



BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİNDE İNOVATİF YAKLAŞIMLAR

Editörler

Doç. Dr. Yeşim BOZKURT ÇOLAK

Dr. Öğr. Üyesi Alper BAYDAR



**BİYOSİSTEM
MÜHENDİSLİĞİNDE
İNOVATİF YAKLAŞIMLAR**

Editörler

Doç. Dr. Yeşim BOZKURT ÇOLAK

Dr. Öğr. Üyesi Alper BAYDAR



Biyosistem Mühendisliğinde İnovatif Yaklaşımlar

Doç. Dr. Yeşim BOZKURT ÇOLAK, Dr. Öğr. Üyesi Alper BAYDAR

Genel Yayın Yönetmeni: Berkan Balpetek

Sayfa ve Kapak Tasarımı: Duvar Design

Yayın Tarihi: Ekim 2024

Yayıncı Sertifika No: 49837

ISBN: 978-625-6183-11-7

© Duvar Yayınları

853 Sokak No:13 P.10 Kemeraltı-Konak/İzmir

Tel: 0 232 484 88 68

www.duvar yayinlari.com

duvarkitabevi@gmail.com

İÇİNDEKİLER

1.BÖLÜM.....	5
Mersin Yöresinde Bitki Büyüme Modeli ile Verim Tahmini	
<i>Alper BAYDAR, Yeşim BOZKURT ÇOLAK, Mete ÖZFİDANER, Engin GÖNEN</i>	
2.BÖLÜM.....	15
İklim Değişikliğinin Tarımsal Üretime Etkisi	
<i>Serhan CANDEMİR</i>	
3.BÖLÜM.....	22
İklim Değişikliği ve Kuraklık	
<i>Mete ÖZFİDANER, Alper BAYDAR, Engin GÖNEN, Burak DALKILIÇ</i>	
4.BÖLÜM.....	37
Kentsel Tarım	
<i>Serhan CANDEMİR</i>	
5.BÖLÜM.....	50
Farklı Düzeyde Sulama Uygulamalarının Nohut (<i>Cicer arietinum</i> L.) Bitkisinin Verimi Üzerine Etkisi	
<i>Gülcan ÜREN, Ali Beyhan UÇAK</i>	
6.BÖLÜM.....	64
Türkiye’de Farklı İklim Koşullarında Yetiştirilen Kimi Bitkilerin Yaprak Su Potansiyeli’nin İrdelenmesi	
<i>Alper BAYDAR, Burak DALKILIÇ, Yeşim BOZKURT ÇOLAK</i>	

7.BÖLÜM 74

Tarımsal İşletmelerde Seraların Yerleşim Alanı Seçimi

Engin GÖNEN, Mete ÖZFİDANER, Özlem DURGUT

8.BÖLÜM 82

Türkiye’de Seracılık

Mete ÖZFİDANER, Engin GÖNEN, Özlem DURGUT

1. BÖLÜM

Mersin Yöresinde Bitki Büyüme Modeli ile Verim Tahmini

Alper BAYDAR¹, Yeşim BOZKURT ÇOLAK²,
 Mete ÖZFİDANER³, Engin GÖNEN⁴

1. GİRİŞ

İklim değişikliği ve kuraklık, gelecek yıllarda en büyük felaket olarak görülmektedir. Ülkemizde suyun en fazla kullanıldığı tarım sektörü üzerindeki olası olumsuz etkileri ise kaçınılmazdır. İklim değişikliği üçüncü bin yılın en büyük sorunlarından biri olarak tanımlanıyor. Dünyadaki tüm ülkeler bu konuda politikalar üretmek ve ortak bir uzlaşa sağlamak için çaba sarf etmektedir (Doğan ve ark., 2024). Nüfusun artması, insanların gıdaya olan ihtiyaçlarını da aynı zaman da artırmakta ve bu durum gelecek yıllarda tarımsal üretimin kesintisiz ve en az kayıpla yapılması zorunluluğunu da ortaya koymaktadır. İklim değişikliğine ve nüfus artışına karşı çevreyle uyumlu sanayileşme politikalarının izlenmesi yanında tarımda sulama konusunda ve sulama yöntemi seçiminde çok titiz davranılması gerekmektedir. Yer üstü ve yeraltı su kaynakları azaldığından buna karşı önlemler alınmalıdır. Tarım politikaları bitki ve sulama seçenekleri tekrar değerlendirilerek sağlıklı bir şekilde yapılandırılmalıdır (Özfidaner ve ark., 2018).

Bu anlamda gelecek yıllarda bitkilere dair tahminlerin yapılması ve bitki büyüme modellerinin kullanım olanaklarının artırılması ülkelerin gelecek yıllarda insanların gıdaya kesintisiz ulaşması ile tarımsal amaçlı teknolojilere olan ihtiyacı arttıracaktır. Geleceğe yönelik verim tahminleri yapabilmenin en güvenli yollarından birisi bitki büyüme modellerinin kullanımınıdır. Son yıllarda bitki büyüme modelleri ile yapılan çalışmalar artmakta ve tarım ile uyum kapasitesinin artırılması amacıyla bölgesel iklim modellerinden de destek alınmaktadır. Dünya genelinde araştırmacılar tarafından kullanılan farklı bitki modelleri mevcuttur. Modeller araştırmacılar ile tarımsal üretim arasında bir araç olarak kullanılarak, çalışılan yöreye dair bölgesel bazda tahminler yapılabilmektedir.

¹ Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, alper.baydar@siirt.edu.tr

² Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, yesim.colak@ozal.edu.tr

³ Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, mete.ozfidaner@tarimorman.gov.tr

⁴ Osmaniye Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, engingonen@hotmail.com

Bitki büyüme modellerinin en önemli kullanım alanlarından bir diğeri ise gelecek yıllarda iklimsel değışikliklerin olası etkilerinin araştırılmasıdır. Yüzey ve yeraltı suyu yönetiminin optimizasyonu, başta kuraklık olmak üzere artan sıklıkta meydana gelen aşırı olaylar karşısında bir öncelik haline gelmiştir (Uçak ve ark., 2023). İklim değışikliğinin su kaynakları rejimlerini direkt etkilemekte ve üzerindeki olumsuz etkileri dikkate alındığında, birim alandan en yüksek verimi alabilmek amacıyla planlama ve stratejiler geliştirilmelidir aynı zamanda (Bozkurt Çolak ve ark., 2022; Özfıdaner ve Topaloğlu, 2020). Aynı zamanda su kaynaklarının miktar ve kalitesindeki azalmalar kuraklık stresine de neden olmaktadır (Uçak ve Arslan, 2023). Bitki büyüme modelleri genellikle farklı sulama stratejileri, gelişme periyotları ve farklı gübreleme uygulamalarına dair kestirimler yapmakta ve bu tahminler modellerin doğrulanması işlemlerinde kullanılmaktadır. Su kaynaklarına dair gelecek yıllarda olumsuz etkiler dikkate alındığında modellerin su kısıntısı gibi uygulamalarla arazide test edilerek doğrulanması önem arz etmektedir.

Bitki büyüme modelleri çevresel faktörlerin bitkiler üzerindeki etkilerini algoritmalar yardımı ile bilgisayar ortamına yansıtılabilmesi amacı ile tasarlanmıştır. Özellikle meteorolojik döngünün üreticiler için ileride nasıl bir sorun yaratacağı ve alması gereken önlemler dikkate alındığında modellerin kullanılması kaçınılmaz bir hal almaktadır. Her ne kadar bitki gelişimi karmaşık evrelerden oluşsa da zamanla bitki modelleri de bu zorluğu yenebilmek amacı ile modele entegre edilen yardımcı uygulamalar ile kendisini geliştirmekte ve sürekli güncel tutulmaktadır.

Dünyada bitki büyüme modeli ile farklı bitkilerde birçok çalışma yapılmıştır. Çeltik (Amgain ve ark., 2024; Alejo, 2021; İslam ve ark., 2021; Amnuaylojaroen ve ark., 2021), mısır (Koushal ve ark., 2024; Kumar ve ark., 2024; Han ve ark., 2021; Araya ve ark., 2021), buğday (Ahmed ve ark., 2024; Yang ve ark., 2024; Yeşilköy ve Şaylan, 2021; Harvey ve ark., 2021), ayçiçeğı (Gürkan ve ark., 2024; Gürkan ve ark., 2021; Deveci ve ark., 2019; Yeşilköy ve Şaylan, 2021; Zhang ve ark., 2021), domates (Cammarano ve ark., 2020; Ventrella ve ark., 2012; Ayankojo ve Morgan, 2020), pamuk (Baydar, 2010; Dembele ve ark., 2024).

Buğday insan beslenmesi açısından temel besin maddesi olarak tüm dünyada en önemli bitkidir. Ülkemizde 2023 yılı toplam tahıl üretimi yaklaşık 78 milyon ton olup bu miktarın yine yaklaşık 42 milyon ton kısmını buğday oluşturmaktadır. Akdeniz Bölgesi'nde ise yaklaşık 2 milyon ton üretim gerçekleştirilmektedir. Mersin yöresinde ise yaklaşık 885.000 ton üretim yapılmaktadır (TÜİK, 2024).

Türkiye gerek binlerce endemik bitki türleri gerekse de buğdayın gen merkezi olması nedeniyle çeşit geliştirme ve bunları yararlı formatlarda değerlendirme kapasitesine sahip bir ülkedir. Bu nedenle tüm bitkilerde olduğu gibi tahılların da

vegetatif ve generatif dönemleri kapsayan yetiştirme periyodu içerisinde farklı fenolojik dönemler ile her dönemdeki fizyolojik ve morfolojik parametrelerin, bitkinin gelişimini nasıl etkilediğinin bilinmesi büyük önem arz etmektedir. Tüm simülasyon modelleri, yazılımsal olarak gelişmiş fonksiyonlardan oluşmuş matematiksel denklemlerin hesaplanması temeline dayanmaktadır. Bu da gerçek dünyanın sınırlı bir parçasını dâhil eden sistemler teşkil edilmesi ve basitleştirilerek kontrol edilebilir bir temsil haline getirilmesi ile kurulan modeller olarak tanımlanmaktadır.

Dinamik özelliklere sahip olan bu modeller, diğer disiplin alanlarında olduğu gibi bitkinin büyüme koşullarını da en iyi şekilde yansıtmaya çalışan modellerdir (Vanlı, 2019). Bu anlamda şuan en güncel olarak kullanılan modeller arasında Dssat, Aquacrop, Wofost, Hybrid-Maize sayılabilir.

Yapılan çalışmada Mersin yöresinde yoğun olarak yetiştirilen Ceyhan-99 buğday çeşidi Aquacrop bitki büyüme modeli ile doğrulanarak, elde edilen verilerin model çıktıları ile karşılaştırılması yapılmış ve uyum kapasitesi belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Deneme alanı topraklarının profil boyunca tın, siltli killi tın ve kil bünyede olduğu görülmüştür. Deneme alanının farklı noktalarından alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerinin analizi sonucunda toprağın bazı fiziksel (bünye, hacim ağırlığı, su tutma kapasitesi) ve kimyasal özellikleri (tuzluluk, anyonlar ve katyonlar, pH, organik madde, kullanılabilir P_2O_5 ve K_2O belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 2.1 ve Çizelge 2.2 de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Deneme alanı topraklarının fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Tarla Kapasitesi (%)	Solma Noktası (%)	Hacim Ağırlığı ($g\ cm^{-3}$)	%Kil	%Silt	%Kum	Bünye Sınıfı
0-30	24.49	12.14	1.44	25.29	38	36.1	tın
30-60	27.58	9.63	1.41	31.6	80.8	17.7	siltli killi tın
60-90	28.86	11.17	1.34	46.2	27.6	26.2	kil

Çizelge 2.2 Deneme alanı topraklarının kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	E.C ($dS\ m^{-1}$)	pH	Kireç (%)	Yarıyışlı		Organik Madde (%)
				P_2O_5 ($kg\ da^{-1}$)	K_2O ($kg\ da^{-1}$)	
0-30	0.589	7.67	57.53	2.4	86.15	1.16
30-60	0.496	7.50	58.94	0.7	24.33	0.49
60-90	0.445	7.76	63.77	0.5	28.13	0.48

Araştırmada buğday çeşidi olarak bölgede yaygın olarak yetiştirilen Ceyhan-99 eşidi kullanılmıştır. Ceyhan-99 eşidi; kışa ve kurağa orta derecede dayanıklı ekmeklik bir buğday çeşididir. Pas ve septorya hastalığına dayanıklı ve verimi ortalama 600-700 kg da-1 olan bir çeşittir.

Araştırmada Aquacrop bitki büyüme modeli, buğday bitkisine dair verilerin elde edilmesi ve kalibrasyon işlemleri sonucunda araziden alınan veriler ile modelin kestirdiği değerler karşılaştırılmış ve gelecek yıllara dair kullanılabilir amacıyla kullanılmıştır. Aquacrop bitki modeli FAO tarafından geliştirilmiş olup mevcut diğer modellere benzer olarak toprak-bitki-su-atmosfer döngüsünün ilişkisine dayanmaktadır. Modelin en büyük avantajı bitki örtüsü gelişimini yaprak alan indeksine göre değil bitki örtü yüzdesini kullanmasıdır. Model iklim, bitki ve tarımsal uygulamalar gibi bölümlerden oluşmaktadır. FAO bitki modeli olan AquaCrop yeterli, kısıtlı veya tamamlayıcı su uygulamaları ile kuru koşullar altındaki su tüketime fonksiyonu olarak elde edilebilecek verimini tahmin etmektedir (Steduto ve ark., 2009 ve Andarziana ve ark., 2011).

AquaCrop modeli ile ayrıca Evapotranspirasyonu (ETa) oluşturan transpirasyon (Tr) ve evaporasyonunun (Ea) ayrılmasında da kullanılabilir. Modelin tahmin yaparken kullandığı en önemli anahtar özelliklerinden birisi yaprak alan indeksi (LAI) yerine yeşil örtü yüzdesi (CC) değerlerini kullanmasıdır. Su kısıtının etkisinin ortaya konmasında LAI değerinin varyasyonu etkili olmaktadır. Bu varyasyon bitki modellerinde kritik bir durum oluşturur (Duchemin ve ark., 2008). Bu nedenle AquaCrop modeli LAI yerine bitki örtüsü değerlerini kullanır. Modelde iklim, bitki, toprak, yönetim (sulama, toprak işleme vb.) ve başlangıç toprak su içeriği değerleri girdi olarak kullanılmaktadır (Raes ve ark., 2009a). Modelde zaman içerisinde değişmeyen bazı parametreler sabit olarak alınmıştır. Ancak iklim verileri, sulama programı ve bitki ekim yoğunluğunun yanı sıra bölgesel ve kültürel bağımlı değişkenler modelde kullanıcı parametreleri olarak belirtilmektedir ve kullanıcı tarafından girdi olarak modelde kullanılmaktadır.

2.2. Yöntem

Aquacrop modelinin kestirimleri yapabilmesi için minimum veri setine ihtiyaç duymaktadır (Minimum sıcaklık, maksimum sıcaklık, yağış, net radyasyon vs.). Bu verileri elde edebilmek amacıyla Buğday bitkisinde gelişme dönemleri takip edilmiştir. Bu anlamda araştırma alanında Buğday bitkisinin ekimden hasata kadar tüm gelişme evreleri izlenmiş ve kaydedilmiştir. Ayrıca bitki boyu, biyokütle, verim, hasat indeksi gibi fenolojik parametreler de parsellerde ölçülmüş ve model ıktıları ile karşılaştırılmıştır.

