarılı bir şekilde işletilmesi, bitki yetiştirme bilgisine ve çeşitli bitki türleri için optimum çevresel kontrol stratejilerine dayanır. Bitki yetiştiriciliği, bitki fabrikalarında özel bir uzmanlık gerektirir ve bu uzmanlık sürekli eğitim ve araştırmayı içermektedir.

Ürün Pazarlaması ve Ürün Çeşitliliği: Bitki fabrikalarında üretilen ürünlerin pazarlaması ve farklı bitki türleri için talep yaratılması oldukça zordur. Ayrıca, yeni bitki türlerini yetiştirmek ve bu türler için Pazar araştırması yapmak da başka bir zorluktur.

YABF'ler, tarımın geleceği için büyük bir potansiyele sahiptir, ancak bu tür zorluklar ve dezavantajlar dikkate alınmalıdır. İyi bir planlama, yönetim ve teknolojik gelişmeler, bu zorlukların üstesinden gelmeye yardımcı olabilir ve YABF'lerin verimliliğini artırabilir (Tian & ark., 2022).

Sonuç

YABF, geleneksel tarım yöntemlerine yenilikçi bir alternatif sunarak geleceğin gıda üretimini şekillendirebilecek önemli bir tarım modeli olarak ön plana çıkmaktadır. Bu tesisler, bitki yetiştirme süreçlerini temelden değiştirerek hidroponik sistemlerin avantajlarından ve ileri teknolojilerin nimetlerinden yararlanmaktadır. Bu sayede, bitki yetiştirme süreçleri daha verimli, çevre dostu ve özelleştirilebilir hale gelmektedir, böylece modern tarımın gereksinimlerine cevap verebilmektedir. YABF'lerin en belirgin avantajlarından biri, bitki yetiştirme süreçlerinin ışık ihtiyacını optimize etmelerine olanak tanıyan yapay aydınlatma

sistemleridir. Bu sayede, mevsimlerden bağımsız olarak yıl boyunca sürekli üretim yapılabilir. Ayrıca, bu tesisler, taze ve yüksek kaliteli ürünlerin her mevsimde temin edilmesini mümkün kılmaktadır, bu da geleneksel tarımın mevsimsel sınırlamalarını aşması anlamına gelmektedir. Ancak, YABF'lerin başlangıç maliyetleri oldukça yüksektir ve işletme aşamasında enerji maliyetleri de dikkate değerdir. Ayrıca, bu tesislerin işletilmesi için bitki yetiştirme bilgisi ve yönetim yetenekleri gerekmektedir, bu da teknik uzmanlık gerektirir. Ancak gelişen teknoloji ve deneyimle birlikte bu maliyetler azaltılabilir. Bu sayede YABF'lerin gelecekte, tarım sektöründe daha geniş bir alana yayılma potansiyeli vardır.

YABF'lerin, açık alandaki geleneksel tarım uygulamaları ile karşılaştırıldığında birçok üstünlüğü bulunmaktadır. Açık alandaki tarım doğal iklim koşullarına bağımlıdır ve bu koşullar sürekli dalgalanabilir. İklim değişiklikleri, ani hava olayları ve mevsimsel faktörler, açık alandaki ürünlerin miktarını ve kalitesini etkileyebilir. Ayrıca, geleneksel tarım, doğal kaynakların sınırlı olduğu bölgelerde sürdürülebilirliği tehdit etmektedir. YABF'ler, bu zorlukların üstesinden gelmek için bir çözüm sunarak, sabit ve güvenilir bir gıda arzının sağlanmasına katkıda bulunabilecektir. Bu tesislerin başarılı bir şekilde işletilmesi, bir dizi zorlukla karşı karşıya kalmasına rağmen, geleceğin gıda üretimini daha sürdürülebilir, verimli ve güvenilir hale getirebilir. Bu nedenle, bu yenilikçi tarım modeli, tarım sektörünün geleceğinde önemli bir rol oynayabilir.

KAYNAKÇA

Agovino, M., Casaccia, M., Ciommi, M., Ferrara, M. & Marchesano, K. (2019). Agriculture, climate change and sustainability: The case of EU-28. *Ecological Indicators*, 105(1), 525-543. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.04.064>

Ahmed, H. A., Yu-Xin, T. & Qi-Chang, Y. (2020). Optimal control of environmental conditions affecting lettuce plant growth in a controlled environment with artificial lighting: A review. *South African Journal of Botany*, 130, 75-89.

Akyuz, A., Baytorun, A. N., Cayli, A., Ustun, S. & Onder, D. (2017). New Approaches to Required Heat Power for Designing the Greenhouse Heating Systems. *K.S.U. Journal of Natural Sciences*, 20(3), 209-217.

Alromian, F. M. (2020). Effect of type of compost and application rate on growth and quality of lettuce plant. *Journal of plant nutrition*, 43(18), 2797-2809.

Baytorun, A., Akyüz, A., Üstün, S. & Çaylı, A. (2018). Sera Isı Gereksinimi Hesaplama Modelinin "ISIGER-SERA" Çukurova Koşullarında Test Edilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(5), 699-707. doi: 10.18016/ksudobil.396127

Boyacı, S., Akyüz, A., Baytorun, A. N. & Çaylı, A. (2016). Kırşehir ilinin örtüaltı tarım potansiyelinin belirlenmesi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(2), 142-157.

Boyacı, S., Akyüz, A. & Tanrıverdi, Ç. (2022). Comparison of heat requirements in greenhouses for Kırşehir and Kahramanmaraş provinces. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 5-20.

Bradley, P. & Marulanda, C. (2001). *Simplified Hydroponics to Reduce Global Hunger*.

Brodt, S., Six, J., Feenstra, G., Ingels, C. & Campbell, D. (2011). Sustainable agriculture. *Nat. Educ. Knowl*, 3(1).

Csambalik, L., Divéky-Ertsey, A., Gál, I., Madaras, K., Sipos, L., Székely, G. & Pusztai, P. (2023). Sustainability Perspectives of Organic Farming and Plant Factory Systems—From Divergences towards Synergies. *Horticulturae*, 9(8), 895.

Çaylı, A. & Akyüz, A. (2019). The Experimental Determination of The Impact of Overall Heat Consumption Coefficient and Thermal Screens on Heat Saving in Plastic Greenhouses. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(2), 270-280.

Çaylı, A., Akyüz, A., Baytorun, A. N., Üstün, S. & Mercanlı, A. S. (2018). The Feasibility of a Cloud-Based Low-Cost Environmental Monitoring System Via Open Source Hardware in Greenhouses. *KSU J. Agric Nat*, 21(3), 323-338. doi: 10.18016/ksudobil.341513

Çaylı, A. & Kaya, E. H. (2019). The Design of a Mini Plant Factory with Artificial Lighting and Application of Environmental Conditions Control System. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(11), 1834-1843.

Gabriel, L. & Johnson, D. M. (2004). Laboratory-scale evaluation of incandescent and compact florescent lamps for poultry house lighting. *Discovery, The Student Journal of Dale Bumpers College of Agricultural, Food and Life Sciences*, 5(1), 16-20.

Gheorghe, B. & Păunescu, D. (2016). *Current Aspects Regarding The Urbanization, Its Influence On Global Warming And Importance Of Green Roofs In Large Urban Areas*. The 40th International Conference on Mechanics of Solids, Acoustics and Vibrations & The 6th International Conference on Advanced Composite Materials Engineering, Brasov, Romania.

Goto, E. (2016). Chapter 15 - Production of Pharmaceuticals in a Specially Designed Plant Factory. In T. Kozai, G. Niu M.

Takagaki (Eds.), *Plant Factory* (pp. 193-200). San Diego: Academic Press.