3. BULGULAR VE SONUÇ

Araştırmanın 2018 birinci deneme yılı iklim verileri (Tmax, Tmin, Rs, RHort, u₂, güneşlenme süresi) kullanılarak model çalıştırılmış ve modelin elde ettiği sonuçlar ile araziden elde edilen sonuçların karşılaştırılması sağlanmıştır. FAO-Aquacrop bitki büyüme modelinde düzenlenmesi gereken herhangi bir bitki genetik katsayısı bulunmamaktadır. Arazide ölçülen ve modelin kestirdiği sonuçlar %5 önem seviyesinde t-testi ile kontrol edilmiş ve sonuçları Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Aquacrop modeli çoğu fizyolojik parametrelerini içermemesi nedeni ile biyokütle ve verim değerleri dikkate alınmıştır.

Çizelge 3.1. Arazide ölçülen ve Aquacrop tarafından kestirilen verilerin t-testi sonuçları, 2018

Parametre	Ölçülen		Kestirilen		P
	Ortalama Değer	Varyans	Ortalama Değer	Varyans	
Biyokütle(kg da ⁻¹)	5789.50	78913.67	6130.00	24886.0	0.1040

P< 0.05(* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Yapılan kalibrasyon sonrasında olası farklılıkların belirlenmesi amacıyla biyokütle değerinde %5 önem seviyesinde t-testi uygulanmıştır. t-testine göre arazide ölçülen biyokütle değeri ile modelin kestirdiği değerler arasında %5 önem seviyesinde farklılık görülmemiştir. Aquacrop tarafından kestirilen ve arazide ölçülen 2018 deneme yılına ait verim değerleri Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Aquacrop ile kestirilen ve arazide ölçülen verim (kg da⁻¹) değerleri, 2018

Parametre	Ölçülen	Kestirilen
Verim (kg da ⁻¹)	622	526

Aquacrop modelinin kestirdiği ve arazide ölçülen gerçek değerler birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Modellerin verim tahminlerini doğru yapabildiğine dair çalışmalar bulunmakta ve benzer durum Aquacrop modelinde buğday bitkisinin verim tahmininde de tespit edilmiştir.

4. SONUÇ

FAO-Aquacrop modeli içerisinde herhangi bir bitki genetik katsayısı bulundurmamasına rağmen kalibrasyon sonuçlarında %5 önem seviyesinde t testine göre fark olmadığı sonucunu ortaya koymuştur. Bu durumda Aquacrop modeli, araziden elde edilen veriler ile çıktılarını karşılaştırıldığında kalibrasyon ve doğrulama aşamalarında başarılı sonuçlar ortaya koymaktadır. Bu anlamda

Aquacrop modeli içerisinde bulunan çoğu kültür bitkilerin dair gelecek yıllara dair kestirimler yapabilir. Özellikle bölgesel iklim modelleri yardımı ile çalışılan bölgelerde gelecek yıllarda verim tahmini yapılmasına dair model araç olarak kullanılabilir.

Bitki büyüme modellerin gereksinim duyulan minimum veriler sağlandığında rahatlıkla çalışabilmektedir fakat model çıktılarının günümüz arazi koşullarında elde edilen veriler ile mutlaka karşılaştırma yapılması gereklidir. Bitki büyüme modelleri sadece tahmin-kestirim yapabilmektedir. Modeller iyi kalibrasyona tabi tutulduğunda bitkiye dair gelişim ve verim tahminlerinde kullanılabilirler.

Teşekkür: Yazarlar adına Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne TAGEM/TSKA/16/A13/P08/01 numaralı projeye sağladığı finansal destek için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Ahmed, M., Bilal, M., & Ahmad, S., 2024. Simulation of source sink partitioning in wheat under varying nitrogen regimes using DSSAT-CERES-wheat model. *Agricultural Water Management*, 303, 109028.
- Alejo, L.A. 2021. Assessing the impacts of climate change on aerobic rice production using the DSSAT-CERES-Rice model. *Journal of Water and Climate Change*. 12(3):696–708. doi: <https://doi.org/10.2166/wcc.2020.286>.
- Amgain, L.P., Poudel, M.R., Adhikari, S., Dhakal, D., 2024. Trends of agro-climatic variability and multi-year prediction of rice and wheat yields under the changing climatic scenarios using DSSAT crop model in Nepalese western Terai. *Res. Crop*. 25: 369-378.
- Amnuaylojaroen, T., Chanvichit, P., Janta, R., Surapipith, V. 2021. Projection of Rice and Maize Productions in Northern Thailand under Climate Change Scenario RCP8.5. *Agriculture*, 11, (23). <https://doi.org/10.3390/agriculture11010023>.
- Andarzian B., Bannayanb M., Stedutoc P., Mazraeha H., Baratid M.E., Baratie M.A., Rahnamaa A., 2011. Validation and testing of the AquaCrop model under full and deficit irrigated wheat production in Iran. *Agric. Water Manage.* 100; 1–8.
- Araya, P.V.V., Prasad, P.H., Gowda, Z., Zambreski, Ciampitti, I.A.2021. Management options for mid-century maize (*Zea mays* L.) in Ethiopia, *Science of The Total Environment*, Volume 758, 2021, 143635, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143635>.
- Ayankojo, I.T., Morgan, K.T., 2020. Increasing air temperatures and its effects on growth and productivity of tomato in South Florida. *Plants*. Article ID 1245, 16 pages doi:10.3390/plants9091245.
- Baydar A., Kanber R., 2012. İklimsel Değişikliklerin Pamuk Üretimine Etkilerinin İncelenmesi. *Toprak Su Dergisi*.1 (1), p: 47-53.
- Bozkurt Çolak, Y., Gönen, E., Özfıdaner, M., Baydar, A., 2022. Çeltik Bitkisinde Farklı Sulama Yöntem ve Uygulamalarının Klorofil İçeriği Üzerine Etkisi. *ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.)*. 10(1): 45-54.
- Cammarano, D., Ronga, D., Mola, I.D., Mori, M., Parisi, M., 2020. Impact of climate change on water and nitrogen use efficiencies of processing tomato cultivated in Italy. *Agric. Water Manage.* 241: 3-11.
- Dembélé, G., Loison, R., Traoré, A., Dembélé, S. G., & Sissoko, F. 2024. Optimizing type, date, and dose of compost fertilization of organic cotton under climate change in Mali: A modeling study. *PloS one*, 19(8), e0308736. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0308736>

- Deveci H, Konukçu, F., Altürk, B. 2019. Effect of climate change on wheat grown soil moisture profile in Thrace district. *Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty* 16, 202–218.
- Duchemin B., Maisongrande .P, Boulet G., Benhadj I., 2008. A Simple Algorithm For Yield Estimates: Calibration And Evaluation For Semi-Arid Irrigated Winter Wheat Monitored With Groundbased Remotely-Sensed Data, *Environ. Modell. Softw.*, 23, 876– 892.
- Doğan, H.G., Candemir, S., Bayramoğlu, Z., Ağızan, K. 2024. Long-term effects of some determinants in the agricultural sector on CO2 emissions: Panel data analysis by income groups of world countries. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 36, 1-11.
- Gürkan, H., Shelia, V., Bayraktar, N., Yıldırım, Y.E., Yeşilekin, N., Gündüz, A., Boote, K., Porter, C., Hoogenboom, G., 2021. Estimating the potential impact of climate change on sunflower yield in the Konya province of Turkey. *The Journal of Agricultural Science* 1-13. <https://doi.org/10.1017/S0021859621000101>.
- Gürkan, H., Bulut, H., Hoogenboom, G., 2024. Crop Modelling as a Strategic Tool for Optimizing Agricultural Production: A Case Study for Sunflower in Türkiye Conditions. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4895948> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4895948>
- Islam, S.S., Sanitchon, J., Hasan, A.K. 2021. Rice phenology and growth simulation using DSSAT- CERES-Rice crop model under the different temperatures changing with climatic condition (May 05, 2021). *International Journal of Agricultural Sciences and Technology*, Vol. 1, No.2, pp. 1-11, 2021, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4551040>.
- Han, Z, Zhang, B., Yang, L., He., C. 2021. Assessment of the impact of future climate change on maize yield and water use efficiency in agro-pastoral ecotone of Northwestern China. *J Agro Crop Sci.* 2021; 207: 317– 331. <https://doi.org/10.1111/jac.12478>.
- Harvey, S., Zhang, M., Fochesatto, G.J. 2021. Projections of spring wheat growth in Alaska: Opportunity and adaptations in a changing climate, *Climate Services*, Volume 22, 2021, 100235, ISSN 2405-8807, <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2021.100235>.
- Koushal, S., Rajesh, G.M., Kambale, J. B., Sarma, H.H., Singh, B., Sharan, S.P., Devi, O. R., Laishram, B. 2024. Assessing Maize Yield Variability under Climate Change Using DSSAT Model. *Journal of Scientific Research and Reports*, 30(9), 84–91. <https://doi.org/10.9734/jsrr/2024/v30i92333>.

- Kumar, K., Parihar, C. M., Nayak, H. S., Sena, D. R., Godara, S., Dhakar, R., Patra, K., Sarkar, A., Bharadwaj, S., Ghasal, P. C., L Meena, A., Reddy, K. S., Das, T. K., Jat, S. L., Sharma, D. K., Saharawat, Y. S., Singh, U., Jat, M. L., & Gathala, M. K. 2024. Modeling maize growth and nitrogen dynamics using CERES-Maize (DSSAT) under diverse nitrogen management options in a conservation agriculture-based maize-wheat system. *Scientific reports*, 14(1), 11743. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-61976-6>.
- Özfidaner, M., Topaloğlu, F., 2020. Standart Yağış İndeksi Yöntemi ile Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Kuraklık Analizi. *Toprak Su Dergisi*, 9(2), 130-136. <https://doi.org/10.21657/topraksu.767002>.
- Özfidaner, M., Şapolyo, D., Topaloğlu, F., 2018. Antalya Ortalama Sıcaklık Verisinde Gidişlerin Yeni Bir Gidiş Analiz Yöntemi ile Belirlenmesi. 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı. Süleyman Demirel Üniversitesi *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 223-228.
- Raes D., Steduto P., Hsiao T.C., Fereres E., 2009a. Aquacrop-The FAO Crop Model To Simulate Yield Response To Water. II. Main Algorithms And Software Description. *Agron. J.* 101, 438–447.
- Steduto P., Hsiao T.C., Raes D., Fereres E., 2009. AquaCrop the FAO crop model to simulate yield response to water. I. Concepts and underlying principles. *Agron. J.* 101, 426–437.
- TÜİK, 2024. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. Erişim tarihi: 07.20.2024.
- Uçak, A. B., Arslan, H., 2023. Drought stress resistance indicators of chickpea varieties grown under deficit irrigation conditions. *PeerJ* 11:e14818 Doi: doi.org/10.7717/peerj.14818.
- Uçak, A.B., Atılgan, A., Korytowski, M., Kociğcka, J., Liberacki, D., Stachowski, P., Saltuk, B. and Rolbiecki, R., 2023. Derinkuyu dry bean irrigation planning in semi-arid climate by utilising crop water stress index values. *Journal of Water and Land Development*, 59, 145-152. Doi: doi.org/10.24425/jwld.2023.147239
- Vanlı, Ö., 2019. Dssat Bitki Simülasyon Modeli ve Uzaktan Algılama Verilerinden Elde Edilen İndisler Kullanılarak Buğday Verim Tahmini: İslahiye ve Nurdağı Örneği. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Bilişim Uygulamaları Anabilim Dalı.
- Ventrella, D., Giglio, L., Charfeddine, M., Lopez, R., Castellini, M., Sollitto, D., Castrignano, A., Fornaro, F., 2012. Climate change impact on crop rotations of winter durum wheat and tomato in Southern Italy: yield analysis and soil fertility. *Italian Journal of Agronomy*.7:100-108.

- Yang, C., Liu, C., Liu, Y., Gao, Y., Xing, X., Ma, X., (2024). Prediction of drought trigger thresholds for future winter wheat yield losses in China based on the DSSAT-CERES-Wheat model and Copula conditional probabilities. *Agricultural Water Management*, 299, 108881.
- Yeşilköy, S., Şaylan, L. 2021. Yields and water footprints of sunflower and winter wheat under Different Climate Projections, *Journal of Cleaner Production*, Volume 298, 2021, 126780, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126780>.
- Zhang, J., Zhang, H., Matthew, W.S., Thomas, J.T., Rob, W. M., Li, Wang. 2021. Simulated deficit irrigation and climate change effects on sunflower production in Eastern Colorado with CSM-CROPGRO-Sunflower in RZWQM2, *Agricultural Water Management*, Volume 246, 2021, 106672, ISSN 0378-3774, <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106672>.

2. BÖLÜM

İklim Değişikliğinin Tarımsal Üretime Etkisi

Serhan CANDEMİR¹

GİRİŞ

İklim, tarımsal verimliliği etkileyen önemli bir faktördür. Amaç, tarımın insanoğlunun hayatta kalmasındaki temel rolünü tespit etmektir. İklim değişikliğinin tarımsal verimlilik üzerinde zararlı bir etkisi olduğunu gösteren kanıtlar giderek artmaktadır. Bu durum, son on yılda bu alandaki araştırma faaliyetlerinde bir artışa yol açmıştır (Adams ve ark., 1998). Hükümetlerarası iklim değişikliği paneli, insan faaliyetlerini 20. yüzyılın ortalarından bu yana gözlemlenen ısınmanın başlıca nedeni olarak tanımlamıştır. İklim değişikliğinden kaynaklanan artan sıcaklıkların tarım sektöründeki biyofiziksel etkileşimlerde değişikliklere yol açması beklenmektedir. Bu değişikliklerin, büyüme mevsimleri, tür kompozisyonu, su gereksinimleri, toprak özellikleri ve zararlıların ve hastalıkların yaygınlığı dahil olmak üzere tarımsal üretimin çeşitli yönlerini etkilemesi beklenmektedir (Ullah, 2017). Kuraklık ve sellerin sıklığı ve şiddetindeki değişiklikler, tarımsal üretimi engelleme ve gıda güvenliğini tehlikeye atma potansiyeline sahiptir (Farooq ve ark., 2022). Özellikle su kıtlığı ciddi sonuçlar doğurabilir (Humphries ve ark., 2024b). Küresel olarak, aşırı su kıtlığı bazı bölgelerdeki mahsuller, çiftlik hayvanları ve çiftçiler üzerinde zararlı bir etki yaratmıştır (Rosa ve ark., 2020). Bilimsel kanıtlar, artan sıcaklıkların kuraklıkların etkilerini şiddetlendirdiğini, su kaynaklarını azalttığını ve bazı durumlarda orman yangınlarını yoğunlaştırdığını göstermektedir (Wehner ark., 2017). Kuraklık ve sellerin sıklığı ve şiddetindeki değişiklikler çiftçiler üzerinde önemli bir baskı oluşturabilir ve gıda güvenliğini tehlikeye atabilir (Misra, 2014). İklim değişikliği, öncelikle Dünya'nın fiziksel yapısı üzerindeki etkisi yoluyla doğal çevrenin her yönünü etkilemektedir. Örneğin, ekolojik değişikliklerden kaynaklanan sıcaklık artışlarının bazı yerlerde kışların daha ılıman geçmesine, böcek zararlılarının hayatta kalma oranının artmasına ve bitki stresinin artmasına neden olduğu gözlemlenmiştir (Skendžić vd., 2021). Mahsul verimi, sıcaklık dalgalanmalarından ve sıcak veya soğuk dalgalarının süresinden etkilenir ve

¹ Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü
Serhan.candemir@ozal.edu.tr

sonuçlar, aşırı hava olayları sırasında bitkinin olgunluk aşamasına göre değişir (Xu ve ark., 2021). Değişken yağış modelleri, su kıtlığını ve mahsuller için kuraklık stresini yoğunlaştırarak sulama suyu kaynaklarını bozar ve çiftçilerin planlamasını zayıflatır (Hoffmann, 2013). Bu nedenle, yüksek sıcaklıklar ve düşük yağış, tarımsal üretkenliği optimum ürün yetiştirme eşiğinin altına düşürebilir (Mall vd., 2017).

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN TARIMA ETKİLERİ

Bulduğumuz yüzyılda dünya nüfusu sürekli artmakta, tarım alanları ve temiz su kaynakları giderek azalmakta, ülkelerin gıda ve suya erişimi zorlaşmakta ve tarım iki bin yılın en stratejik sektörü olmaya devam edecektir (Ali ve ark., 2021). İklim değişikliği olgusu, tarımsal üretim üzerinde çok sayıda etkiye sahiptir. Bu etkiler öncelikle sıcaklıktaki artışlardan ve bunu takiben yağış düzenindeki değişikliklerden kaynaklanmaktadır. İklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki etkileri aşağıdaki başlıklar altında incelenebilir:

Sıcaklık Artışları

Dünya'nın iklim sisteminin küresel ortalama sıcaklığında süregelen artış olarak tanımlanan küresel ısınmanın bir sonucudur. Küresel ortalama sıcaklıktaki mevcut artışlar, önceki değişikliklere kıyasla fosil yakıtların hızlandırılmış ve yoğunlaştırılmış kullanımının bir sonucudur. Fosil yakıtların yakılması, ormansızlaşma ve bazı tarımsal ve endüstriyel faaliyetler, başta karbondioksit ve metan olmak üzere sera gazlarının salınımına katkıda bulunmaktadır. Bu gazlar, güneş radyasyonu tarafından ısıtıldıktan sonra Dünya tarafından yayılan ısının bir kısmını emer ve Dünya'nın alt atmosferinde birikmeleri, ek ısının hapsedilmesine neden olarak küresel ısınmaya yol açar. Daha yüksek sıcaklıklar ayrıca daha yoğun fırtınalara, kuraklıklara ve diğer aşırı hava koşullarına yol açmaktadır (IPCC, 2021) (Anonim, 2024).

Sıcaklık, bitki büyümesini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Bitkiler, kendileri için en uygun olan sıcaklık aralıklarında optimum büyüme ve gelişimlerini gerçekleştirirler. Optimum sıcaklık aralıklarının dışında sıcaklık değerlerinin oluşması, bitkilerde fotosentetik, solunum ve su buharlaşma süreçleri üzerinde zararlı bir etkiye sahip olabilir ve bu da sonuçta verim kayıplarına neden olabilir. Mısır, pirinç ve buğday da dahil olmak üzere bazı temel ürünler, büyüme ve gelişmeleri üzerinde zararlı bir etkiye sahip olabilecek yüksek sıcaklıklara karşı hassastır. Sıcaklıktaki bir artış, bu ürünlerin çiçeklenme ve dolayısıyla tohum üretim kapasitesinde bir azalmaya neden olabilir.

Yağış Rejimindeki Değişiklikler

İklim değişikliğinin algılanan sonuçlarından biri de yağış miktarı ve dağılımındaki değişimdir. Su, bitki yaşamı için en temel gereksinimdir. Tarımsal bir ortamda ürünlerin en iyi şekilde üretilmesini sağlamak için, bitki büyümesi için gerekli miktarda suyun sağlanması esastır. Ayrıca su faktörü, hayvansal üretim, su ürünleri yetiştiriciliği, arıcılık ve benzeri diğer tarımsal faaliyetlerde de en önemli üretim faktörünü temsil etmektedir. Nihayetinde su, yaşamın kaynağıdır.

Küresel iklim değişikliği yağmur, kar ve dolu şeklindeki yağışların miktarını ve dağılımını etkilemektedir. Sonuç olarak, su ihtiyacı yeterince karşılanamamakta, bu da üretim modellerinde istenmeyen değişikliklere ve akabinde tarımsal verim ve gelir üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Aşırı yağışlar meydana geldiğinde, ürün kayıpları, seller, toprak erozyonu ve arazi kaybı riski artmakta, bu da bitkisel üretimin yanı sıra hayvansal üretim gibi diğer tarımsal üretimleri de olumsuz etkilemektedir.

Doğal yağışa dayalı tarım sistemlerinin verimliliği, yağış düzenindeki dalgalanmalara ve uzun süreli kuraklıkların meydana gelmesine karşı hassastır. Tarımsal ürünlerin verimindeki azalma, bu ürünlerin miktarında ve fiyatında dalgalanmalara yol açmaktadır. Tarımsal ürünlerin miktar ve fiyatlarındaki dalgalanmalar, ülkelerin ekonomileri ve beslenme ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetleri üzerinde önemli bir olumsuz etkiye sahiptir.

Su Kaynaklarında Azalma

İklim değişikliğinin bir göstergesi olan küresel ısınma olgusunun buzulların erimesine ve yeraltı su seviyelerinin düşmesine yol açarak tarımsal sulama için gerekli olan su kaynaklarının tükenmesine katkıda bulunduğu gözlemlenmiştir. Hayvansal üretimdeki düşüş de bitkisel üretimdeki bozulma gibi bu olgunun bir sonucudur. Su kaynaklarının kıt olduğu bölgelerde, bu kaynaklardaki azalma özellikle belirgindir ve susuzluk nedeniyle hayvan ölümlerinde önemli bir artışa yol açmaktadır. Bu da bu bölgelerin zaten kırılgan olan ekonomileri üzerinde zararlı bir etki yaratmaktadır.

Dünya su kaynaklarının önemli bir bölümünü oluşturan nehir ve göllerin hidrolojik rejimindeki dönüşümler, bu bölgelerde yürütülen su ürünleri yetiştiriciliği faaliyetlerini olumsuz etkilemektedir. Başta balık olmak üzere su ürünleri insan sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Dolayısıyla su ürünleri üretimindeki değişiklikler insan sağlığını doğrudan etkilemektedir. Dünya denizlerinde ısınmaya neden olan küresel ısınma da deniz çevresi üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olup, insanlar için mevcut olan deniz ürünlerinin çeşitliliğinde ve miktarında azalmaya ve istilacı türlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Hastalık ve Zararlılarda Artışlar

Ayrıca, iklim değişikliği bitki hastalıkları ve zararlılarında artışa neden olabilir ve bu da artan sıcaklıkların etkilerini daha da kötüleştirecektir. Bu hastalık ve zararlıların coğrafi dağılımı ve etkisi iklim değişikliğine bağlı olarak değişebilir. Sıcaklık ve nemdeki artışın, başta mantar hastalıkları olmak üzere bazı patojen ve zararlıların yaygınlığını ve etkisini artırdığı ve aynı zamanda coğrafi yayılmalarını kolaylaştırdığı gözlemlenmiştir. Yukarıda bahsedilen sorunlar tarımsal üretim üzerinde doğrudan olumsuz bir etkiye sahiptir ve hem üretim hem de hasat sonrası depolama aşamalarında önemli kayıplara ve maliyetlere neden olabilir.

İklim değişikliğinin bir sonucu olarak, yıl boyunca sıcaklıkta meydana gelen dalgalanmalar tarım zararlılarının gelişimi üzerinde zararlı bir etkiye sahip olabilir. Yeni tarım zararlılarının ortaya çıkması, ek haşere kontrol önlemlerinin uygulanmasını gerektirecektir. Bu da tarımsal girdilerde artışa ve buna bağlı olarak olumsuz çevresel etkilerde artışa neden olacaktır.

Tarım Tekniklerindeki Değişimler

İklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki zararlı etkisi, tarımsal üretim tekniklerinde değişiklik yapılmasını zorunlu hale getirmiştir. Örneğin, su kaynaklarının kıtlığı yenilikçi sulama sistemlerinin ve toprak işleme tekniklerinin geliştirilmesine yol açmıştır. Bu gelişmeler tarım tekniklerini geliştirirken, ek maliyetleri de beraberinde getirebilir. Üreticiler, yeni maliyet faktörlerine maruz kalmaları nedeniyle artan ürün fiyatları veya azalan gelirlerle karşı karşıya kalabilirler. İklim değişikliğinin etkilerini hafifletmek için, iklime dayanıklı ürün çeşitlerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması tarımsal verimliliği artırabilir.

SONUÇ

Doğal olmayan sera gazı emisyonlarındaki artışa bağlı olarak atmosferde meydana gelen değişimler, küresel ısınma ve iklim değişikliği ile kendini göstermektedir. Bu durum, sıcaklık ve yağış rejimlerinde önemli değişikliklere yol açarak, insanlığı çölleşme, kuraklık ve sel gibi felaketlerle karşı karşıya bırakmaktadır. İklim değişikliğinin yarattığı bu olumsuz koşullar, tüm canlı türleri ile ekosistemler üzerinde tehdit oluşturmakta, ayrıca canlıların bu değişimlere adaptasyon sürelerinin farklılık göstermesi ekolojik dengeleri doğrudan etkilemektedir.

İklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki etkileri, gıda güvenliği ve güvencesi, çiftçilerin gelir düzeyleri, milli gelir ve tarıma dayalı sanayi gibi birçok farklı alanı derinden etkilemektedir. Yanlış arazi kullanımı, bilinçsiz ve aşırı gübre kullanımı gibi tarımsal faaliyetler ise tarım arazilerinden kaynaklanan

sera gazı emisyonlarının artmasına neden olmaktadır. Tarımsal üretimin, bir yandan küresel ısınmayı olumsuz etkilerken, diğer yandan hızla artan dünya nüfusunun gıda gereksinimlerini karşılamada kritik bir rol üstlendiği gerçeği göz ardı edilemez.

Günümüzde sera gazı emisyonlarının etkilerinin tamamen ortadan kaldırılması mümkün olmadığından, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmak ve bu etkilere uyum sağlamak amacıyla politika önceliklerinin belirlenmesi gerekliliği daha fazla önem kazanmaktadır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) 4. Değerlendirme Raporu'nda da vurgulandığı üzere, uyum politikaları iklim değişikliğinin etkilerini yönetebilmek adına büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, iklim değişikliğine karşı alınacak önlemlerin zamanında ve etkin bir şekilde uygulanabilmesi için küresel, bölgesel ve yerel düzeyde stratejik bir yaklaşım benimsenmesi; sektörler ve yönetimler arasında uyum ve işbirliğinin sağlanması zorunlu hale gelmiştir (Bayraç ve Doğan, 2016).

İklim değişikliğinin tarım sektöründe yarattığı olumsuz etkiler, bu sorunun farkındalığını artırmış ve insanlığı önlemler alma noktasına getirmiştir. İnsanlık, iklim değişikliğine kendi katkısının farkına varmakta ve bu etkinin artmasını önlemek ve hatta azaltmak adına ne tür adımlar atması gerektiği konusunda çeşitli çalışmalar yürütmektedir. Bu çalışmaların, ülkeler ve bireyler düzeyinde hangi aşamada olduğu ve ne ölçüde ilerlediği önem arz etmektedir. CGIAR tarafından başlatılan İklim Değişikliği, Tarım ve Gıda Güvencesi Araştırma Programı (CCAFS), tarım sistemlerinin yeni teknolojilere ve politikalara adaptasyonu, biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanıklı yeni genotiplerin geliştirilmesi ve genetik kaynakların korunması gibi konulara odaklanmaktadır (Bayraç ve Doğan, 2016).

Dünyada ve Türkiye'de bitkisel üretimde gerçekleştirilecek iyi tarım uygulamaları, organik tarım yöntemleri, üretim süreçlerinde izlenebilirliğin sağlanması, bitki hastalıkları ve zararlılarıyla mücadele, kuraklığa dayanıklı tohum çeşitlerinin geliştirilmesi, tohum ve gen bankalarının kurulması, arazilerin toplulaştırılması, yaygın eğitim ve bilinçlendirme faaliyetleri gibi adımlar, iklim değişikliğine uyum sağlama stratejileri arasında yer almaktadır.

KAYNAKLAR

- Adams, R. M., Hurd, B. H., Lenhart, S., Leary, N. (1998). Effects of global climate change on agriculture: an interpretative review. *Climate research*, 11(1), 19-30.
- Ali, M., Gençođlan, C., Gençođlan, S., Uçak, A. (2021). Yield and Water Use of Eggplants (*Solanum melongena* L.) Under Different Irrigation Regimes and Fertilizers. *Tekirdağ Ziraat Fakóltesi Dergisi*, 18(3), 533-544. <https://doi.org/10.33462/jotaf.857908>
- Bayraç, H. N., Doğan, E. (2016). Türkiye’de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerine Etkileri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi*, 11(1), 23-48.
- Farooq, M. S., Uzair, M., Raza, A., Habib, M., Xu, Y., Yousuf, M., Ramzan Khan, M. (2022). Uncovering the research gaps to alleviate the negative impacts of climate change on food security: a review. *Frontiers in plant science*, 13, 927535.
- Hoffmann, U. (2013). Agriculture: a key driver and a major victim of global warming. Lead Article in Section B at Hoffmann, 3-8.
- Humphries, U. W., Waqas, M., Hlaing, P. T., Dechpichai, P., Wangwongchai, A. (2024b). Assessment of CMIP6 GCMs for selecting a suitable climate model for precipitation projections in Southern Thailand. *Results in Engineering*, 23, 102417.
- Humphries, U. W., Waqas, M., Hlaing, P. T., Wangwongchai, A., Dechpichai, P. (2024a). Determination of crop water requirements and potential evapotranspiration for sustainable coffee farming in response to future climate change scenarios. *Smart Agricultural Technology*, 8, 100435.
- Mall, R. K., Gupta, A., Sonkar, G. (2017). Effect of climate change on agricultural crops. In *Current developments in biotechnology and bioengineering* (pp. 23-46). Elsevier.
- Misra, A. K. (2014). Climate change and challenges of water and food security. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 3(1), 153-165.
- Rosa, L., Chiarelli, D. D., Rulli, M. C., Dell’Angelo, J., D’Odorico, P. (2020). Global agricultural economic water scarcity. *Science Advances*, 6(18), eaaz6031.
- Skendžić, S., Zovko, M., Živković, I. P., Lešić, V., Lemić, D. (2021). The impact of climate change on agricultural insect pests. *Insects*, 12(5), 440.
- Ullah, S. (2017). Climate change impact on agriculture of Pakistan-A leading agent to food security. *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources*, 6(3), 76-79.

- Wehner, M. F., Arnold, J. R., Knutson, T., Kunkel, K. E., LeGrande, A. N. (2017). Droughts, floods, and wildfires. Climate science special report: Fourth national climate assessment, 1(GSFC-E-DAA-TN49033).
- Xu, Y., Wheeler, S. A., Zuo, A. (2020). Heterogenous impacts of climate on agricultural industries farm exit patterns in the murray-darling basin of Australia. The Palgrave Handbook of Climate Resilient Societies, 1-24.

3. BÖLÜM

İklim Değişikliği ve Kuraklık

Mete ÖZFİDANER¹, Alper BAYDAR²,
Engin GÖNEN³, Burak DALKILIÇ⁴

1. GİRİŞ

Atmosferde meydana gelen olayların uzun süreli etkisi iklim olarak tanımlanmaktadır. İklim, yerkürenin tarihi süresince doğal olarak değişme eğilimi göstermiştir. Buna karşın değinilen değişim, 19. yüzyılın ortasına, sanayi devrimine dek doğal etkiler sonucunda meydana gelmiş; daha sonraki değişimlerde insan etkisinin önemli ölçüde payı olduğu saptanmıştır. Bu bağlamda iklim değişikliği karşılaştırılabilir bir zaman diliminde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan yada dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan etkileri sonucunda iklimde oluşan bir değişikliktir (Türkeş, 2008).