Graamans, L., Baeza, E., Van Den Dobbelen, A., Tsafaras, I. & Stanghellini, C. (2018). Plant factories versus greenhouses: Comparison of resource use efficiency. *Agricultural systems*, *160*, 31-43.

Hakim, R. M. A., Hendrawan, Y. & Lutfi, M. (2015). Rancang Bangun Plant Factory untuk Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica Rapa* var. *Parachinensis*) dengan Menggunakan Led (Light Emitting Diode) Merah dan Biru. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, *3*(3), 382-390.

Hammock, H. A. (2018). The impact of blue and red LED lighting on biomass accumulation, flavor volatile production, and nutrient uptake in hydroponically grown Genovese basil.

Hayashi, E., Amagai, Y., Maruo, T. & Kozai, T. (2020). Phenotypic analysis of germination time of individual seeds affected by microenvironment and management factors for cohort research in plant factory. *Agronomy*, *10*(11), 1680.

Huang, L.-C. (2019). Consumer attitude, concerns, and brand acceptance for the vegetables cultivated with sustainable plant factory production systems. *Sustainability*, *11*(18), 4862.

Jao, R.-C. & Fang, W. (2003). An adjustable light source for photo-phyto related research and young plant production. *Applied Engineering in Agriculture*, *19*(5), 601.

Jin, D., Su, X., Li, Y., Shi, M., Yang, B., Wan, W., Wen, X., Yang, S., Ding, X. & Zou, J. (2023). Effect of Red and Blue Light on Cucumber Seedlings Grown in a Plant Factory. *Horticulturae*, *9*(2), 124.

Karimi, V., Karami, E. & Keshavarz, M. (2018). Climate change and agriculture: Impacts and adaptive responses in Iran. *Journal of Integrative Agriculture*, *17*(1), 1-15. doi: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(17\)61794-5](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(17)61794-5)

Kato, K., Yoshida, R., Kikuzaki, A., Hirai, T., Kuroda, H., Hiwasa-Tanase, K., Takane, K., Ezura, H. & Mizoguchi, T. (2010). Molecular breeding of tomato lines for mass production of miraculin in a plant factory. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(17), 9505-9510.

Khwankaew, J., Nguyen, D., Kagawa, N., Takagaki, M., Maharjan, G. & Lu, N. (2017). *Growth and nutrient level of water spinach (Ipomoea aquatica Forssk.) in response to LED light quality in a plant factory*. International Symposium on New Technologies for Environment Control, Energy-Saving and Crop Production in Greenhouse and Plant 1227.

Kim, H. R. & You, Y. H. (2013). Effects of red, blue, white, and far-red LED source on growth responses of *Wasabia japonica* seedlings in plant factory. *Horticultural Science & Technology*, 31(4), 415-422.

Kozai, T. (2013a). Plant factory in Japan-current situation and perspectives. *Chron. Horticult.*, 53(2), 8-11.

Kozai, T. (2013b). Resource use efficiency of closed plant production system with artificial light: Concept, estimation and application to plant factory. *Proceedings of the Japan Academy, Series B*, 89(10), 447-461.

Kozai, T. & Niu, G. (2016). Chapter 1 - Introduction. In T. Kozai, G. Niu M. Takagaki (Eds.), *Plant Factory* (pp. 3-5). San Diego: Academic Press.

Kozai, T., Niu, G. & Masabni, J. G. (2021). Plant factory basics, applications and advances.

Kozai, T., Niu, G. & Takagaki, M. (2019). *Plant factory: an indoor vertical farming system for efficient quality food production*: Academic press.

Li, Y., Wu, L., Jiang, H., He, R., Song, S., Su, W. & Liu, H. (2021). Supplementary far-red and blue lights influence the biomass

and phytochemical profiles of two lettuce cultivars in plant factory. *Molecules*, 26(23), 7405.

Lin, K.-H., Huang, M.-Y., Huang, W.-D., Hsu, M.-H., Yang, Z.-W. & Yang, C.-M. (2013). The effects of red, blue, and white light-emitting diodes on the growth, development, and edible quality of hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L. var. capitata). *Scientia Horticulturae*, 150, 86-91.

Lu, N., Kikuchi, M., Keuter, V. & Takagaki, M. (2022). Business model and cost performance of mini-plant factory in downtown *Plant factory basics, applications and advances* (pp. 271-293): Elsevier.

Maia, A. G., Miyamoto, B. C. B. & Garcia, J. R. (2018). Climate Change and Agriculture: Do Environmental Preservation and Ecosystem Services Matter? *Ecological Economics*, 152, 27-39. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.05.013>

McFate, K. L. (1989). *Electrical energy in agriculture*: Elsevier Science Publishers.

Metallo, R. M., Kopsell, D. A., Sams, C. E. & Bumgarner, N. R. (2018). Influence of blue/red vs. white LED light treatments on biomass, shoot morphology, and quality parameters of hydroponically grown kale. *Scientia Horticulturae*, 235, 189-197.

Niu, G. & Masabni, J. (2022). Hydroponics (Chapter 9). In T. Kozai, G. Niu J. Masabni (Eds.), *Plant Factory Basics, Applications and Advances* (pp. 153-166). Elsevier: Academic Press.

Nunomura, O., Kozai, T., Shinozaki, K. & Oshio, T. (2020). Seeding, seedling production and transplanting *Plant Factory* (pp. 285-297): Elsevier.

Olle, M. & Viršile, A. (2013). The effects of light-emitting diode lighting on greenhouse plant growth and quality. *Agricultural and food science*, 22(2), 223-234.

Pardossi, A., Incrocci, L., Salas, M. C. & Gianquinto, G. (2017). Managing Mineral Nutrition in Soilless Culture *Rooftop Urban Agriculture* (pp. 147-166): Springer.

Park, S. W., Kwack, Y. & Chun, C. (2018). Growth and propagation rate of strawberry transplants produced in a plant factory with artificial lighting as affected by separation time from stock plants. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 59, 199-204.

Reganold, J. P., Papendick, R. I. & Parr, J. F. (1990). Sustainable agriculture. *Scientific American*, 262(6), 112-121.

Sambo, P., Nicoletto, C., Giro, A., Pii, Y., Valentinuzzi, F., Mimmo, T., Lugli, P., Orzes, G., Mazzetto, F. & Astolfi, S. (2019). Hydroponic solutions for soilless production systems: issues and opportunities in a smart agriculture perspective. *Frontiers in plant science*, 10(923), 1-17. doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00923>

Santiteerakul, S., Sopadang, A., Yaibuathet Tippayawong, K. & Tamvimol, K. (2020). The role of smart technology in sustainable agriculture: A case study of wangree plant factory. *Sustainability*, 12(11), 4640.

Son, J. E., Kim, H. J. & Ahn, T. I. (2016). Chapter 17 - Hydroponic Systems. In T. Kozai, G. Niu M. Takagaki (Eds.), *Plant Factory* (pp. 213-221). San Diego: Academic Press.

Tahat, M., Alananbeh, K., Othman, Y. & Leskovar, D. (2020). Soil health and sustainable agriculture. *Sustainability*, 12(12), 4859.

Tian, Z., Ma, W., Yang, Q. & Duan, F. (2022). Application status and challenges of machine vision in plant factory—A review. *Information Processing in Agriculture*, 9(2), 195-211.

Tsukagoshi, S. & Shinohara, Y. (2016). Nutrition and Nutrient Uptake in Soilless Culture Systems. In T. Kozai, G. Niu M. Takagaki (Eds.), *Plant Factory* (Vol. 1, pp. 165-172). San Diego: Academic Press.

Wagena, M. B. & Easton, Z. M. (2018). Agricultural conservation practices can help mitigate the impact of climate change. *Science of The Total Environment*, 635, 132-143. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.110>

Yao, J., Weng, Y., Dickey, A. & Wang, K. Y. (2015). Plants as factories for human pharmaceuticals: applications and challenges. *International journal of molecular sciences*, 16(12), 28549-28565.

Yashoğlu, E. & Durmuş, S. (2017). Bursa ilinde yetiştiricilik yapılan seraların yapısal yönden değerlendirilmesi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 34(Ek Sayı), 164-171.

Zheng, J., Ji, F., He, D. & Niu, G. (2019). Effect of light intensity on rooting and growth of hydroponic strawberry runner plants in a LED plant factory. *Agronomy*, 9(12), 875.

BÖLÜM III

Doğal Kaynakların Göç Üzerindeki Etkisi: Su Kaynakları Özelinde Bir Araştırma

Bekir CENGİL¹

Giriş

İnsanlık tarihi, birçok sebebe bağlı olarak çeşitli dönemlerde göç dalgalarının yaşanmasına sahne olmuştur. İnsanların doğa ile giriştikleri mücadele ve bazı kaynakların kullanımı konusunda yaşanan sorunlar, kaynaklara ulaşmadaki zorunluluk göçün sebeplerinden birisi haline gelmiştir. İnsanlar bazen kendileri için bazen de bakmakla yükümlü oldukları hayvanları için doğal kaynaklara bilhassa suya ulaşmak adına göç etmek mecburiyetinde kalmışlardır. Büyük göçler genelde insan açısından önem arz eden kaynaklara ulaşmak adına girişilen bir çabanın ürünü olarak görülmüştür. Birinci ve ikinci dünya savaşı ve sonrasında yaşanan kitlesel göçlerin, 19. Yüzyıl ile birlikte başlayan ve günümüzde

¹ Doktor Öğretim Üyesi, Çankırı Karatekin Üniversitesi

siyasi sebeplerle meydana gelen göçlerde dâhil aslında temelde bir kaynağa sahip olmak isteyenlerin başkalarının haklarını gasp etmek istemelerinin ürünü olarak ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada insanlık tarihinin önemli dönüm notası olan göçler üzerinde durulacaktır. Göçlerin birçok sebebi vardır, bunlar arasında sosyal, siyasal, ekonomik, kültürel sebepler en fazla etkin olan sebeplerdir. Göç özünde zorunlu ve gönüllü göç olmak üzere iki temel nedene bağlı olarak gerçekleşmektedir (Kalaycı ve Göç, 2023: 73). İki durumu bir birinden ayıran temel faktör insanın rızası sonucu gerçekleşip gerçekleşmemesidir. Bunun yanında göçün aynı ülke sınırları içerisinde ve sınır aşırı gerçekleşmesine bağlı olarak iç göç ve dış göç ayrımının yapıldığı da bilinmektedir (Göç, 2021: 59). Göç eğer aynı ülkenin sınırları içerisinde gerçekleşmişse iç göç, ülke sınırlarını aşarak başka bir ülke sınırlarına doğru gerçekleşmişse dış göç olarak nitelendirilmektedir. İster zorunlu olsun ister gönüllü olsun, göç her halükarda göç edenlerde bir burukluk oluşmasına sebep olmaktadır. Bunun yanında kendi tercihini yapamayacak durumda olan çocukların ve muhtaçların durumu ise her zaman zorunlu göç gibi algılanabilmektedir. Çalışma genel manada bir göç ve göçmenlik çerçevesi çizmenin yanında ayrıca odak noktası olan doğal kaynaklara da yer verecektir. Çalışmanın odak noktası su kaynaklarına ulaşma konusunda insanların çabaları ve buna bağlı olarak göç etmek durumunda kalmalarıdır. Doğal kaynaklar hem insanlar için hem de hayvanları açısından önemli bir faktördür. Tarihin en büyük göçlerinden birisi olarak bilinen kavimler göçü insanların kuraklıktan kurtulmak için ve hayvanlarına daha verimli araziler bulmak için giriştikleri bir göç hikâyesidir. Kavimler göçü tüm canlı varlıklar için son derece önemli bir yere sahiptir. Su kaynaklarına ulaşmak için toplumlar zaman zaman göç etmek mecburiyetinde kalmıştır. Tarih boyunca su kaynakları ve suyun bulunduğu yerler yerleşim yeri olarak benimsenmiş, göçebe yaşamdan yerleşik hayata geçen insanların yaşam alanı olarak seçtikleri yerler su kaynaklarının bulunduğu yerler olmuştur. Fırat ve Dicle ırmakları, Mezopotamya, Anadolu coğrafyası bu nedenlere bağlı olarak birçok medeniyete ev sahipliği yapmıştır. Göç etmek

durumunda kalanlar için hem hedef, hem kaynak ve hem de transit bölge olarak tarih sayfasında yer almasına sebep olmuştur.

Göç Üzerine

İnsanların bireysel ve toplu olarak bir yerden başka bir yere gitmesi mekân değiştirmesi eylemi göç olarak tanımlanmaktadır, birey ile mekân arasında bir ilişkinin ortadan kalkması veya yeni bir ilişki ağının oluşması süreci göç olarak adlandırılmaktadır (Ekici ve Tuncel, 2015: 9). İnsanların mekân değiştirmeleri çeşitli sebeple bağlı olarak çeşitli yöntemlerle ve farklı şekillerde gerçekteşmektedir. Meydana geliş şekli bakımından göç iç göç ve dış göç kavramları ile tanımlanmaktadır (Özkan, 2019: 129). Aynı ülke sınırları içerisinde gerçekteşen göç iç göç olarak tanımlanırken ülke aşırı gerçekteşen göç dış göç olarak nitelendirilmektedir. Yani bir ülkeden doğup farklı bir ülke topraklarında nihayet bulan göç kast edilmektedir. Göç aynı zamanda farklı ayrımları da barındırmaktadır, genel anlamda sosyal, siyasal, kültürel, ekonomik faktörlerin neticesinde gerçekteşir (Göç, 2023: 1530). Bununla birlikte yöneldiği ve nihayetlendiği ülke açasından farklı tanımlar içermektedir. Göçün başladığı ülke toprakları kaynak ülke olarak adlandırılırken, göç ile varılmak istenen ülke toprakları kaynak ülke kavramı ile tanımlanmaktadır, yine göçün geçiş güzergâhı konumunda bulunan ülke transit ülke ile nitelendirilmektedir (Akkoyunlu Ertan ve Ertan, 2017: 14). Yani kaynak ülke ile hedef ülke arasında bulunan ve göçün güzergâhı üzerinde bulunan topraklar transit olarak adlandırılmaktadır. Temel ayrımlar irdelendiğinde göç için son derece önemli bir ayırım da zorunlu ve gönüllü göç ayırımı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu ayırımın özünde bireylerin ve toplumların kendi rızaları dâhilinde göç etmesi veya rızaları dışında bir göç kararı almaları bakımından ayırım göstermektedir. Turistik bir gezi eğitim amaçlı bir göç, genel anlamda hayat standartları açasından yer değiştirme bir gönüllü göç durumunu doğururken, ekseriyetle savaş sebebiyle, siyasi sebeplerle, baskı sebebiyle, bireysel ve toplumsal özgürlüklerin kısıtlanması sebebiyle ve çeşitli kaynakların elde edilmesi sebebiyle iç ve dış kaynaklı baskılar neticesinde gerçekteşen göçler zorunlu