Küresel iklim sistemi, yerküre atmosferinin oluşumundan beri, tüm zaman ve alan ölçeklerinde değişmiştir. Bu durum, iklimin kendi doğal özelliğidir ve doğrudan güneşteki, atmosferdeki veya yerküre/atmosfer birleşik sisteminin öteki bileşenlerindeki doğal değişikliklerle ilişkilidir. Ancak, 19. yüzyılın ortasında, iç ve dış etmenlerle ilişkili doğal değişime ek olarak, ilk kez insan eylemlerinin de küresel iklimi etkilediği, yeni bir döneme girilmiştir. Bu yüzden, günümüzde iklim değişikliği, atmosferdeki sera gazı birikimlerini arttıran insan etkinlikleri dikkate alınarak, tanımlanabilmektedir. İklim değişikliği, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde, “Karşılaştırılabilir bir zaman diliminde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan etkinlikleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik” biçiminde tanımlanmıştır (İDÖİKR, 2000).

1980 yılından itibaren, fosil yakıtların kullanım miktarı yaklaşık olarak beş kat artmıştır, bu durumun sonucunda da karbon emisyonları, doğanın karbon emisyonunu soğurma kapasitesinin çok üstüne çıkmıştır. Atmosferdeki,

¹ Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ozfdnrmete@gmail.com

² Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, alper.baydar@siirt.edu.tr

³ Osmaniye Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, engingonen@hotmail.com

⁴ Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, burak.dalkilic@ozal.edu.tr

karbondioksit yoğunluğu son yüz elli bin yılın en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Sera etkisi ve atmosferdeki karbondioksit yoğunluğunu taklit eden bilgisayar modellerine göre, küresel ısı yükselmektedir. Yıllara ait sıcaklık kayıtları, 1866 yılından itibaren tutulmaya başlanmıştır ve kayıtların tutulmaya başlandığı günden bugüne kadar görülen en sıcak 13 yıl, 1979 yılından sonra yaşanmıştır.

Küresel ısınmanın en önemli nedeni başlıca sera gazları olan, CO₂, CH₄ ve N₂O emisyonudur. Fosil yakıtlarının yakılması, ormansızlaştırma, sanayi süreçleri, kontrolsüz şehirleşme ve tarımsal uygulamalar gibi bir çok insan etkinlikleri ile atmosferdeki sera gazlarının salınımları artmaktadır. Yaşam süreleri ve salınım miktarları dikkate alındığında en önemli sera gazı olan CO₂, 1750 yılından beri yaklaşık %30 oranında artmıştır. Endüstriyel dönemden önce yaklaşık 280 ppm, 1999'da 370 ppm olan CO₂ birikiminin 21. yüzyılın sonuna kadar 700 ppm'e ulaşacağı öngörülmektedir. Mevcut atmosferik CO₂ artışına CO₂'in antropojenik emisyonları neden olmuş ve bu emisyonların yaklaşık %75'i fosil yakıtların yakılması sonucunda ortaya çıkmıştır (IPCC, 2001). Bu yükselmeler sonucunda, BM İklim Değişikliği Paneli'ne (IPCC) göre, küresel ortalama yüzey sıcaklığı son yüzyılda 0,8 °C'ye kadar yükselmiştir. Son yüzyılda, kuzey yarım kürenin orta ve üst enlemlerinde yağış %0.5 ile %1 düzeyinde artış veya azalış göstermiştir. Bunun yanında Akdeniz iklimi gibi ılıman iklime sahip bölgelerdeki yağış artışları ise %0.2 ile % 0.3 arasında değişmiştir. Buna ek olarak kuzey yarım kürede aşırı yağışlı günlerin sayısı %2 ile %4 arasında artış göstermiştir (IPCC, 2001). İklimin karmaşıklığı ve doğal değişkenliği, insansal etkinliklerin iklim üzerine yapmış olduğu etkinin kanıtlanmasını güçleştirmektedir.

Bu nedenle araştırmacılar, küresel bilgisayar modelleri kullanarak (GCM), dünyanın, gelecekteki sıcaklık artışının ortalama olarak 1.5-4.5 °C arasında değişebileceğini (troposferdeki insan kaynaklı SO₄ aerosollerinin kısmen ısınma eğilimini azaltmasına karşın), sel ve kuraklık gibi iklim olaylarının sıklığını arttırabileceğini ve belirli düzeylerde bölgesel ısı ve yağış dağılımını değiştirebileceğini belirtmişlerdir (IPCC, 2001). Son yıllarda önemli ölçüde iklim simülasyon çalışmaları Türkiye ve çevre bölgelere odaklanmıştır. Doğu Akdeniz için IPCC A2 senaryosuna dayanan bölgesel iklim değişikliği simülasyonu, Önal ve Semazzi tarafından incelenmiştir (2009). Bu çalışmada; Türkiye'nin bütününde yaz mevsimi için en yüksek mevsimsel sıcaklık artışı 4,3 °C olarak bildirilmiştir. Ayrıca, gelecek kış mevsimi yağışlarında Karadeniz Bölgesi (artış) ve Akdeniz Bölgesi (düşüş) için çok belirgin değişiklikler kaydedilmiştir. Ayrıca, Türkiye'yi çevreleyen denizlerin iklimsel etkilerini anlamak amacıyla duyarlılık simülasyonları da uygulanmıştır (Bozkurt ve Şen, 2011). Bu çalışmada, Türkiye'yi çevreleyen denizlerin yüzey suyunun yaz ve sonbahar

sıcaklıklarındaki artışın büyük olasılıkla sel baskınlarının oluşumunu ve aşırı yağış olaylarını tetiklediği belirtilmiştir.

Buna ek olarak, iklim değişikliğinin olası etkilerini saptamak amacıyla Fujihara ve ark. (2008) tarafından Seyhan Nehri Havzası'nda detaylı bir hidrolojik çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmada iki farklı küresel iklim modelinin yağış ve evapotranspirasyon (su kaybı) değişkenleri kullanılarak hesaplanan yıllık su akımının tüm havzada %50 ile %60 arasında azaldığı görülmüştür.

İklim değişikliği günümüzde, en büyük çevresel, sosyal ve ekonomik tehditlerden birisi olarak kabul edilmektedir. Değişikliğin etkileri şimdiden gözlenmekte ve gelecekte daha da belirgin hale geleceği öngörülmektedir. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin önlenme düzeyi, ülkelerin güncel katkılarıyla belirsizlikler taşımaktadır. Bu nedenle iklim değişiminin toplum üzerindeki olumlu/olumsuz etkilerinin saptanmasına gerek vardır. Ancak, böylece gelecekte iklim değişikliği yüzünden ortaya çıkabilecek sorunlarla savaşılabilecek stratejilerin oluşturulması gerçekleştirilebilecektir. Ayrıca, iklim değişikliklerinin olumsuz etkilerinin önlenmesinin düzeyi ülkelerin güncel katkıları nedeniyle belirsizdir. Bu nedenle, iklim değişiminin toplum üzerindeki olumsuz etkilerinin saptanmasına gerek vardır ve buna bağlı olarak, ancak gelecekteki sorunlarla savaşılabilecek stratejilerin oluşturulması gerçekleştirilebilecektir (Mendelson ve ark., 1994).

İklim değişikliğinden kaynaklanan küresel ısınma ve yağış rejiminin değişimi, tarım sektörünü etkileyen en önemli etmendir. Yetiştirilen bitki türü, verim ve yetiştirme zamanı ve süresi, atmosferik koşullar tarafından belirlenir. Yağıştaki artış ve azalışlar, hava sıcaklığı ve hava nemi gibi kimi iklimsel olayların miktar ve dağılımlarındaki değişimler, bitkileri önemli ölçüde etkiler. Özellikle, CO₂ miktarı ile sıcaklık, iklim değişikliğinin sonuçları bakımından, bitki gelişimini etkileyen iki önemli etmendir. Söz konusu bu tahminlerin taşıdığı birçok belirsizliğe karşın iklim değişikliği, açıkça, insanların refahını ve ekonomik düzeylerini potansiyel olarak etkilemektedir (Kapur, 2010). Ayrıca son yıllarda küresel ısınmanın etkisiyle abiyotik stres faktörlerinin tarımsal üretimi olumsuz yönde etkilemesi, araştırmacıları iklim değişikliğinin zararlı etkilerine karşı yeni önlemler almaya zorlamıştır (Uçak ve ark., 2017b).

2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN NEDENLERİ

Hava sıcaklıklarının sürekli yükselmesi, yaşanan sıcak gün sayılarının artması, daha yüksek hava soğukluğu, tüm kara alanlarında azalan don yaşanan gün sayısı, önceden öngörülmeyen doğa felaketlerinde artışların yaşanması, yaz aylarında artan kuraklık, tropikal kasırga, hortum ve benzeri felaketlerdeki artış, muson yağmurlarının düzensizleşmesi küresel ısınmanın göstergeleridir.

Yirminci yüzyılda deniz seviyelerinde meydana gelen yükselmelerin en önemli sebebini, dünya yüzeyinde bulunan buzulların kütlelerinde meydana gelen azalma oluşturmaktadır. Özellikle karasal alanlarda bulunan buzul kütlelerinde meydana gelen azalmalar deniz suyu seviyelerinin yükselmesine etkide bulunmaktadır.

Buzulların kütlelerinde meydana gelen bu azalma sonucu yirminci yüzyılda deniz seviyelerinde yaklaşık olarak 10 – 25 cm'lik bir artış gözlemlenmiştir. Ayrıca buzulların erime sürelerinin son yıllarda hızlı bir şekilde artması bilim adamlarını oldukça kaygılandıran bir olaydır. Yeni Zelanda'da bulunan buzullar yirminci yüzyılda kütlelerinin yaklaşık dörtte birini kaybetmişlerdir. İspanya'da 1980 yılında yirmi yedi olan buzul sayısı, bugün on üçe düşmüştür. Peru'daki And Dağları'nda bulunan Qori Kalis Buzulu 1968-1978 yılları arasında yılda sadece 4 cm geri çekilmektedirken, 1995 yılında buzulun geri çekilme miktarı 30 cm'ye ulaşmıştır. Bilim adamları buzullarda meydana gelen bu erimeleri tek bir sebebe bağlamaktadırlar, o da küresel ısınmadır.

Küresel ısınmanın en önemli nedenleri şunlardır.

- Fosil yakıtların kullanılması sonucunda atmosferde aşırı oranda biriken sera gazları (özellikle CO₂),
- Ormanların ve bitki örtüsünün tahrip edilmesi,
- Hızlı ve düzensiz kentleşme,
- Hızlı sanayileşme,

Fosil yakıt kullanımı ve hızlı sanayileşme ısınmaya neden olan iki temel faktördür. Ormansızlaşma ve çarpık kentleşme ikinci derecede etki eden faktörlerdir. Verimsiz taşıtlar, kirlenici sanayiler ve yalıtımsız binalar yüzünden CO₂ emisyonları sürekli artmaktadır. Küresel ısınma etkilerini yavaşlatmak için olmalıdır. Güneşten gelen kısa dalga radyasyonu, yeryüzünde ve atmosferde uzun dalga radyasyonu olarak tutulur; atmosfer ve okyanus dolaşımıyla yeryüzünde dağılır ve yer radyasyonu olarak atmosfere geri verilir. Bunun bir bölümü, bulutlarca ve atmosferdeki sera gazlarınca soğurularak atmosferden tekrar geri alınır. Bu sayede yerküre yüzeyi ve alt atmosfer ısınır. Yerküre'nin beklenenden daha fazla ısınmasını sağlayan ve ısı dengesini düzenleyen bu sürece doğal sera etkisi denilmektedir (Türkeş ve ark., 2000). Sera etkisi, dünyanın sıcaklığının 33 °C daha fazla olmasına yol açan doğal bir olaydır. Sera etkisi nedeniyle dünyanın sıcaklığı -20 °C değil ortalama 14 °C'dir. Karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), diazotmonoksit(N₂O), halojenli bileşikler içeren hidroflorokarbonlar (HFC), petroflorokarbonlar (PFC) ve sülfürheksaflorid (SF₆) gibi kimyasal gazlar, sera etkisine yol açan gazlardır.

Günümüzde, sözü edilen küresel iklim değişikliği ise, atmosfere salınan sera gazı birikimlerindeki hızlı artışın doğal sera etkisini kuvvetlendirmesi sonucunda yerküre'nin ortalama yüzey sıcaklığındaki artışı ve iklimde oluşan değişiklikleri tanımlamaktadır. Fosil ve biokütle yakıtlarının kullanılması, insan kaynaklı sera gazı salımlarının en büyük kaynağını oluşturmaktadır. Çimento üretimi, karbondioksit, tarımsal işlevler ve katı atık depolama sahaları, metan gazı; gübre kullanımı ve naylon üretimi, diazot monoksit, buzdolabı ile soğutucular ise florine gazı salmaktadır.

Çizelge 1. İnsan etkinliklerinden etkilenen önemli sera gazlarına ilişkin özet bilgiler (Türkeş ve ark.,2005)

Sera gazları	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CFC11
(Atmosferik birikim)	(ppmv)	(ppbv)	(ppbv)	(pptv)
Sanayi öncesi(1750–1800)	~280	~700	~275	0
Günümüzde (1994)	358	1720	312	268
Yıllık değişim (birikim)	1.5	10	0.8	0
Yıllık değişim (yüzde)	0.4	0.6	0.25	0
Atmosferik ömrü (yıl)	50–200	12	120	50

Arazi kullanımındaki değişiklikler de iklim sistemini önemli ölçüde etkilemektedir. Tarım amaçlı kullanım için arazi açılması, koyu renkli yüzeyi genişleterek güneş radyasyonunun emilmesine neden olmaktadır. Ayrıca, çayır meraların açılması, ormanların tahrip edilmesi, karbon yutak alanlarını azaltarak, salımları artırmaktadır. Enerji santrallerinin çalışması, orman yangınlarının ve anız yakılmasının sonucu ortaya çıkan dumanlardan üretilen sülfür ve kükürt dioksit gazı da iklimin değişmesini etkilemektedir. Çölleşme, atmosfere geçen toz miktarını artırdığından, güneşten gelen enerjiyi azaltarak, küresel ısınmayı yavaşlatmaktadır. Şehirleşme, şehir ısı adalarının, oluşmasına yol açarak sera etkisini kuvvetlendirmekte ve yerkürenin ısınmasına neden olmaktadır. Öte yandan güneş ısınımındaki değişimler ve volkanik etkinlikler gibi doğal süreçler de iklimi, normal gidişinin dışına çıkarmaktadır. Güneş üzerindeki patlamalar sonucu oluşan kara lekeler, güneşten gelen kozmik ışınların yoğunluğunu etkilemektedir. Büyük yanardağ patlamaları, sülfat parçacıklarının bulunduğu yerlerden stratosfere büyük miktarda sülfür gazı bırakmalarına neden olmaktadır. Bu stratosferik parçacıklar, birkaç yıl varlıklarını sürdürürler ve güneş ışınlarını yansıtarak iklimin soğumasını sağlarlar. İklim üzerindeki volkanik etkiler kısa ömürlüdür (IPCC, 2001).

Kara ve su ekosistemleri ile agro-ekonomik sistemler (tarım, ormancılık, balıkçılık ve su kaynakları), insanın kalkınması ve esenliği için yaşamsal öneme

sahiptir ve iklim değişikliklerine karşı önemli düzeyde duyarlıdır. Günümüzde ve gelecekte iklim değişikliğinden dolayı, dünyanın bazı bölgelerinde kasırgalar, kuvvetli yağışlar ve seller-taşkınlar gibi doğal afetlerin şiddet ve sıklığında artışların olacağı; bazı bölgelerde ise uzun süreli ve şiddetli kuraklıklar ve bunlarla ilişkili olarak çölleşme olaylarının görüleceği beklenmektedir. Bu olaylar, tüm ekosistemleri olumsuz yönde etkileyecektir. Küresel ısınma sonucu, özellikle, su kaynaklarında azalma, orman yangınları ve kuraklık ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalar olacağı öngörülmektedir. Akarsu havzalarındaki yıllık akımlarda meydana gelecek azalma sonucunda kentlerde su sıkıntıları başlayacak; tarımsal ve kentsel su gereksinimi artacaktır. İklim değişikliği nedeniyle su kaynaklarındaki azalma, tarımsal üretim üzerinde olumsuz etki yapacaktır. Kurak ve yarı kurak alanların genişlemesine ek olarak, yıllık ortalama sıcaklığın artması, çölleşmeyi, tuzlanmayı ve erozyonu arttıracaktır. Mevsimlik kar ve kar örtüsünün kapladığı alan azalacak, karla örtülü dönem kısalmaktadır. Kar erimesinden kaynaklanan akış zamanı ve hacmindeki değişiklik, su kaynakları, tarım, ulaştırma ve enerji sektörlerini olumsuz etkileyecektir. Bunlara ek olarak, küresel ısınma, buzulların erimesi, deniz düzeyinin yükselmesi, iklim kuşaklarının kayması gibi değişikliklere de neden olacaktır (Türkeş ve ark., 2000).