yani rıza dışı güç olarak nitelendirilir. Özellikle iki dünya savaşı sırasında ve sonrasında gerçekleşen gler ile sıklıkla 21. Yüzyılda meydana gelen gler zorunlu glerin ciddi örnekleri olarak karşımıza çıkmaktadır. G sayıları milyonlarla ifade edilen insanların yurtlarından ayrılmalarına sebep olmuştur. Gce dair kavramlar ele alındığında göçmen, mülteci, sığınmacı, geçici koruma kavramları dikkat çeken kavramlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda g ve göçmenlik ilişkisi karmaşık bir yapıya sahiptir, göçmen bir çeşit karşılıklı mutabakatın neticesidir (ağlayan, 2006: 68). Göç etme niyetinde olan birey veya bireyler ile belli ihtiyaçlar doğrultusunda yabancı kabul edecek ülkeler arasında şartları önceden belli, gerekli kriterlerin oluşması durumunda ve gerekli yeterliliklerin sağlanması neticesinde gerçekleşen g eyleminin muhatabına göçmen denmektedir. Göçmenlerin mülteci, sığınmacıdan farklı olarak gittikleri ülkelerin ekonomi ve üretim faaliyetlerine olumlu katkısı olduğunu vurgulamak lazım, fayda maliyet açısından dünya ekonomisine olumlu manada katkı yapmaktadırlar (G, 2022: 1240). Mülteci kavramı ele alındığında ise gerek Cenevre sözleşmesi ve gerekse de ek protokol kapsamında erevesi çizilen kavram şu şekilde tanımlanmaktadır. Irkı, dini, uyrukluğu, belli bir sosyal gruba mensubiyeti ve düşünceleri yüzünden zulüm göreceklerinden korkarak, vatandaşı olduğu ülkenin dışında bulunan ve korumasından yararlanamayan ya da bu korku nedeniyle yararlanmak istemeyen kişidir (Erdil, 2020: 72). Mültecilik gerekli güvenlik soruşturmalarının yapılmasını zorunlu kılan bir durum olmanın yanında, riskli durum devam ettiği sürece g ile gelenlerin ne suretle olursa olsun ülke sınırlarını terk etmesi istenemez, kanunda belirtilen şartlar bu kapsamın dışında yer almaktadır. Anayasada belirtilen şartların kişiler açısından eşit ve adil olmak gibi bir zorunluluk taşıdığı gerçeğinden hareketle, anayasal güvence altına alınan hakların devlet tarafından korunduğu bilinmektedir (Atmaca ve G, 2020: 1526). Dolayısıyla hem iç hukuk hem uluslararası hukukun tarafından mültecilik hakları garanti altına alınmıştır ve bunun en güçlü garantörü bizzat devlettir. Sığınmacı kavramı irdelendiğinde, Sığınmacı, ülkesindeki zulümden

veya ciddi zarardan korunmak gayesiyle, başka bir ülkede güvenlik arayışında olan ve ilgili ulusal ya da uluslararası belgeler kapsamında mültecilik statüsüne ilişkin başvurusunun sonucunu bekleyen kişi (Fansa, 2021: 297). Olarak ifade edilir, mülteci olarak kabul veya ret edilinceye kadar göç ile gelenin durumuna dair statü olarak tanımlanmaktadır. Geçici koruma kapsamı ise 2011 yılında Suriye’de meydana gelen iç savaş sonrası Türkiye’ye göç etmek durumunda kalan kitlesel akıncıları tanımlamak için kullanılmaktadır (Başbuğ, 2017: 139). Yabancılar ve Uluslararası Koruma Kanunu içerisinde yapılan değişiklik ile Suriyelilerin durumu düzenlenmiştir ve bu durum geçici koruma başlığı altında ele alınmıştır. Görüldüğü gibi her ne kadar zaman zaman biri diğerinin yerine kullanılmakla birlikte göç ile gelenlerin durumları yukarıda tanımlanan kavramlarla çerçevelendirilmiştir. Konun bu bölümünde göç olayının gerçekleşmesinde başat rol oynayan kavramlar üzerinde durulacaktır. Göçe etki eden kavramlar aşağıda tek tek irdelenecektir.

Göçe Etki Eden Faktörler

Göç karşılıklı bir takım ilişki ağlarının kurulmasını, mevcut bazı ağların yıkılmasını ve nihayetinde yeni ağların ortaya çıkmasını sağlayan toplumsal bir gerçekliktir. Göç bu duruma maruz kalan herkes için olumlu ve olumsuz birçok durum meydana getirir. Canlı bir organizma gibidir. Toplumlar bireysel göçler karşısında daha hazırlıklı ve değişime daha dirençli görünürken, kitlesel akımlar hayatın hemen her alanına tesir eder. Göç etmek durumunda kalanlar arkalarında kültürel miras olarak betimlenecek, maddi ve manevi pek çok değeri bırakırken kendileri ile birlikte götürdükleri ile yeni topluma etki eder ve bu yeni toplumdan etkilenir. Göç etmek durumunda kalanlar bazen asimile olur, bazen entegre olur, bazen değişir, bazen dönüşür, fakat her halükarda yeni ilişki ağları içerisinde kendinden bir şeyler verir ve bazı yeniliklerle kendilerini donatırlar. Maddi ve manevi varlıklar açısından oldukça karmaşık bir ilişki ağıdır bu. Bu kesif ilişki ağıda toplumsal fayda maksimize edilmeye çalışılır (Bilecen, 2018: 140). Sadece yerleşim yerinin değiştirilmesi ile sınırlı olmayan göç eylemi (Özcan, 2017: 186). Başlıca bir takım

etkenlere bağlı gerekleſir ve bu faktörler hem göç eden hem de yerleſik bulunan insanlar üzerinde çok yönlü bir etki meydana getirir.

Göç dünyanın hemen her yerinde ekonomik büyüme, yoksulluk ve istikrar üzerine önemli bir takım etkiler yaratmaktadır (Aydın ve Levent, 2021: 419). Göç bir taraftan bireylerin ekonomik koſullarını etkilerken, diğer taraftan bölgesel bir takım etkilere sebep olmakta, arz-talep dengesizliklerinin yanında, ekonomik eſitsizlikleri ortaya çıkmasına ve hatta ekonomik krizlerin yaſanmasına sebep olmaktadır (Güllüpinar, 2012: 54). Tarihin hemen her döneminde yaſanan kitlesel göçler incelendiğinde toplumlarda ciddi derecede ekonomik sorunların yaſanmasına sebep olan bu insan hareketi, bazı toplumların ekonomik kriz yaſamalarına da sebep olmuſtur. Mültecilik, sığınma durumu ve düzensiz göç gibi birçok göç ſeklinde bu durum söz konusu iken, karſılıklı bir mutabakatın ürünü olarak gerekleſen göçmenlik durumu istisnai bir biçim olarak karſımıza çıkılmaktadır. Göç için son derece önemli faktörlerden biriside siyasal faktörlerdir, hem sebep hem de sonuç olması bakımından önem arz eden bu faktör, kitlesel göçlerin yaſanmasının altında yatan ideolojik faktörleri de içine alan savaſ durumlarının yaſanmasını takiben gerekleſen göçleri de kapsamaktadır. Dünya üzerinde özellikle büyük göçler fikir atıſmaları, din ve mezhep ayrılıkları, ideolojik tahammülsüzlüklerin ürünü olarak ortaya ıkmıſtır. Yine savaſların ortaya çıkmasında insanların zengin kaynaklara ulaſmak istemesi yatmaktadır. Özellikle yakın tarihe bakıldığı zaman iki dünya savaſı ve sonrasındaki geliſmeler insanların yaſadıkları yerleri kitleler halinde terk etmelerine ve yeni sosyal ve toplumsal düzenlerin kurulmasına sebep olmuſtur. Öyle ki, bazı araſtırmalar sadece 1923-1945 arasında sadece Türkiye'ye 175 bin kiſinin göç etmek durumunda kaldığına dair bilgi vermektedir (Oğuz Uzuner, 2021: 51). Yine sadece 2. Dünya savaſının etkisi ile gönüllü veya zorunlu durumuna bakılmaksızın 100 milyon insanın göç etmek mecburiyetinde kaldığı bilinmektedir (Güler, 2021: 2020). Bu sayılar dahi göç üzerinde siyasal faktörün ne denli tesirli olduğunu

göstermektedir. Göçün bir diğer önemli ayağını sosyolojik etki oluşturmaktadır. Göç sonuçları bakımından toplumların sosyolojik yapısına önemli ölçüde etki etmektedir. Teknolojinin de gelişmesiyle birlikte göç, toplumları sosyolojik bakımdan değişim yaşamasında uluslararası olması bakımından kimliklerini de belli bir değişime tabi tutmaktadır (Çetiner ve Günay, 2021: 2). Gerçekleşen mekân değişikliği toplumların yeniden şekillenmesine, başka bir yapıya bürünmesine ve evrilmesine de kapı aralamaktadır. Sosyal hayatın hemen her alanında yaşanan bir takım değişimleri gözlemlenecek ölçüde tespit etmek mümkündür. Toplumlarda yaşanan ani nüfus değişiklikleri, sosyal bunalımlarında ortaya çıkmasında etkendir (Hacıhasanoğlu Aşıl ve Yıldırım, 2018: 10). Bununla birlikte sosyolojik bakımdan toplumlar göçe bağlı olarak önemli yıpranmalarda yaşamaktadır. Göçün önemli saç ayaklarından biriside kültürel faktör olarak nitelendirilecek ve kimliklerden tutunda yaşam tarzına, eğlence hayatına, mimari yapıdaki değişime, yeme içme kültürüne kadar geniş bir alana uzanan kültürel faktör, toplumların adeta yeniden var olmasına veya neredeyse bu değerlerden azade duruma gelmesine sebep olmaktadır. Göçün gerçekleşmesinin altında yatan önemli sebeplerden birisi olan kültür çatışması (Demir, 2022: 132), aslında göç sonrası ortaya çıkan birçok sorununa da kaynaklık etmektedir. Bir sebep ve sonuç olması bakımından kültür kavramı göç sürecinin önemli faktörlerinden birisidir. Yukarıda saymış olduğumuz faktörlerin tamamının göç eylemi üzerinde önemli etkisi olduğu literatürde kabul görmüştür. Bununla birlikte bu faktörler aynı zamanda göç sonrası toplum içerisinde meydana gelen sorunlarında ta kendisidir. Bunlar dışında hem sebepleri bakımından hem de sonuçları bakımından etkili bir takım faktörlerin olduğu gözlenmektedir. Yukarıda saymış olduğumuz 4 temel faktör dışında doğal kaynaklarında önemli bir yere sahip olduğu unutulmamalıdır. Doğal kaynaklar içerisinde ya bir ihtiyaç olduğu gerekçesiyle doğru kaynağa ulaşmak adına yapılan göçler veya zorunlu şartlar oluşturduğu için yapılan göçler olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle gönüllü veya zorunlu, yani rızaya bağlı veya rıza dışı gerçekleşen göçler, sadece insanların

canlarının güvene alınması için değil bazen mallarının can güvenliği içinde gerçekleşebilmektedir. Bir doğal kaynağa ulaşmak için yapılan göçlere bakınca, bunlar arasında son derece önem arz eden kaynak temiz su kaynakları olarak görünmektedir. Aşağıda bu konu üzerinde durulmuştur.

Su Kaynaklarının Önemi ve Göç ile İlişkisi

Tarihin bilinen en büyük göçünün altında yatan sebeplerden birisinin su kaynaklarına ulaşmak için yapıldığı hatta bunun sonunda yeni toplulukların kurulduğu ve bazı toplumların yıkıldığı bilinmektedir. Kavimler göçü bu anlamda hem suyun önemine hem göçün toplumları nasıl etkilediğine önemli bir örnektir. Kavimler göçü (374) öylesine büyük etkiler yaratmıştır ki, batı roma imparatorluğunun sonunu hazırlamıştır (Çapan ve Güvenç, 2017: 632). Bu büyük göçün bilinen başlıca sebepleri dışında ayrıca kuraklık gibi bir faktöründe etkili olduğu bilinmektedir. Burada bulunan toplumlar özellikle Türk Kavimleri hayvanları için daha elverişli şartlar adına göç etmek zorunda kalmıştır. Tarih aslında yerleşik hayata geçinceye kadar su kaynaklarına bağlı olarak göç etmek zorunda kalan toplumlarla doludur. Göçebe toplumlar özellikle hayvanları açısından su kaynakları bakımından zengin yerlerde konaklamayı tercih etmişlerdir. Su göçer toplumlar için avantajlı durum oluşturmaktaydı. Göçerlikten yerleşik hayata geçişte de yine su faktörü son derece önemli bir yere sahipti, hem tarımsal ürünlerin yetiştirilmesi, hem hayvancılık bakımından su önemli kaynaklardan birisiydi ve zengin su kaynakları yerleşik hayatın merkezi konumundaydı. Günümüzde ise Dünya su potansiyeli bakımından mavi küre olarak adlandırılmakla birlikte içme suyu olarak kullanılacak su kaynaklarının kısıtlı olması, insanları deniz ve okyanus sularını içme suyuna dönüştürme yönünde bir çabanın içine sokmuştur (Özsoy, 2009: 5). Dolayısıyla suyun önemi her geçen gün artarken, artan nüfus ve bilinçsiz tüketime bağlı olarak alternatif kaynaklar değerlendirilmeye çalışılmaktadır. Suyun kıymetinin göstergesi insan yerleşimlerinin su kaynaklarının olduğu yerlerde yoğunlaşmasıdır (Ögenler ve Okuyaz, 2017: 179). Su sadece bir besin değil, sanayi, enerji, tarım,

hayvancılık ve daha pek çok alanda kullanılan hayati bir unsurdur. Hatta suyun insan hayatı için önemini şöyle tarif etmek mümkündür, insan yaşamı boyunca, solunum, dolaşım, beslenme, üreme ve boşaltım sistemlerinin tamamı için suya ihtiyaç duymaktadır (Akın ve Akın, 2007: 105). Bu örnek bizlere yaşamsal tüm faaliyetlerde su olmazsa insan neslinin devam etmeyeceğinin açık bir göstergesiyken, kaldı ki bütün canlıların varlıklarının devamı için temel madde konumunda olduğunu vurgulamak gerekir.

Suyun böylesine önemli bir değere sahip olduğu gerçeği elbette suya bağlı bir takım çekişmelerin, savaşların ve bu savaşlara, anlaşmazlıklara bağlı göçlerin yaşanması gibi bir sonucu doğuracaktır. Zengin su kaynaklarının bulunduğu coğrafyalarda siyasi çekişmelerin yaşanması kaçınılmaz bir hal almıştır. Temiz su kaynaklarının hızla tükendiği, dünya nüfusunun ciddi oranda arttığı günümüzde su değerini adeta katlayarak gelecek nesiller açısından kritik bir kaynak olarak muhafaza etmeye devam edecek gibi görünmektedir. Bu gerçekliğin farkında olan toplumların, su stresi, su kıtlığı ve suya ulaşma telaşı varlığını canlı tutmaktadır (Ertekin, 2021: 787). Bu telaş ve stres dâhilinde kıt kaynakların sınırsız ihtiyaçlara yetmeyeceği endişesi toplumsal sorunlara, güçlü devletlerin bu kaynakları elde etme girişimlerine ve bu durumun doğuracağı sosyal olaylara dönüşme eğiliminde olduğu görülmektedir. Ortadoğu coğrafyası su kaynaklarının kısıtlı olmasına bağlı olarak ciddi sorunlar yaşamakta ve yaşama potansiyeli yüksek bölgelerden birisidir, nitekim dünya nüfusunun % 5'ini barındırmasına karşılık, kullanılabilir su kaynaklarının % 1'i bu bölgede bulunmaktadır (Sertyeşililik, 2015: 66). Bu durum doğal olarak su bakımından gerilimli bir atmosferin hâkim olmasına sebep olmaktadır. Bakılınca kaynaklara ulaşma adına devletlerin çekişmeleri son yüzyıl boyunca şiddetlenmiş ve bu durum göç kabiliyeti yüksek bir yere dönüşmesine sebep olmuştur. 2050 yılında dünya nüfusunun yaklaşık 9 buçuk milyar dolaylarında olacağı tahmin edilmektedir, Afrika kıtasında ve Ortadoğu da nüfus artışına bağlı olarak doğal kaynaklarda önemli ölçüde sorunlar yaşanmaktadır (Küçüksakarya ve Göçmen, 2019: 44). Sanayi