2.1. İklim Değişikliklerinin Türkiye Üzerindeki Olası Etkileri

Türkiye karmaşık iklim yapısı içinde, özellikle küresel ısınmaya bağlı olarak görülebilecek bir iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkelerden biridir. Doğal olarak üç tarafından denizlerle çevrili olması, parçalanmış bir topografyaya sahip bulunması ve orografik özellikleri nedeniyle, Türkiye'nin farklı bölgeleri iklim değişikliğinden farklı biçimde ve değişik derecelerde etkilenecektir. Örneğin sıcaklık artışından daha çok çölleşme tehdidi altındaki kurak ve yarı kurak bölgelerle yeterli suya sahip olmayan yarı nemli bölgeler etkilenecektir (Güney doğu, İç Anadolu, Ege ve Akdeniz bölgeleri) (Türkeş, 1998). Olası bir iklim değişikliğinin ülkemizdeki sonuçlarını aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür:

Şüphesiz iklim değişikliğinin, ülkemizdeki doğal ekolojik sistemlerin bileşimini ve üretkenliğini bozacağı ve biyolojik çeşitliliği azaltacağı kaçınılmaz olacaktır. Ancak, bazı eko sistemler, iklimdeki değişikliğe çabuk karşılık verirken, bazıları oldukça yavaş karşılık verirler. Tek tek türler iklimdeki değişikliğe ve bozulan iklimsel rejimlere (örneğin ; yağış, buharlaşma ve sıcaklık rejimlerine) farklı düzeyde ve farklı biçimde tepki vereceğinden, bir çok ekosistemin yapısı bileşimi, üretkenliği ve coğrafi dağılışı bozulacaktır. Ancak, bu beklenen ekolojik değişikliklerin birçoğu, iklimdeki değişikliklerin arkasında on yıllardan yüzyıllara kadar gecikebilecektir. Faunanın ve floranın yaşam yerleri

değiştikçe, yeni gelen türler yüzünden biyolojik çeşitlilikte yerel artışlar olabilecektir. Ancak artan olumsuzluklar (salgın hastalıklar ve yangınlar), biyolojik çeşitlilikte azalmaya ve yaramaz (istenmeyen) türlerde artışlara yol açabilecek, habitatlardaki bölünmeler, iklime bağımlı türlerin göçü için yeni engeller yaratabilecektir. Bu tür olumsuzlukları hafifletmek amacıyla, kuzey-güney ve doğu- batı yönlü koridorlarda özel olarak ayrılmış ve düzenlenmiş parklara ve rezerv alanlarına ihtiyaç vardır. İklim değişiklikleri ve onunla bağlantılı tüm değişiklikler madde ve besin döngüsünü, atık kalitesini, akarsu rejimini ve akışını, toprak erozyonunu, hava kalitesini ve iklimi kontrol ederek mal ve hizmet üretimine katkı sağlayan eko- sistemleri etkileyecektir.

Ormanlar iklimsel değişikliklere oldukça duyarlıdır. Tahribatın çok fazla olduğu ülkemiz ormanlarının, olası bir iklim değişikliğinde (sıcaklık, yağış uç olaylar, zararlıların yayılışı ve yangınlar), değişeceği ön görülmektedir. Ormanlar esas olarak yağış rejiminde, zararlıların yayılışındaki değişiklikler ile yaş yapısındaki değişiklikler ve karbon içeriğindeki azalmalar yüzünden duyarlılığı en fazla olan sistemler arasındadır. Model öngörülerine göre, bugünkü net küresel karasal karbon emilimi yaklaşık (IGTC yıl), 21. yüzyılın 1. yarısı süresince artabilecek, ya bu düzeyde kalacak ya da zamanla azalabilecektir (IPCC, 2001; Watson, 2001). Ekolojik dengenin temel unsurlarından biri olan ormanlar ile çayır ve meraların tahrip edilmesi, millî parkların yeteri derecede korunamaması, gelecekte Türkiye açısından büyük sorunlar ortaya çıkaracaktır. Anadolu çok büyük uygarlıklara sahne olması dolayısıyla, orman varlığı hızla tahrip edilmiştir. Türkiye’de orman sayılan alanın genişliği 20.2 milyon hektardır ve ülke genişliğinin %26’sını kaplamaktadır (Görmez, 1991). Ormanlar yangın, yerleşme ve tarım için alan açma nedeniyle sürekli olarak azalmaktadır. 1961- 1996 yılları arasında çıkan 15.596 orman yangınında 2.293.390 hektar orman yandığı (Görmez, 1991) düşünülürse, sorunun ne kadar büyük ve ne kadar vahim olduğu anlaşılabilir.

Yapılan araştırmalarda, küresel ısınmadan dolayı oluşacak iklim değişiklikleriyle, özellikle su kaynaklarının azalması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalardan ülkemizin olumsuz etkileneceği belirtilmektedir. Türkiye, küresel ısınmanın potansiyel etkileri açısından, riskli ülkeler arasında yer almaktadır. İklim değişikliklerine karşı gerekli önlemler alınmaz ise ülkemizin, kurak ve yarı kurak alanlarındaki su kaynakları özellikle kentlerdeki su kaynaklarının durumu, sorunlara yenilerini ekleyecek ve içme amaçlı su ihtiyacı daha da artacaktır. Türkiye’de, uzun yıllar yağış ortalaması 631 mm iken, yağış miktarı, 1999 yılında %15 oranında, 2000 yılında ise %7 oranında azalmıştır. Ortalama yağışın azalması yanında, yağış rejimindeki sapma da dikkat edilmesi gereken bir olaydır. Yağış miktarında

meydana gelen bu azalışlar ve yağış rejimindeki sapmalar, tarımsal üretimi olumsuz yönde etkilemektedir. Ülkemizde, kullanılabilir su varlığı bakımından kişi başına düşen su miktarı 1.692 m³'tür. Kullanılan su miktarı dikkate alındığında da kişi başına düşen su miktarı 575 m³'tür. Gerek kişi başına düşen su varlığı, gerekse kullanılan su miktarı bakımından, dünya ortalamasıyla karşılaştırıldığında ülkemizin, genel olarak bilinenin aksine, sınırlı su kaynaklarına sahip ülkeler arasında bulunduğu görülmektedir.

Tarım alanlarının korunması pek çok ülkede, ulusal güvenlik kaygılarından biri hâline gelmiştir. Tarım alanlarının kötü kullanımı, su yönetim eksiklerine bağlı su baskınları, tuzlanma, çoraklaşma, aşırı pestisit ve gübre kullanımına bağlı kirlenme bunların başında gelmektedir. Suyun tarımdaki vazgeçilmez önemi nedeniyle, temiz su sıkıntısı pek çok bölgede, tarımsal üretimin karşısındaki en büyük kaynak kısıtlaması hâline gelmiştir. Nitekim, ülkemizin bazı önemli hububat üretim merkezlerinde, ürün kayıplarının % 40- 50 oranına ulaştığı gözlenmektedir (TAGEM, 2021). Türkiye'de yağış rejiminde meydana gelen azalışların ve yağış rejimindeki sapmaların, tarımsal üretimde olumsuz etkisi, kışlık ekimde daha fazla olmaktadır. Yağış rejiminin bahar aylarına doğru kayma göstermesi, yazlık ekimlerde bir avantaj gibi görülebilirse de üretim açısından önemli riskleri de beraberinde taşıdığı düşünülmektedir. Tarımsal üretimde meydana gelen değişimler topraktaki kullanılabilir suyun miktarı ile doğrudan ilişkilidir. Tarımsal araştırmalar genel müdürlüğü (TAGEM), 2000-2001 yılı ekim dönemi ile ilgili olarak, mayıs ayı başı itibarıyla yaptığı incelemeler sonucunda; Konya, Karaman, Yozgat illerinde yetersiz yağışlar nedeniyle ekim yapılan alanlarda %80- 90 oranında kuraklığa bağlı zararın meydana geldiği, daha bir çok ilin de %27- 62 oranında kuraklıktan etkileneceği belirtilmiştir (TAGEM, 2021).

Meydana gelecek iklim değişiklikleri tarımsal faaliyetlerde, hayvan ve bitkilerin doğal yaşam alanlarında değişikliklere yol açacak; yaşam alanları daralacak, büyük göçler yaşanabilecek, yeni koşullara uyum sağlayamayan çok sayıda bitki, böcek ve kuş türü ortadan kalkacaktır. Yeni iklim değişiklikleri, çiftçilerin ürettikleri ürünleri değiştirmeye zorlayacak, ekim ve dikim tarihlerinde ve ürün türlerinde önemli değişiklikler olabilecektir. İklimde meydana gelen değişim, sulanan ve sulanmayan alanlarda özellikle buğday, mısır, soya fasulyesi gibi daha bir çok ürünün üretiminde verim düşüklüğü ortaya çıkabilecektir.

Türkiye'nin özellikle çölleşme tehlikesi bulunan İç Anadolu, Güney Doğu Anadolu, Ege ve Akdeniz Bölgeleri gibi yarı kurak ve yarı nemli bölgelerinde tarım, ormancılık ve su kaynakları açısından olumsuz etkilere yol açabileceği uyarıları yapılmaktadır. Araştırmacılara göre, iklim kuşakları yer kürenin jeolojik geçmişinde olduğu gibi, ekvator dan kutuplara doğru yüzlerce kilometre

kayabilecek, bunun sonucunda Türkiye, bugün Orta Doğu ve Kuzey Afrika'da hâkim olan sıcak ve kurak iklim kuşağının etkisine girebilecektir (Türkeş 1998a). İklimde meydana gelebilecek herhangi bir değişme yağış, buharlaşma, yüzey akış ve topraktaki kullanılabilir suyun miktarını değiştirecektir. Mevsimler ve yıllık yağışlarda görülecek değişmeler hem su kaynaklarının depo edilmesi, hem de topraktaki nem rejiminin düzenlenmesi açısından oldukça önemlidir. Bitkilerin çiçeklenme, tozlanma, meyve oluşumu ve tane dolumu sırasında meydana gelebilecek su yetersizliği verimin önemli ölçüde düşmesine neden olacaktır. Sıcaklıkların artması nedeniyle, toprakta meydana gelen buharlaşma ve bitkide olan terlemenin (Evapotranspirasyon) artmasıyla beraber bitki strese gireceğinden, kuraklığa dayanıklı bitki türlerinin geliştirilmesi zorunlu hâle gelecektir.

2.2. Kuraklık

Kuraklık, doğanın gizli bir tehlikesi ve en büyük afetidir. Genellikle herhangi bir mevsim veya zaman diliminde yağış miktarındaki azalmadan dolayı meydana gelir. Kuraklık hesaplamalarında bir bölgedeki yağış ve evapotranspirasyon (buharlaşma + terleme) arasındaki dengenin uzun süreli ortalaması göz önünde bulundurulmalıdır. Kuraklık zamanla (yağış mevsiminin başlamasında gecikmeler, ürün büyüme mevsimi ve yağış zamanının ilişkisi) ve yağışların etki dereceleri (yağış yoğunluğu ve sayısı) ile ilişkilidir. Yüksek sıcaklık, şiddetli rüzgâr ve düşük nem miktarı gibi diğer değişkenler, birçok bölgede kuraklıkta etkili olur. Kuraklık yalnızca fiziksel bir olay veya bir doğa olayı olarak görülmemelidir. Kuraklığın, insan ve faaliyetlerinin su kaynaklarına olan bağımlılığı nedeniyle toplum üzerinde çeşitli etkileri vardır. Uzun süreli kuru hava nem azlığı yaratarak bitki, orman ve su kaynaklarında azalmaya neden olur ve sonuçta, ciddi çevresel, ekonomik ve sosyal sorunlar ortaya çıkar. Türkiye, son yıllarda en kurak mevsimlerini yaşamaya başlamıştır. Kuraklık trendinin artacağına ilişkin tahminler ilgili kuruluşlarca yapılmaktadır. Kuraklık; normalin altında yağış, düşük toprak nemi, sıcak kuru hava gibi birçok faktörün bileşiminin bir sonucudur.

Ülkemiz genelinde görülen yağışın miktar ve dağılımındaki sapmaların, yer altı ve yer üstü su rezervlerinde olumsuz sonuçlar meydana getirdiği görülmektedir. Meteoroloji genel müdürlüğünün saptamalarına göre de, iklimdeki bu sapmaların bir süreklilik arz ettiği gözlenmektedir. Yağış rejimindeki değişiklik, düzen ve süreklilik arz etmediği takdirde, yağış miktarındaki artışın tarımsal üretime olumlu etkisi olmayacaktır (Türkeş, 2001). Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğünün

düzenlemiş olduğu iklim değışikliklerinin, tarım üzerindeki etkileri panelinde, kuraklığın etkileri aşağıdaki şekilde belirtilmiştir (TAGEM, 2021).

Kuraklık, geniş alanlarda ve belirli bir zaman aralığında su kullanımının önemli derecede azalmasını karakterize eden doğal bir olaydır. Dünyanın değışik bölgelerinde meydana gelen kuraklık, ekonomik faaliyetleri, insan yaşamı ve çeşitli çevresel etmenlere etki eder. Küresel hidrolojik çevrimin karmaşık olması nedeni ile kuraklığın kökenini belirlemek mümkün olamamaktadır. Kuraklık yalnızca fiziksel bir olay veya bir doğa olayı olarak görülmemelidir. Kuraklığın, insan ve faaliyetlerinin su kaynaklarına olan bağımlılığı nedeniyle toplum üzerinde etkileri vardır (Shiklomanov ve ark., 2003). Bu etkileri ise üretimde azalma, yetersiz beslenme, sonuçta kıtlık, açlık ve ölümlere neden olabildiğinden çok önemli sorunların yaşanmasına neden olmaktadır. Dünya nüfusunun artması, şehirleşme, iklim değışikliği, orman tahribatları, çölleşme sonucunda kuraklık toplum çevre ve değışik ülkeleri tehdit eder boyutlara ulaşmaktadır.

Çok yavaş gelişerek belirli bir süreçte oluşan kuraklık olayın süresi uzadıkça sonuçları da çok tehlikeli boyutlara ulaşmaktadır (Kömüşçü, 2001). Kuraklık, nehirlerin kuruması veya suyun azalması ile vahşi hayvanların hayatının tehlikeye düşmesi ve doğanın dengesinin bozulmasına yol açan doğal felakettir. Kuraklığın başlangıç ve bitişinin belirsiz oluşu, birikimli olarak artması, aynı anda birden fazla kaynağı etkisi ve ekonomik boyutunun yüksek olması onu diğerk doğal afetlerden ayıran en önemli özelliklerdir. Kuraklık diğerk büyük doğal afetlerden farklı olarak, birçok oluşum sebebine aynı anda sahip olabilir. Kuraklığın hem doğal hem de yapay sebepleri vardır. Aynı sebepler hiç kuşkusuz kuraklığın engellenmesi veya şiddetinin azalmasında da etkilidir. Bu nedenle kuraklığın sebeplerini, doğal ve insan kaynaklı olmak üzere iki grupta toplayabiliriz. Doğal sebepler iklim koşulları, erozyon ve fiziki coğrafi faktörler olarak sayılabilir. İnsan kaynaklı faktörlerin başında ise kaynakların bilinçsiz kullanımı, küresel ısınma, orman yangınları, çevre kirliliğı ve tarım arazilerinin amaç dışı kullanımı sayılabilir. Suyun kullanım durumuna ve değışkenin seçime bağılı olarak, kuraklık, meteorolojik, hidrolojik ve tarımsal kuraklık ve bu üç kuraklık tipinin etkileyeceğı sosyo-ekonomik kuraklık olarak nitelendirilmiştir.

Meteorolojik Kuraklık: Meteorolojik kuraklık en basit anlamda, suya ihtiyaç duyulduğunda, su eksikliğine neden olan yağış miktarındaki yetersizlik olarak tanımlanabilir (Türkeş ve Tatlı, 2009). Özfidaner (2007) yaptığı çalışmada Türkiye için yağışlarda genel olarak azalışların olduğunu belirlemiştir. Bu sonuçlara göre Türkiye’de yağışlardaki azalış ile meteorolojik kuraklığın oluşabileceğı belirlenmiştir. Meteorolojik kuraklık tanımları bölgelere özgüdür, çünkü yağışlarda azalmalara neden olan atmosferik koşullar her bölge için

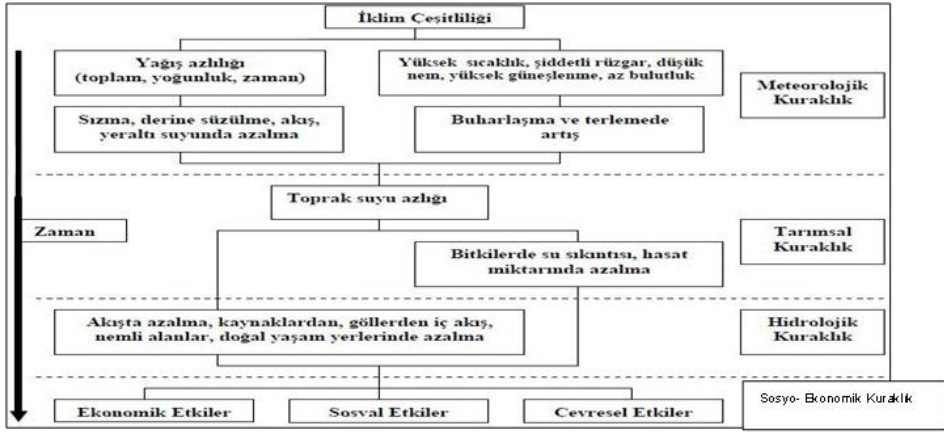
değişkenlik gösterir. Bu nedenle, farklı ülke ve bölgeler için çok çeşitli meteorolojik kuraklık tanımları bulunmaktadır.

Tarımsal Kuraklık: Tarımsal kuraklık; meteorolojik kuraklık özelliklerini tarımsal etkilerle birleştirir ve yağış azlığı, mevcut ve potansiyel buharlaşma, toprak suyu azlığı, yeraltı suyu ve barajlardaki düşüş gibi tarımsal etkilere odaklanır. Ürünlerin su ihtiyacı hava koşulları, her bitkinin biyolojik özellikleri, büyüme evreleri ile toprağın fiziksel ve biyolojik özelliklerine bağlıdır. Baydar ve Kanber, (2012) ülkemizde 2070-2079 yılları arasında minimum ve maksimum sıcaklıklarda artış ve yağışlarda azalmalar olacağı ve bitkilerin ihtiyaç duyduğu sulama suyu miktarının artacağını bildirmişlerdir.

Hidrolojik Kuraklık: Hidrolojik kuraklık; nehirlerdeki veya barajlardaki suyun aylar veya yıllar boyunca düşük deşarj veya hacimde olması olarak tanımlanır. Hidrolojik kuraklık meteorolojik kuraklık ile ilişkilidir ve meydana gelme aralıkları da onunla bağlantılı şekilde değişir. Arazi kullanımındaki değişiklikler ve toprağın doğal özelliklerini yitirmesi de hidrolojik kuraklığın sıklığını ve büyüklüğünü etkilemektedir. Bir başka tanımı ile hidrolojik kuraklık hidrolojik çevrimin arazi safhasında görülen su formlarının suyun kullanılabilirliğini önemli derecede azalması olarak tanımlanmaktadır. Suyun değişik formları, hidrolojik çeşitliliğin bileşenleri olan nehir akımları (kar erimesi ve ilkbahar akışları), göl ve rezervuar seviyesi ve yer altı suyunun düzeyini yansıtmaktadır. Bu değişkenler içinde yer alan nehir akımları suyun miktarı göz önüne alındığı zaman en önemli değişken olarak ortaya çıkar. Nehir akımları yüzey su kaynaklarını ifade ettikleri için anahtar değişkendir. Dolayısıyla hidrolojik kuraklık normal koşullarda nehir akımlarının noksanlığı ile ilişkilidir. Bu bağlamda Topaloğlu (2006) tarafından 84 istasyonda yapılan çalışmada nehir akımlarında belirlenen azalma hidrolojik kuraklığa bir işarettir. Kuraklık stresinin belirlenmesinde kullanılan parametreler; kolay, tekrar ölçülebilir ve hızlı ölçülebilir niteliktedir (Uçak ve Gençoğlu 2017). Hidrolojik kuraklık olayları dört özellik ile karakterize edilebilir. a) kuraklık indeksi ile önemi, b) kuraklığın başlangıç zamanı ve süresi, c) alansal genişliğini ve d) meydana gelme sıklığıdır.

Sosyo-ekonomik Kuraklık: Kuraklığın sosyo-ekonomik tanımları, bazı ekonomik malların arz ve talebini meteorolojik, hidrolojik ve tarımsal kuraklığın bazı özellikleri ile ilişkilendirir. Sosyo-ekonomik kuraklığın diğerlerinden farkı; insan faaliyetlerinden etkileniyor olması ve arz talep süreçleriyle bağlantılı olmasıdır. Sosyo-ekonomik kuraklık; su, yem, tohum, balık veya hidroelektrik gücü gibi bir ekonomik metaya olan talep, mevcut su miktarını geçtiği zaman meydana gelir; böylelikle sosyal ve ekonomik etkiler

meydana getirir. Farklı kuraklık tanımlarının birbiriyle olan ilişkisi aşağıdaki şekilde özetlenmiştir:



Şekil 1. Kuraklık Tipleri ve Kuraklığın Farklı Kaynaklar Üzerinde Etkisi (Kömüşçü, 2001)

Normal iklim şartlarında iklimin değişen karakteri, yer ve zaman zaman kuraklıklara neden olmakta ve bu durum Türkiye tarımını ve su kaynaklarını olumsuz şekilde etkilemektedir. Küresel iklim değişimi ile ilgili çalışmalar, Türkiye'nin üzerinde bulunduğu enlemlerde ortalama hava sıcaklıklarının artacağına, yağışların ise kışın artıp yazın azalacağına işaret etmektedir. Bu senaryolar, başta tarım olmak üzere birçok sektörde kuraklığın yakın gelecekte önemli sorun haline geleceğini göstermektedir. Böylece kuraklığın tanımlanması, izlenmesi ve elde edilen sonuçlardan çözüm önerilerinin geliştirilmesi mecburi olmuştur. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de kuraklığın bilhassa tarımsal üretim faaliyetlerine etkileri üzerinde duran çeşitli araştırma çalışmaları yapılmıştır.

Sahel'de ve Subtropikal kuşak yağışlarında 1960'lı yıllarda başlayan ani azalma, 1970'li yıllarla birlikte Doğu Akdeniz Havzası'nda ve Türkiye'de de etkili olmaya başlamıştır. Yağışlardaki önemli azalma eğilimleri ve kuraklık olayları, kış mevsiminde daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır. 1970'li yılların başı ile 1990'lı yılların başı arasındaki kurak koşullardan en fazla, Ege, Akdeniz, Marmara ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri etkilenmiştir (Türkeş, 1996). Kuraklık olaylarının en şiddetli ve geniş yayılışlı olanları, 1973, 1977, 1990 ve 1991 yıllarında görülmüştür. 1994–1998 döneminde ise, Doğu Anadolu Bölgesi dışında Türkiye'nin büyük bir bölümünde önemli bir yağış azlığı gözlenmemiş ya da meteorolojik kuraklıklar yaşanmamıştır.

Bu dönemin hemen ardından, 1999–2000 yıllarında ve 2001 yılının ilk üç ayında ise, Türkiye'nin büyük bir bölümünde yeniden kuraklık olayları

yaşanmıştır. Şiddetli ve yaygın meteorolojik kuraklıklar, özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu ile Ege ve Akdeniz bölgelerinde etkili olmuştur. Uzun süreli ortalamaların çok altındaki yağış koşullarına bağlı meteorolojik kuraklıkların bir sonucu olarak, Türkiye’de tarımsal ve hidrolojik kuraklıklar da ortaya çıkmıştır. Türkiye’ de 2007 yılında başta İzmir, Ankara ve İstanbul olmak üzere birçok şehrimizde yaşanan kuraklık son dönemlerdeki en önemli kuraklık olaylarından. Bu dönemde yağış eksikliğinden ortaya çıkan kuraklık özellikle yaşamsal öneme sahip içme suyunu oldukça etkilemiştir. Su açığı ve su sıkıntısı yalnız tarım ve enerji üretimi açısından değil sulamayı, içme suyunu öteki hidrolojik sistemleri ve etkinlikleri içeren su kaynakları yönetimi açısından da kritik bir noktaya ulaşmıştır.

KAYNAKLAR

- Baydar A., Kanber R., 2012. İklimsel Değişikliklerin Pamuk Üretimine Etkilerinin İncelenmesi. Toprak Su Dergisi.1 (1), p: 47-53.
- Bozkurt D., Şen O.L., 2011. "Hydrological Response of Past and Future Climate Changes in the Euphrates-Tigris Basin", Geophysical Research Abstracts. Vol. 13, EGU2011-11072, Vienna, 03.04.2011 - 08.04.2011.
- Görmez, K.,1991. Türkiye’de Çevre Politikaları Ankara.
- IPCC, 2001. Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of Intergovernmental Panel on Climate Change.pp 398-400.
- IPCC, 2007a: Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland.
- İDÖİKR., 2000. İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyon Raporu. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. DPT 2532, öl 548. s.123. İkinci Ulusal İklim Değişikliği Bildirimi (Taslak, 2012).
- Fujihara, Y., Simonovic, S. P., TOPALOĞLU, F., Tanaka, K., & Watanabe, T., (2008). An inverse-modelling approach to assess the impacts of climate change in the Seyhan River basin, Turkey. Hydrological Sciences Journal- Journal Des Sciences Hydrologiques, 53(6):1121-1136.
- Kapur B., 2010. Artan CO₂ ve Küresel İklim Değişikliğinin Çukurova Bölgesinde Buğday Verimliliği Üzerine Etkileri. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü syf 179.
- Kömüşçü, A.Ü. 2001. An Analysis of Recent Drought Conditions in Turkey in Relation to Circulation Patterns. Drought Network News, (13); 5–6
- Mendelson, R., Nordhaus, W.D., Shaw., D., 1994. The Impact of Global Warming on Agriculture: A Ricardian Analysis. American Economic Review 84(4): 753-771.
- Önol, B., Semazzi, F., H., 2007. "Regionalization of Climate Change Simulations over Eastern Mediterranean", Journal of Climate, Volume 22.
- Özfidaner, M., 2007. Türkiyede Yağış Verilerinin Trend Analizi ve Nehir Akımları Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü syf 73.
- Shiklomanov, I.A., Rodda, J.C., 2003. World Water Resources at the Beginning of the 21st Century Cambridge Univ. Pres. Cambridge.
- TAGEM, 2021. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü İklim Değişikliği ve Tarım Değerlendirme Raporu. Ankara.

- Topaloğlu, F., 2006 Regional Trend Detection of Turkish River Flows. *Nordic Hydrology*, 37 (2):165–182.
- Türkeş, M., 1996. İklim Değişiklikleri ve Ekosistemler Üzerindeki Olası Etkileri, “TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 321, Ankara.
- Türkeş, M., 1998. İklimsel Değişebilirlik Açısından Türkiye’de Çölleşmeye Eğilimli Alanlar. DMİ/İTÜ II. Hidrometeoroloji Sempozyumu Bildiri Kitabı, 45-57, T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Türkeş, M., 1998a. Influence of Geo-Pontential Heights Cyclon Frequency and Southern Oscillation on Rainfall Variationin Turkey. *International Journal of Climatology* Volume 18, Issue 6, pages 649–680
- Türkeş, M., Sümer, U. M., Çetiner, G., 2000. ‘Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri’, Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara.
- Türkeş, M., 2001. “Hava, İklim, Şiddetli Hava Olayları ve Küresel Isınma”, T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerleri, Teknik Sunumlar, Seminerler Dizisi: 1, 187-205.
- Türkeş, M., Sümer, U.M., Çetiner,G., 2005. İklim Değişikliğinin Bilimsel Değerlendirilmesi
<http://www.meteor.gov.tr/2005/arastirma/iklimdegis/iklimdegis2.htm>.
- Türkeş, M. 2008. Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1(1), 26-37.
- Türkeş, M., Tatlı, H. 2009. Use of the Standardized Precipitation İndex (SPI) and Modified SPI for Shaping the Drought Probabilities over Turkey. *International Journal of Climatology*. DOI: 10.1002/joc.1862.
- Uçak, A. B., Gençoğlan, C., Çil, A., İnal, B. 2017. identification of drought resistant sunflower genotypes (*Helianthus annuus* L.). *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(11), 6780-6790.
- Uçak, A.B., Çil, A., Tüysüz, D.M., Şahin, H., Ekin, Ş., (2017b) Su Stresine Toleranslı Yer Fıstığı (*Arachis hypogaea*) Hatlarının Belirlenmesi. *KSÜ Doğa Bil. Derg* 20: 246-251.
- Watson, R. T., & Core writing team (Eds.). 2001. *Climate change 2001: Synthesis report* (Vol. 398). Cambridge: Cambridge University Press.

4. BÖLÜM

Kentsel Tarım

Serhan CANDEMİR¹

1. GİRİŞ

Birleşmiş Milletlerin tahminine göre (FAO, 2018), 2050 yılına kadar dünya nüfusunun yaklaşık %68'i kentsel alanlarda yaşayacaktır. Kentleşmenin hızlı temposu, tarım arazilerinin azalması ve ulaşım mesafelerinin uzaması nedeniyle gıda üretim ve dağıtım sistemleri için önemli bir zorluk teşkil etmektedir. Buna ek olarak, Dünya Sağlık Örgütü (2022) dünya çapında 820 milyondan fazla insanın kronik açlık çektiğini tahmin ederek, gıdaya erişimi ve gıda güvenliğini iyileştirmek için yenilikçi çözümlere duyulan acil ihtiyacı vurgulamaktadır.

Büyük ölçekli, sanayileşmiş yöntemlerle karakterize edilen tarıma yönelik hakim yaklaşım, önemli bir çevresel ayak izine sahiptir. Bu uygulamalar genellikle geniş arazilerin, önemli su kaynaklarının ve kimyasalların kullanımıyla sonuçlanmakta, bu da ormansızlaşmaya, arazi bozulmasına, su kirliliğine ve sera gazı emisyonlarına katkıda bulunmaktadır. Bu faktörler iklim değişikliğinin yarattığı zorlukları daha da şiddetlendirmektedir. Ayrıca, gıdanın kırsal alanlardan şehirlere uzun mesafeler boyunca taşınması, karbon emisyonları ve enerji tüketimi üzerinde ek bir etkiye sahiptir (Sarabia ve ark., 2021).