devrimini takip eden süreçte baskılanmış durumda bulunan doğal kaynaklar, son dönemlerde iyice azalmakta ve ciddi sorunların, iç çekişmelerin, siyasal ve ekonomik krizlerin doğmasına sebep olmaktadır. Özellikle Ortadoğu su savaşlarının yaşanma potansiyelinin en yüksek olduğu yerlerin başında gelmektedir. Devletlerin makul çözümlerden uzak tutum ve davranışları burada çözüm odaklı bir yöntemin üretilmemesine sebep olmaktadır, Ortadoğu'da su çatışmasının en yüksek olduğu alt bölge; Ürdün Havzası başta olmak üzere, Fırat-Dicle Havzası ve Nil Havzası'dır. Bu havzalarda yaşanan bölünmelerin temel sebepleri uluslararası hukukta yer alan şekilleri ve değiştiricileri olmayan istek ve arzularıdır (Ateş ve Bektaş, 2016: 392). Zira kimi bölge devletleri farklı kaynaklar üzerinde hak iddia etmektedir. Buna bağlı olarak birçok insan yaşadığı yerleri terk ederek mülteci ve sığınmacı durumuna düşmektedir. Sanayi devriminden sonra ve iki dünya savaşı sırasında ve sonrasında birçok insanın yaşadığı yerleri terk etmek durumunda kaldığı tarihi belgelerle sabittir. İnsan tarihi birçok badire atlatarak gelecek nesillere daha yaşanır bir dünya bırakmak adına doğal kaynaklara sahip çıkmaya çalışırken diğer taraftan gelecekte sorun olmaya aday farklı meselelerde her geçen gün önemli bir şekilde ortaya çıkmaktadır. İnsanlığın karşısındaki büyük tehditlerden birisi de, ülkelerarası ve bölgesel su rekabeti su rekabeti su rekabetinin tırmanmasıdır. Birçok su havzasındaki ülkelerarası su rekabeti yeni bir “kıtık politikası kıtlık politikası kıtlık politikası” oluşumuna neden olmaktadır. Kıtığın ve çatışmaların temelinde üç ana neden bulunmaktadır. Bunlar; su kaynağının boşalma, bozulma ve kirlenme yüzünden azalması (Karakılçık, 2008: 21). Dolayısıyla temiz su kaynakları dolaylarında yerleşik hayata geçenlerin ve bu kaynaklar bakımından zengin bölgelerde yaşayanların göç süreci de daha fazla maruz kaldıklarını görmekteyiz ve bu göç sürecinin devam edeceği fikri oluşmaktadır. Su doğal kaynaklar arasında ayrı bir değere sahiptir. Su, ikame edilemez olması sebebiyle diğer çevre bileşenlerinden ayrılmaktadır (Şahin, 2016: 1). Geri dönüşüm ve kendini yenileme açısından birçok kaynağın ikamesi mümkünken su kaynakları ile ilgili çoğu

kez bu durum böyle değildir. Göç hareketlerinin son yüzyılda hızla arttığı bilinmektedir, 1960 yılında dünya genelinde yaklaşık 75 milyon göçmen bulunmaktaydı. Bu rakam sonraki yıllarda hızla artarak 1980'de 81 milyona, 1990'da 155 milyona, 2000 yılında 178 milyona, 2005 yılında ise 195 milyona yükselmiştir. Birleşmiş Milletlerin 2013 yılı sonunda açıkladığı Küresel Göç Raporu İstatistikleri 'ne göre de Dünya genelindeki uluslararası göçmen sayısı 232 milyona ulaşmış olup günümüzde 245 milyon dolaylarında göçmen nüfus bulunmaktadır (Deniz, 2015: 209). Bu göçmen nüfusun dezavantajlı gruplar olduğunu ve genellikle mülteci ve sığınmacı konumunda bulunduğu bilinmektedir. Göçmen durumuna düşen insanların tıpkı diğer besin kaynaklarına ulaşmada yaşadıkları sıkıntıları temiz su kaynaklarına ulaşmada da yaşadıkları, bil hassa kamplarda yaşayanların bu anlamda ciddi sorunlar yaşadıkları görülmektedir. Afrika ve Ortadoğu ülkelerinde temel bir mesele olarak görünen su kaynaklarının azlığı ve bu kaynaklara ulaşmada yaşanan gerilimli ortam buralardan birçok insanın göç etmesine sebep olmuştur. Ortadoğu'nun su bakımından zengin bölgelerinde nüfusun doğal olarak artma eğiliminde olması, sanayi, tarım ve hayvancılık merkezlerinin bu yerlerde toplanmasına sebep olmuştur. Zamanla bu bölgelerin gelişmişlik bakımından cazibe merkezi haline gelmelerine sebep olmuştur. Dünya üzerinde su kaynaklarının azalmasına bağlı olarak öneminin arttığını görmekteyiz. Su kaynakları bakımından zengin yerlerin siyasal çekişmelerin odağı haline gelmesi kaçınılmaz olarak her geçen gün bu bölgelerin daha az yaşanır yerler haline gelmesine sebep olmuştur. Yakın tarih su kaynaklarının paylaşılmasındaki adaletsizliklere bağlı olarak kitlesel pek çok olaya şahit olmuştur. Bu durum su kaynaklarını kullanmanın önemini göstermektedir. Su kaynaklarının göç üzerine doğrudan etki ettiği tarihsel süreç içerisinde çeşitli örneklerle sabittir.

Sonuç ve Değerlendirme

Göç insanların zorunlu veya gönüllü (iradi ve gayri iradi), ferdi veya kitlesel olarak bulunduğu mekânı terk ederek, ya sınır ötesi veya sınırlar dâhilinde yeni bir mekâna yerleşmesini ifade

etmektedir. Göçü tetikleyen birçok faktör bulunur bunlar çekme unsurları olarak ifade edilirken, göçe mecbur bırakan yine birçok faktör buluna bilir bunlarda itme unsurları olarak kabul edilmektedir. Göç olayının gerçekleşmesi için çekme unsurları ile itme unsurlarının bazen tamamı, bazen birkaç tanesi, bazen de sadece birisi etki etmiş olabilir. Bu faktörler genel olarak, ekonomik, sosyolojik, siyasal, kültürel faktörler olarak tanımlanabilirken, son zamanlarda doğal kaynaklara bağlı sebeplerle de göç kararının alındığına dair önemli tespitler bulunmaktadır. Bu çalışmada göç ile doğal kaynaklar ilişkisi üzerinden göç ve su ilişkisi üzerinden bir değerlendirme yapılmıştır. Su kaynaklarının canlı yaşamı için, neslin devam ettirilmesi için son derece anlamlı olduğu bilinmektedir. Bunun yanında kaynaklara ulaşma noktasında uluslararası sorunların yaşanmasına, siyasal çekişmelerin yaşanmasına sebep olduğu da görülmektedir. Orta Asya'da tarihin en büyük göçünün yaşanmasında gösterilen sebeplerden bir tanesi de kuraklığın hâkim olması ve göçebe yaşayan toplumların hayvanlarını kuraklıktan kurtarmak için giriştikleri bir göç hareketinin sonucudur. Suyun ve su kaynaklarının bu denli önemli olduğu bir sürecin çağımızda kaynakların hızla tükenmesine bağlı olarak daha fazla önemli bir duruma geldiği açıkça görülmektedir. Göçlerin ve göçe bağlı olarak kaynakların paylaşılması toplumların çatışma potansiyelinin artmasına sebep olmaktadır. Göç ile gelenler ile yerli halk arasında ekonomik, sosyal, siyasal, kültürel bir takım gerilimlerin meydana gelmesi göçün doğurduğu kaynak paylaşımı konusunda da kendisini göstermektedir. Dünyanın su kaynakları bakımından zengin olan bölgelerinin cazibe merkezi olması, zamanla sanayi merkezlerine dönüşmesi ve nüfus bakımından kalabalık bölgeler haline gelmesine sebep olmuştur. Kaynakların sağlıklı bir şekilde kullanılmaması, özellikle içme suyu noktasında sorunların yaşanmasına sebep olmuştur. Doğal kaynaklar arasında ikame edilmesi en zor olan kaynağın su olması, bu kaynağa bağlı güçlü devletlerin başka devletleri tahakküm altına almak istemesine sebep olmaktadır. Dolayısıyla bu bölgelerden göçlerin yaşanması kaçınılmaz bir hal almıştır. Türkiye özellikle Ortadoğu ülkeleri açısından konumu

itibariyle hem bir hedef ülke hem transit ülke olması bakımından önemli bir yere sahiptir. Coğrafi ve tarihsel misyonunun gereği olarak birçok göç dalgasına maruz kalan Türkiye, kitlesel göçlerin hemen her anlamda etki ettiği bir bölge üzerinde bulunmaktadır. Osmanlı devletinden günümüze kadar göç dalgaları bu güzergâh üzerinden üç kıtaya yayılan insan hikâyelerine şahitlik etmiştir. Su kaynaklarının ciddi manada azalmaya başladığı mavi kürede, önemli bir takım tespitler yapılmaktadır. Bunların en önemlileri 2030 yılına gelindiğinde dünyada yaklaşık 700 milyon kişinin su kaynaklarına bağlı olarak göç edeceği yönündedir. Yani su kaynaklarının sağlıklı bir şekilde kullanılmaması, durumunda yaklaşık 5-10 yıllık bir zaman diliminde dünya nüfusunun özellikle Afrika kıtası ile Ortadoğu da ciddi anlamda suya bağlı kıtlığın yaşanacağı ve buna bağlı olarak milyonlarca insanın yaşadığı yerleri terk ederek mülteci veya sığınmacı konumuna düşeceği yönünde tahminler yapılmaktadır. Ayrıca su kaynaklarına bağlı ciddi siyasal çekişmelerin ve savaşların yaşanması olası durumlar arasındadır. İklim değişiklikleri, sanayileşme, kentleşme ve siyasal çekişmelere bağlı olarak meydana gelen savaşlardan dolayı hızla içilmeyecek duruma gelen su kaynakları, yerinden edilen insanların başka bölgelere göç ederek buradaki kaynaklarında kullanılması konusunda yerli halk ile yeni bir denge kurma çabasının içerisine girmektedir. Bu durum bazı bölgelerde kaynak kullanımı konusunda temkinli davranan kişiler ile sorunların yaşanmasına sebep olmaktadır. Nihayetinde kaynak kullanımı tüm insanlık açısından son derece önemli bir konu niteliğindedir, bu kaynak su gibi kısıtlı bir kaynak olunca önemi daha da artmaktadır. Yakın tarihimiz ciddi su savaşlarına gebe görünmektedir. Su kaynaklarına ulaşmak isteyen bir takım sömürgeci devletler milyonların evlerini terk etmelerine ve yeni yerlere göç etmesine sebep olmaktadır. Su kaynakları ile savaşlar ve dolayısıyla göç arasında organik bir bağ olduğu tarihsel süreç içerisinde birçok örnekle kendisini göstermiştir.

KAYNAKÇA

Akın, M. ve Akın, G. (2007). Suyun Önemi, Türkiye’de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, C.47, S.2, ss. 105 -118.

Akkoyunlu Ertan, K. ve Ertan, B. (2017). Türkiye’nin Göç Politikası, Türkiye ve Ortadoğu Amme İdaresi Enstitüsü, C.1, S.2, ss. 7-39.

Ateş, H. ve Bektaş, M. (2016). Ortadoğu’da Su Savaşı İhtimali, Yeni Türkiye Dergisi, ss. 392-403.

Atmaca, Y. ve Göç, E. (2020). Türkiye’de 1960 ve 1980 Kurucu Meclisleri: Demokratik Nitelikleri Bağlamında Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme, Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, C.16, S.28, ss. 1524-1540.

Aydın, F. ve Levent, C. (2021). Göçün Sosyo-Ekonomik Etkileri: Düzey-1 Bölgelerinde Ekonometri Bir Uygulama, Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Y. 14, S.38, ss. 397-427.

Başbuğ, Ş. (2017). Geçici Koruma Kapsamındaki Yabancıların Karşılaştıkları Çalışma Sorununa İlişkin Bir İnceleme, İş ve Hayat, ss. 137-154.

Bilecen, T. (2018). Geri Dönüş Göçüne Etki Eden Faktörler: Göç Literatürüne Eleştirel Bir Bakış, Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, C.11, S.56, ss. 138-144.

Çağlayan, S. (2006). Göç Kuramları, Göç ve Göçmen İlişkisi, Muğla Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, S.17, ss. 67-91.

Çapan, F. ve Güvenç, B. (2017). Kavimler Göçü ve Batı Roma İmparatorluğu’nun Çöküşü, 21. Yüzyıl Eğitim ve Toplum, C.6, S.18, ss. 629-640.

Çetiner, S. ve Günay, E. (2021). Uluslararası Göçün Sosyo Kültürel Etkilerinin Değerlendirilmesi: Türkiye Örneği, Mustafa

Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, C.18, S.47, ss. 1-21.

Demir, E. (2022). Göç ve Kültür, Göç Araştırmaları Dergisi, C.8, S.1, ss. 129-135.

Deniz, O. (2015). Ortadoğu ve Asya Kökenli Göçmenlerin Göç Güzergâhında Türkiye Opsiyonu, Sosyoloji Divanı, ss. 209-231.

Ekici, S. ve Tuncel, G. (2015). Göç ve İnsan, Birey ve Toplum, C.5, S.9, ss. 9-22.

Erdil, B. (2020). Göç ve Mülteci Hareketlerinin Türkiye'nin Göç Politikalarına Etkisi, Bilge Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, C.4, S.2, ss. 71-86.

Ertekin, B. (2021). Yirmi İkinci Yüz Yıla Doğru Su Kaynaklarının Jeopolitik ve Jeostratejik Açısından Önemi: Su Sorunlarıyla Yüzleşen Günümüz Dünyasına Bir Bakış, Ulak Bilge Sosyal Bilimler Dergisi, S.60, ss. 787-818.

Güler, A. (2021). Göç Olgusunun Çok Boyutlu Etkileri ve Türkiye'ye Yansımaları, Kırıkkale Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, C.10, S.2, ss. 218-239.