Bu bağlamda, kentsel tarım, şehirleri daha kendine yeterli ve sürdürülebilir sistemlere dönüştürme potansiyeline sahip umut verici bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır (Abusin ve Mandikiana, 2020). Şehirlerin içinde veya dışında tarım uygulaması, kentsel sürdürülebilirliği artırmak ve aynı zamanda ekonomik, sosyal ve çevresel hedefleri takip etmek için yeni bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır (Fanfani ve ark., 2022; Feola vd., 2020). Kentsel ve kent çevresi tarımın, gıda güvenliğini artırabileceği ve gıda tedarik zincirlerinin uzunluğunu azaltarak dayanıklılığını destekleyebileceği yaygın olarak kabul edilmektedir (O'Sullivan vd., 2019). Kentsel ve kent çevresi tarımı, kentsel ve kent çevresi alanlarda mahsul ve çiftlik hayvanlarının yetiştirilmesinin yanı sıra tarımın kentsel ortamlara entegrasyonunu da kapsamaktadır. Çatılar, balkonlar ve boş araziler de dahil olmak üzere mevcut alanlardan yararlanmakta ve mahsulleri iklime, mevcut alana ve tüketici talebine uyacak şekilde uyarlamaktadır (Gray ve ark., 2020). En yaygın olarak yetiştirilen

¹ Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, serhan.candemir@ozal.edu.tr

ürünler arasında yapraklı sebzeler, otlar, mikro sebzeler, kök sebzeler, biberler ve domates ve çilek gibi hızlı büyüyen meyveler yer almaktadır (Pérez-Neira ve Grollmus-Venegas, 2018; Song ve ark., 2022).

Kentsel ve kent çevresi tarımı, alan kullanımını optimize etmek ve kaynak verimliliğini artırmak amacıyla dikey tarım, hidroponik, akuaponik ve çatı bahçeleri de dahil olmak üzere bir dizi teknik kullanılmaktadır (Moosavi-Nezhad ve ark., 2022). Kentsel ve kent çevresi tarım, bireysel hanelerden topluluk bahçelerine ve ticari işletmelere kadar farklı ölçeklerde uygulanabilir (Campbell, 2016). Bunlardan ilki, bireylerin kendi kullanımları için oluşturdukları küçük bahçeler olabilirken, ikincisi sosyal uyumu teşvik etmektedir. Ticari kentsel ve kent çevresi tarımın işletmeleri boş arazilerde veya dönüştürülmüş kentsel alanlarda çalışmakta ve ürünlerini yerel pazarlara, restoranlara veya marketlere tedarik etmektedir (Khan ve ark., 2018; Schmidt ve ark., 2015).

Kentsel tarım kentsel sürdürülebilirliğe çeşitli şekillerde katkıda bulunur. İlk olarak, kentsel alanlarda istihdam ve ekonomik potansiyel yaratır. İkinci olarak, kent sağlığını ve ekosistemleri iyileştirir. Üçüncü olarak, hasat sonrası kayıpları ve atıkları azaltarak gıda sisteminin çevresel etkilerini dengelemektedir. Son olarak da ulaşım mesafelerini kısaltır. Kentsel tarım uygulamaları Amerika Birleşik Devletleri, Kanada, Avrupa, Avustralya ve Singapur dahil olmak üzere çok sayıda gelişmiş bölgede uygulanmaktadır. Ayrıca kentsel tarım uygulamaları, pandemi gibi küresel belirsizlikler karşısında kentsel alanların dayanıklılığını artırmaktadır (Dona ve ark., 2022). Bu durumun gıda tedarik zinciri üzerinde önemli bir etkisi olmuş ve mevcut gıda sisteminin doğasında var olan kırılganlığın altını çizmiştir. Kentsel tarım, yalnızca kentleşmenin getirdiği zorlukların değil, aynı zamanda kentsel küçülme sorununun da ele alınmasına yardımcı olabilir. Bu, düşük gelirli topluluklar için gıda güvenliğini artırarak, toplumun yeniden inşasını kolaylaştırarak, eğitimi teşvik ederek, toplulukları güçlendirerek, arazi fiyatlarını etkileyerek, istihdam fırsatları yaratarak, çevreyi koruyarak ve doğal güzelliği artırarak başarılabılır (Feola ve ark., 2020; Zasada, 2011).

2015 yılında 200'den fazla ülke, Kentsel tarımı destekleyen ve daha dayanıklı gıda sistemleri oluşturmayı amaçlayan Milano Gıda Politikası Paketi'ni kabul etmiştir (Appolloni ve ark., 2021). Son araştırmalar, Kentsel tarımın küresel sebze, bakliyat ve yumru üretiminin yaklaşık %10'unu temsil ettiğini göstermiştir. Singapur ve Birleşik Arap Emirlikleri gibi bazı gelişmiş ülkelerde, kentsel tarım en önemli gıda kaynağını temsil etmektedir (O'Sullivan ve ark., 2019). Bazı araştırmacılar, büyük Kuzey Amerika ve Avrupa şehirlerinin halihazırda boş olan kentsel arazilerini erişilebilir tarım uygulamalarına dayalı olarak kullanmaları halinde kentsel sebze tüketiminin %77-100'ünün karşılanabileceğini tahmin etmektedir (Armanda ve ark., 2019; Khan ve ark.,

2018; Ledesma ve ark., 2020). Bu planlar, kentsel ve kent çevresi ortamlarda bahçeciliğin yaygınlaştırılmasını da içermektedir. Ayrıca, kentsel tarım sistemleri, üreticiler ve tüketiciler arasındaki mesafenin nispeten sınırlı olması nedeniyle yerel gıda sistemleri veya kısa gıda tedarik zincirleri (SFSC) olarak tanımlanabilir (Enthoven ve Van den Broeck, 2021).

2. KENTSEL TARIMIN TARİHİ

Tarihsel kanıtlar, tarımın Yunanlılar ve Romalılar zamanından beri yeni kolonilerin kurulmasında merkezi bir öneme sahip olduğunu göstermektedir. Bir Roma şehri olan Pompeii'nin yerleşiminde her haneye 100-120 m² arazi tahsis edilmiştir. Dönemin hükümdarı Charlemagne (742-814), şehir tarımını şehir için ortak bir uygulama olarak başlatmış ve izin verilen mahsulleri tanımlayan bir ferman yayınlarak şehir içindeki tarımı düzenlemeye çalışmıştır (Alon-Mozes ve Eizenberg, 2018). Asya'da, Khmer uygarlığı (9. yüzyıldan 15. yüzyıla kadar), düşük nüfus yoğunluğu ve birincil gıda kaynağı olarak pirinç yetiştiriciliği ile karakterize edilen kentsel tarımın ek bir örneğini sunmaktadır (Fletcher, 2009). Antik kentler yalnızca zanaatkârların, ticari işletmelerin ve kentsel yapıların kümelendiği yerler değildi; daha ziyade çiftçilerin ve tarım alanlarının ayrılmaz bir şekilde iç içe geçtiği yerlerdi. Tahkimat ve savunma yapılarının tarım arazilerinin önemli bir kısmını dışarıda bıraktığı Orta Çağ döneminde bile, tarım arazileri binalar arasında ve şehir surlarına bitişik olarak varlığını sürdürmüştür (Mukherji, 2012; Tornaghi, 2014). Son zamanlarda, ABD'deki topluluk bahçeleri ve Birleşik Krallık'taki tahsisat bahçeleri, özellikle savaş zamanı olmak üzere ekonomik sıkıntı ve kemer sıkma dönemlerinde çoğalmıştır (McEldowney, 2017). Savaş sonrası dönemde, şehirlerin kırsal hinterlandlarından izole edilmesi ve tarımsal ürünlere erişimin zorluğu ya da yüksek fiyatları göz önüne alındığında, beslenme konusu ülkeler için önemli bir endişe kaynağı haline gelmiştir. İkinci Dünya Savaşı'nın sonunda Japonya, çatışmadan kaynaklanan gıda kıtlığı ve açlığı gidermek için kentsel tarımı bir strateji olarak kullanmıştır. Benzer şekilde Küba da 1950'lerde ABD'nin 40 yıllık ambargosuna maruz kalmış, bu da ülkenin tarımsal üretim yoluyla kalkınmasına yol açmıştır. Fidel Castro tarımın hayati rolünü vurgulamış ve 'bir avuç içi bile ekilecek' yaklaşımıyla şehirdeki ekilebilir her alanın değerlendirilmesini sağlamıştır (Bakker ve ark., 2000).

Bununla birlikte, İkinci Dünya Savaşı'nın ardından İngiltere, ABD ve Almanya gibi ülkelerde ortaya çıkan yeni ekonomik bağlam, savaş sırasında etkin bir şekilde kullanılan kent bahçelerinin geri plana itilmesine yol açmıştır. Sonuç olarak, kentsel alan daha yüksek ekonomik getiri sağlayan sektörler tarafından kullanılmaya başlandı. Mevcut kent bahçelerinin boş zaman değerlendirme

alanları olarak kullanılması önerilmiştir (Solduk, 2010). Ekonomik büyümenin bir sonucu olarak kentlerin hızla genişlemesi ve çok sayıda insanın kentsel alanlara göç etmesi, tarımın kentlerden uzaklaşmasına neden olmuştur. Gerçekten de tarım, kentsel yerleşimlerin dışında gerçekleştirilmesi gereken bir faaliyet olarak gören modernist plancılar tarafından artık kentsel alanlar içinde bir arazi kullanımı olarak görülmemektedir (Rasouli, 2012). 1970'lerde kentsel tarım olgusu Amerika Birleşik Devletleri'nde yeniden gündeme gelmiştir. Önceki dönemlerden farklı olarak bu dalga, gıda kıtlığından ziyade proleter sivil haklar hareketlerinin ortaya çıkması, çevresel kaygılar ve kentsel alanların bozulması gibi nedenlerden kaynaklanmıştır. Bu dönemde kentsel alanların azalmasıyla birlikte kentlerde yeşil alanlara olan talep artmıştır. Bu durum, bir önceki yüzyılın savaş zamanı bahçelerinden ilham alan modern topluluk bahçeciliği kavramının ortaya çıkmasına yol açtı. Boş arazilerin sebze yetiştirmek için kullanılması, oturma alanları ve oyun alanları inşa edilmesi ve bu arazilerin topluluk bahçelerine dönüştürülmesi bu dönemde öne çıkan bir olguydu. Bu faaliyetlerin uygulanmasında, nüfus kaybını önlemek ya da kentsel nüfus artışıyla ilişkili zorlukları ele almak için terk edilmiş ve atıl durumdaki sanayi tesislerinden ve kentsel alanlardaki boş arazilerden yararlanma amacı güdülmüştür (Rasouli, 2012).

Günümüzde ise kentsel tarım uygulaması, küresel nüfusun büyümesi ve buna bağlı olarak gıda talebinin artmasıyla birlikte yükselişe geçmiştir. Ayrıca, dünya çapında çok sayıda şehir kentsel tarımı sürdürülebilirlik kaygılarına potansiyel bir çözüm olarak görmektedir. Dünya genelinde kentsel tarım faaliyetlerinin uygulanmasında iklim değişikliği etkilerinin azaltılması, ekonomik gelir elde edilmesi, sürdürülebilirliğin sağlanması, bahçecilik faaliyetlerinin sürdürülmesi ve sağlık faydalarının gerçekleştirilmesi gibi bir dizi faktör etkili olmaktadır. Örneğin Küba'daki kentsel tarım girişimlerinin temelinde ekonomik kâr yatarken, Detroit'te (ABD) bahçecilik faaliyetleri, Londra'da terapi bahçelerinin kurulması, Girona'da (İspanya) sosyal etkileşim sağlanması, Kansas City'de (ABD) mülteciler ve göçmenler için istihdamın kolaylaştırılması ve Hong Kong'da kentsel ısı adası etkisinin azaltılması gibi uygulamalar da mevcuttur (Kapan ve Öztoprak, 2020).

Yapılan literatür incelemesinde kentsel tarımın hem tarihsel gelişim sürecinde hem de ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre farklı amaçlarla yapıldığı ortaya çıkmaktadır. Bu açıdan günümüz dünyasında kentsel tarımın amacının ne olduğunu vurgulamak gerekmektedir.

3. KENTSEL TARIMIN AMACI

Kentsel tarımın hem gelişmekte olan hem de gelişmiş ülkelerde uygulanmasının ardındaki mantık farklıdır. Gerçekten de kentsel tarım ve gıda güvenliği arasındaki bağlantı, son sürdürülebilir kalkınma stratejileri ve ulusal vizyonlarda kabul görmeye başlamıştır. Ayrıca, küresel gıda sistemi şu anda iklim değişikliğinin yansımaları, devam eden jeopolitik krizler, SARS-CoV-2 salgınlarının etkisi ve bir dizi başka doğal afet de dahil olmak üzere çok sayıda zorlukla karşı karşıyadır.

Ayrıca, kentleşme süreci ve metropol alanlardaki aşırı nüfus olgusu, gelişmiş ülkelerin şehirlerinde önemli bir sorun teşkil eden gıda güvensizliğinin ortaya çıkması da dahil olmak üzere bir dizi sorunlu sonuca yol açmaktadır. Taguchi ve Santini'nin (Taguchi ve Santini, 2019) gözlemlediği üzere, gelişmiş ülkelerdeki hükümetler ve sivil toplum, gıda meselelerine gelişmekte olan ülkelerdeki muadillerine kıyasla daha büyük bir ciddiyetle yaklaşma eğilimindedir. Diğer bir deyişle, gelişmiş ülkelerdeki sivil toplum ve kurumlar gıda konularına daha fazla ilgi göstermekte ve bu da kentsel nüfusun beslenmesine yönelik artan endişeyi yansıtmaktadır. Sonuç olarak, gelişmiş ülkelerde daha sürdürülebilir ve adil gıda sistemleri sağlamak amacıyla çok sayıda girişim kurulmaktadır. Ayrıca, ulusal düzeyde olduğu kadar bölgesel düzeyde de gıda konularında farklı devletlerle ilişkiler geliştirilmektedir.

Gelişmekte olan ülkelerde ise kentsel tarımla ilgili hedefler ve gündemler birbirinden farklıdır. Taguchi ve Santini'nin de belirttiği gibi, gelişmekte olan ülkeler kentsel tarımı kendi gıda sistemlerine entegre etme kavramını henüz normalleştirememiştir. Genel olarak, gelişmekte olan ülkelerde kentsel tarımın amacı hayatta kalma, beslenme ve gıda güvenliği gibi temel ihtiyaçları karşılamaktır. Bu bağlamda gelişmekte olan ülkelerde kentsel tarım, gıda güvensizliği ile başa çıkmada stratejik bir önlem olarak görülmektedir.

4. KENTSEL TARIMIN FAYDALARI

Kent tarımı, kentlerde yaşayan insanlara ve kentlere çok çeşitli fonksiyonlar ve faydalar sağlar. Kentsel tarımın sağladığı bu faydalar ekonomik, çevresel, sağlık ve sosyal olarak dört farklı kategoriye ayrılabilir.

1. Ekonomik Yönden Faydaları

Gıda güvenliği eksiklikleri ve endişeleri küresel ölçekte artmaktadır çoğalmaktadır (Philips, 2013). Kentsel bölgeler, dünya kara yüzeyinin sadece %3'ünü oluşturmasına rağmen küresel doğal kaynakların %75'ini tüketmektedir (James, 2016). Sürdürülebilir beslenme endişeleri, artan küresel nüfusla birlikte giderek artmaktadır (Steier, 2018). Mevcut endüstriyel tarım modeli, gıda

tedarikini sağlamak için sürdürülebilir bir yöntem değildir ve ekosistemlerin tahribine katkıda bulunmaktadır (Philips, 2013). Bu nedenle, kentsel tarım gıda güvenliğini artırmak için etkili bir strateji olarak kabul edilmektedir. Kentsel tarım, kent sakinlerinin kendi tüketimleri için gıda üretmelerine ve ihtiyaç sahiplerine gıda sağlamalarına olanak tanır (Gray ve ark., 2017). Düşük gelirli kentli haneler temel gıda maddelerine erişimde zorluklarla karşılaşmaktadır (Mujere, 2017). Gıda fiyatlarındaki artış ve kırsal alanlardan kentsel alanlara göç, kentsel tarımın önemini artırmaktadır. Kentsel tarım, gıda güvenliğini sağlamanın yanı sıra yoksulluğu azaltır ve kentsel yeşillendirme için bir araç olarak kabul edilir. Kentsel tarım, insan ve çevre sağlığını iyileştirir ve istihdam artırır (Redwood, 2008).