Fansa, M. (2021). Kimim Ben? Göçmen, Sığınmacı, Mülteci, Yabancı, Vatansız ve Geçici Koruma: Türkiye'deki Suriyeliler, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, C.4, S.2, ss. 289-306.

Hacıhasanoğlu Aşlar, R. ve Yıldırım, A. (2018). Göçün Sosyal ve Ruhsal Etkileri ve Hemşirelik, Ed: Avcı, A., Göç ve Göçmen Sağlığı, Türkiye Klinikleri, Ankara.

Göç, E. (2022). “ Göç ve Kabul Politikalarının Türk Siyasal Hayatı Açısından Dönemsel Olarak Değerlendirilmesi (Bulgaristan (1989), Irak (1988) Ve Suriye (2011) Politikaları)”, International Journal of Disciplines Economics & Administrative Sciences Studies, (e-ISSN:2587- 2168), Vol:8, Issue:37; pp:58-64.

Göç, E. (2023). Geçici Koruma Kapsamında Bulunanların Suç Oranlarına Dair Algı Araştırması: Çankırı İli Örneği, Motif Akademi Halkbilimi Dergisi, C.16, S.43, ss. 1516-1533.

Göç, E. (2022). The Examples of Mass Migration in the Republican Period and an Evaluation on Integration, International Social Sciences Studies, C.8, S.97, ss. 1236-1243.

Güllüpmar, F. (2012). Göç Olgusunun Ekonomi Politikası ve Uluslararası Göç Kuramları Üzerine Bir Değerlendirme, Yalova Sosyal Bilimler Dergisi, S.4, ss. 53-85.

Kalaycı, H. & Göç, E. (2023). Yükseköğretim Kurumlarında Öğrenim Gören Yabancı Uyruklu Öğrencilerin Sorunlarına Sosyolojik Bir Bakış: Çankırı Örneği. Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi , (34) , 69-94.

Karakılçık, Y. (2008). Bölgesel Su Anlaşmazlıklarının Küresel Çatışmaya Dönüşme Riski: Fırat Riski: Fırat ve Dicle e Dicle e Dicle Örneği, Uluslararası Hukuk ve Politika Dergisi, C.4, S.16, ss. 19-56.

Küçüksakarya, S. ve Göçmen, A. (2019). Suyun Ekonomik Değeri Üzerine Bir İnceleme, Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, C.20, S.2, ss. 44-62.

Oğuz Uzuner, Ş. (2021). 1923-1945 Yılları Arasında Gerçekleşen Dış Göçler, Bingöl Araştırmaları Dergisi, ss. 51-65.

Ögenler, O. ve Okuyaz, S. (2017). Türkiye’de Suyun Durumu Hakkında Kısa Bir Değerlendirme, Lokman Hekim Dergisi, ss. 178-186.

Özcan, E. (2017). Çağdaş Göç Teorileri Üzerine Bir Değerlendirme, İş ve Hayat Dergisi, C.2, S.4, ss. 183-215.

Özkan, R. (2019). Göç Olgusu ve Toplumsal Olguya Etkisi, Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, ss. 127-145.

Özsoy, S. (2009). Su ve Yaşam: Suyun Toplumsal Önemi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı, Ankara.

Sertyeşilşik, E. (2015). Ortadoğu Su Sorununa Ekonomi Politik Açından Çözüm Önerileri Üzerine Bir İnceleme, Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, C.8, S.2, ss. 66-70.

Şahin, B. (2016). Küresel Bir Sorun: Su Kıtlığı ve Sanal Su Ticareti, Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Çorum.

Tarımsal Yapılar ve Sulama ile Biyosistem Mühendisliği Bilimlerinde Uygulamalar ve Yenilikler

Tarım, insanlığın varoluşundan bu yana yaşamın temelini oluşturmuş ve günümüzde de bu önemini koruyarak modern teknoloji ve bilimin katkılarıyla sürekli gelişim göstermektedir. Bu gelişim; tarımsal yapıların tasarımı, sürdürülebilirliği ve biyolojik sistemlerin mühendislik yaklaşımları gibi konuları da beraberinde getirmiştir. Tarımsal yapılar, tarımsal ürünlerin yetiştirilmesi ve korunması için kullanılan yapılar ve sistemlerdir. Sulama bilimi ise bitkilerin su ihtiyacını karşılamak için su kaynaklarının yönetimi ve sulama sistemlerinin geliştirilmesi üzerine odaklanır. Biyosistem mühendisliği, biyolojik sistemlerin ve insan yapımı makinelerin etkileşimlerini inceleyen, bu etkileşimlerden yararlanarak çeşitli uygulamalar geliştiren disiplinlerarası bir alandır. Bu alandaki çalışmalar, tarımsal yapılar, sulama sistemleri ve tarım teknolojileriyle entegre olarak verimliliği artırmayı, doğal kaynakları korumayı ve sürdürülebilir bir tarım için yenilikçi çözümler üretmeyi amaçlamaktadır. Tarımsal yapılar, sulama sistemleri ve biyosistem mühendisliği; tarımsal üretimin verimliliğini artırmak, doğal kaynakları korumak ve sürdürülebilir bir gelecek için kritik bir rol oynar. "Tarımsal Yapılar ve Sulama ile Biyosistem Mühendisliği Bilimlerinde Uygulamalar ve Yenilikler" adlı uluslararası niteliğe sahip bu kitap; tarımsal sektördeki yenilikçi yaklaşımlar, teknolojik gelişmeleri ve bilimsel uygulamalar ile bu önemli alanlardaki güncel konuları bir araya getiren bir derlemedir. Kitabımız; her bir bölümün alanında uzman akademisyen ile araştırmacı tarafından kaleme alındığı ve farklı yönleriyle bu disiplinlere ait makalelerin yer aldığı üç bölümden oluşmaktadır. Yazılan bu alandaki deneyimleri, araştırmaları ve perspektifleri, tarımsal yapılar, sulama sistemleri ve biyosistem mühendisliği konularında okuyuculara geniş bir bakış açısı sunmaktadır. Biyolojik sistemlerin mühendislik yaklaşımı bağlamında, bu kitap; tarımsal yapıların, sulama tekniklerinin, akıllı ve hassas tarımı içersinde barındıran tarım teknolojilerinin; biyosistemlerle olan etkileşimlerini ve yenilikçi çözümlerini; okuyuculara, uygulayıcılara ve araştırmacılara sunmayı amaçlamaktadır. Bu eser; ziraat mühendisleri, biyosistem mühendisleri, çevre bilimcileri ve ilgili alanlarda çalışan araştırmacılar ile tarım sektöründe ilerlemeye ve bu alandaki yenilikleri takip etmek isteyen herkes için bir kaynak niteliği taşımaktadır. Paydaşların tarımsal yapılar, sulama sistemleri ve biyosistem mühendisliği konularında en güncel gelişmeleri sunarak, tarımsal verimlilik artışı ve doğal kaynakların etkin kullanımı konularında geniş bir bakış açısı sağlamayı hedeflemektedir. Bu kitabın hazırlanmasına katkı sağlayan tüm yazarlara ve emeği geçen tüm çalışanlara en içten teşekkürlerimi sunuyorum. Kitap; paydaşlarına tarımsal alanlardaki ilerlemelerin yanı sıra gelecekteki yönelimleri ve değişen dinamikleri anlamalarına yardımcı olacak bir kaynak olarak önemli bir rol üstlenecektir. Eserin; Tarımsal Yapılar ve Sulama ile Biyosistem Mühendisliği alanlarında akademik çalışmalara literatür oluşturmasını, tüm sektördeki ilerlemelere katkıda bulunmasını ve çalışan herkes için değerli bir kaynak oluşturmasını temenni ediyorum.