2. Çevresel Yönden Faydalar

Kentsel tarım, kentsel ekolojik sistemin önemli bir parçası olup; çevre hizmetlerine sağladığı katkıları, tarımın kent içinde geleceğe taşınmasında kritik bir önem arz etmektedir. Deelstra ve Biggelaar'a göre (2003) kentsel tarımın şehir ekolojisi üzerindeki etkileri aşağıda sıralanmıştır:

- Kentsel organik atıkların ve besinlerin geri dönüşümü
- Atık su yönetimi
- Dejenere alanların geri kazanılması
- Taşımacılığın azaltılması
- Kentsel gıda üretimi için enerji kullanımının azaltılması
- Gürültü azaltma
- Mikro iklimin iyileştirilmesi
- Habitatta yerel farklılıklar yoluyla biyolojik çeşitlilik
- Hastalıkların dağılımında azalma
- Çok işlevli kullanım alanı oluşturma
- Isının azaltılması
- Karbon salınımının azaltılması

3. Sağlık Yönünden Faydaları

Kentsel tarımın sağlık üzerinde birçok avantajı vardır. Bunlar arasında artan fiziksel aktivite, azalan stres ve psikolojik faydalar yer almaktadır (Gray vd., 2017). Kentsel açık alanlar, insan sağlığını iyileştirmek için önemli bir rol oynayabilir. Bu fikir, tarih boyunca birçok medeniyette mevcut olmuştur (Svendsen, 2011). Parklar, kamusal alanlar, botanik bahçeleri, kent çiftlikleri gibi çeşitli kentsel alanlar, sosyal ve ekolojik işlevlerin restorasyonu için farklı imkanlar sunar. Hatta bir hapishanenin avlusu bile onarıcı bir alan olarak hizmet

edebilir (Campbell ve Wiesen, 2011). Birçok araştırma, kentsel yeşil bir alana yakın yerlerde ikamet etmenin veya çalışmanın fiziksel sağlık sonuçlarını iyileştirebileceğini göstermektedir. Örneğin Japonya ve Hollanda'da yapılan çalışmalar, daha fazla yeşil alana erişimi olan bireylerin, sınırlı erişimi olanlara göre daha düşük ölüm riski sergilediklerini ortaya koymuştur. Birleşik Krallık'ta yapılan bir başka çalışma, mahallelerinde daha fazla yeşil alan olan erkek hastaların daha olumlu sonuçlar elde ettiğini göstermiştir (Gallaher, 2017).

4. Sosyal Yönden Faydaları

Kentsel tarım, toplumsal kalkınma sürecinde önemli bir sosyal unsurdur ve kentsel çevrelerde yaşayan insanlar için birçok sosyal fırsat sunar. Birçok yerel yönetim ve sivil toplum kuruluşu, dezavantajlı grupları kentsel sistem içine entegre etmek amacıyla kentsel tarım projeleri başlatmıştır. Bu projelerin amacı, bu gruplara geçim kaynağı sağlamak ve gıda ve diğer ürünleri üreterek sosyal sorunları önlemektir (Kaya, 2005). Kent bahçeleri, sosyal etkileşimi ve sosyal ağların oluşumunu kolaylaştıran kültürel ve toplumsal alanlar olarak hizmet verebilir. Kentsel tarım uygulamaları, çevredeki topluluk üyeleriyle etkileşimi artırır ve sosyal bağları güçlendirir. Topluluk bahçelerine katılım, sosyal faaliyetlere katılımı teşvik eder ve topluluk içinde daha güçlü bağların oluşmasını sağlar (Gray ve ark., 2017). Ayrıca, kentsel tarım faaliyetleri, bahçecilik, çiftçilik, spor etkinlikleri ve piknikler gibi birçok faaliyete katılımı kolaylaştırır (Bohn ve Viljoen, 2005).

5. KENTSEL TARIMIN RİSKLERİ

Kentsel tarımın potansiyel faydaları olmasının yanında, bu faaliyetlerle ilişkili potansiyel riskler de kabul edilmelidir. En önemli risk faktörü, etkin bir yönetimin olmamasıdır. Kentsel tarımın doğru bir şekilde yönetilmediği ve uygulanmadığı durumlarda, sağlık ve çevre riskleri oluşabilir. Kentsel tarımın yaygınlaştıkça şüpheliğin devam etmesi muhtemeldir, çünkü kesin akademik çalışma sonuçları hali hazırda yetersizdir (Yılmaz, 2015). Yasal düzenlemelerin olmaması, halkın farkındalığı ve bilinci konusunda belirsizlik yaratır. Türkiye'de kentsel tarım için gerekli teknik uzmanlık ve ekipman eksikliği kasıtsız ve gelişigüzel kentsel tarım faaliyetlerine yol açar, bu da çevre ve insan sağlığı için risk oluşturur. Kentsel tarım alanlarında ürün yetiştirmek, çevrenin kirlenmesine neden olabilir. Kentsel alanlarda yetiştirilen tarım ürünlerinin güvenliği tartışmalıdır çünkü bitkiler doğal çevrenin bir parçasıdır ve hem faydalı hem de zararlı etkileri olabilir. Birçok bitki içerdiği toksik maddelerden dolayı çevreyi ve insan sağlığını olumsuz etkileme potansiyeline sahiptir.

6. SONUÇ

Kentsel tarım, hızla artan kentleşme, gıda güvenliği ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda, şehirlerde tarımsal üretimi teşvik eden önemli bir yaklaşımdır. Kentsel tarımın tarihsel gelişimine bakıldığında, özellikle kriz dönemlerinde (savaşlar, ekonomik buhranlar ve doğal afetler) şehir içi gıda üretiminin toplumların gıda güvenliği açısından bir kurtarıcı olduğu görülmüştür. Günümüzde ise, kentsel tarım yalnızca bir gıda üretim stratejisi olmanın ötesine geçerek, toplum sağlığını geliştirme, çevre koruma, eğitim ve sosyal entegrasyon gibi birçok işlevi de bünyesinde barındırmaktadır.

Kentsel tarımın yaygınlaştırılması, hem ekonomik hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Tarım ekonomisi perspektifinden bakıldığında, bu tür faaliyetler, özellikle düşük gelirli kentsel bölgelerde ekonomik kalkınmayı destekleyebilir ve küçük ölçekli üreticilere alternatif gelir kaynakları yaratabilir. Kent içi tarım alanlarının oluşturulması ve bu alanlarda yapılan üretim, yerel pazarlarda satış imkânı sağlayarak, kent sakinlerinin ek gelir elde etmesine ve yerel ekonominin canlanmasına katkı sağlayabilir. Bununla birlikte, kentsel tarım uygulamaları aracılığıyla yerel gıda zincirleri güçlendirilmekte, böylece ulaşım ve lojistik maliyetleri azalmakta ve yerel ekonomide döngüsellik teşvik edilmektedir.

Ayrıca, kentsel tarım, tarımsal üretimin kısıtlı olduğu yoğun nüfuslu şehirlerde gıda tedarik zincirlerini çeşitlendirerek ithalata bağımlılığı azaltabilir. Bu bağlamda, kentsel tarım projelerinin şehrin genel ekonomi politikaları ile entegre edilmesi, uzun vadeli ekonomik kazanımlar sağlanması açısından kritiktir. Özellikle yerel yönetimlerin, kentsel tarımı teşvik eden yasal düzenlemeler yapması ve uygun finansman modelleri geliştirmesi, bu üretim biçiminin sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır.

Çevresel açıdan değerlendirildiğinde, kentsel tarım, kent içi ekosistemlerin desteklenmesine ve karbon ayak izinin azaltılmasına katkı sağlar. Çatılarda, balkonlarda ve boş arazilerde yapılan tarımsal üretim, hem yeşil alanların genişlemesine hem de mikro iklim koşullarının iyileşmesine olanak tanır. Aynı zamanda, tarım kaynaklı atıkların kompost ve biyogaz gibi geri dönüşüm yöntemleri ile değerlendirilmesi, doğal kaynak kullanımını optimize ederek şehirlerin çevresel sürdürülebilirliğine katkıda bulunur.

Kentsel tarımın toplumsal boyutuna bakıldığında ise, bu tür faaliyetlerin toplumda dayanışma ve sosyal bütünleşmeyi teşvik ettiği görülmektedir. Kentsel tarım projeleri, kent sakinlerine birlikte üretim yapma, doğa ile etkileşim kurma ve sağlıklı beslenme alışkanlıklarını geliştirme fırsatı sunmaktadır. Bu bağlamda, özellikle okul bahçeleri, topluluk bahçeleri ve sosyal girişimler gibi uygulamaların, kentsel tarımın şehir yaşamına entegrasyonunu hızlandırdığı söylenebilir.

Sonuç olarak, kentsel tarım, kentlerin ekonomik, sosyal ve çevresel dinamikleri ile uyumlu sürdürülebilir kalkınma stratejilerinin bir parçası olmalıdır. Yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları ve topluluklar arasında geliştirilecek işbirlikleri, kentsel tarımın yaygınlaşmasını ve uzun vadede başarılı bir Şekilde uygulanmasını sağlayabilir. Gelecekte, kentsel tarımın daha geniş bir çerçevede ele alınarak, Şehir planlama süreçlerine dahil edilmesi, hem gıda güvenliği hem de kentsel ekonominin çeşitlendirilmesi açısından önemli katkılar sağlayacaktır. Bu doğrultuda, yapılacak daha kapsamlı araştırmalar, kentsel tarımın ekonomik ve çevresel etkilerini daha iyi anlamaya yönelik politika önerilerinin geliştirilmesine imkn tanıyacaktır.

KAYNAKLAR

- Abusin, S. A., and Mandikiana, B. W. (2020). Towards sustainable food production systems in Qatar: Assessment of the viability of aquaponics. *Global Food Security*, 25, 100349.
- Alon-Mozes, T. and Eizenberg, E., (2018). Mediterranean urban agriculture. In J. Zeunert and T. Waterman, (Eds.), *Routledge Handbook of Landscape and Food*. London: Routledge, 185-196.
- Appolloni, E., Orsini, F., Specht, K., Thomaier, S., Sanyé-Mengual, E., Pennisi, G., Gianquinto, G. (2021). The global rise of urban rooftop agriculture: A review of worldwide cases. *Journal of Cleaner Production*, 296, 126556.
- Armanda, D. T., Guinée, J. B., Tukker, A. (2019). The second green revolution: Innovative urban agriculture's contribution to food security and sustainability—A review. *Global Food Security*, 22, 13-24.
- Bakker, N., Dubbeling, M., Guendel, S., Sabel-Koschella, U. and Zeeuw, H. D. (2000). *Growing cities, growing food: urban agriculture on the policy agenda. A reader on urban agriculture. Germany: Deutsche Stiftung für Internationale Entwicklung (DSE), Zentralstelle für.*
- Bohn, K., Viljoen, A. (2005). More city with less space: Vision for lifestyle (pp: 251-264). In: Viljoen, A. (Ed.), *Continuous Productive Urban Landscapes: Designing Urban Agriculture for Sustainable Cities*. Oxford Architectural Press, London, England.
- Campbell, L. K. (2016). Getting farming on the agenda: Planning, policymaking, and governance practices of urban agriculture in New York City. *Urban forestry & urban greening*, 19, 295-305.
- Campbell, L., Wiesen, A. (2011). *Restorative Commons: Creating Health and Well-being through Urban Landscapes*. USA.
- Deelstra, T., Biggelaar, M., V. (2003). City ecology. (pp: 171-211). In: Sida (Ed.), *Annotated Bibliography on Urban Agriculture*. Stockholm, Sweden.
- Dona, C. T. G. W., Mohan, G., Fukushi, K. (2022). A sustainable pathway towards prioritization of multifunctional benefits in urban agriculture contributing to shrinking cities in developing countries-An empirical case of Sri Lanka. *Current Research in Environmental Sustainability*, 4, 100183.
- Enthoven, L., Van den Broeck, G. (2021). Local food systems: Reviewing two decades of research. *Agricultural systems*, 193, 103226.
- Fanfani, D., Duží, B., Mancino, M., Rovai, M. (2022). Multiple evaluation of urban and peri-urban agriculture and its relation to spatial planning: The case of Prato territory (Italy). *Sustainable Cities and Society*, 79, 103636.

- FAO (2018) The future of food and agriculture – Alternative pathways to 2050.
- Feola, G., Suzunaga, J., Soler, J., Wilson, A. (2020). Peri-urban agriculture as quiet sustainability: Challenging the urban development discourse in Sogamoso, Colombia. *Journal of Rural Studies*, 80, 1-12.
- Fletcher, R. (2009). Low-density, agrarian-based urbanism: A comparative view. *Insights*, 2(4), 1-19.
- Gallaher, M. (2017). Regreening Kibera: How urban agriculture changed the physical and social environment of a large slum in Kenya (pp: 171-183). In: WinklerPrins, A. (Ed.), In *Global Urban Agriculture*. CAB International, Boston, USA.
- Gray, L., Diekmann, L., Algert, S. (2017). North American urban agriculture: barriers and benefits (pp: 24-37). In: WinklerPrins, A. (Ed.), In *Global Urban Agriculture*. CAB International, Boston, USA.
- Gray, L., Elgert, L., WinklerPrins, A. (2020). Theorizing urban agriculture: north-south convergence. *Agriculture and Human Values*, 37(3), 869-883.
- James, S. (2016). *Farming on the Fringe, Peri-Urban Agriculture, Cultural Diversity and Sustainability in Sydney*. Springer International Publishing, Switzerland, 197 p.
- Kapan, K. ve Öztoprak Ş. (2020). Dünya ve Türkiye’den örneklerle kentsel tarım., A. Kara ve Sönmez S. (Editörler). *Sosyal, Beşeri Ve İdari Bilimler Alanında Güncel Araştırmalar Cilt I*. Duvar Yayınları, 59-81.
- Kaya, Ç. (2006). Kent Tarımı ve Vatandaş Katılımı. *Kent Tarımı Dergisi*. 2-6.
- Khan, R., Aziz, Z., Ahmed, V. (2018). Building integrated agriculture information modelling (BIAIM): An integrated approach towards urban agriculture. *Sustainable cities and society*, 37, 594-607.
- Ledesma, G., Nikolic, J., Pons-Valladares, O. (2020). Bottom-up model for the sustainability assessment of rooftop-farming technologies potential in schools in Quito, Ecuador. *Journal of cleaner production*, 274, 122993.
- McEldowney, J. (2017). Urban agriculture in Europe; Patterns, challenges and policies; EPRS.32.
- Moosavi-Nezhad, M., Salehi, R., Aliniaiefard, S., Winans, K. S., Nabavi-Pelesaraei, A. (2022). An analysis of energy use and economic and environmental impacts in conventional tunnel and LED-equipped vertical systems in healing and acclimatization of grafted watermelon seedlings. *Journal of Cleaner Production*, 361, 132069.
- Mujere, N. (2017). The contribution of smallholder irrigated urban agriculture towards household food security in harare (pp: 220-228). In: WinklerPrins, A. (Ed.), In *Global Urban Agriculture*. CAB International, Boston, USA.

- Mukherji, N. (2012). *The Promise and Pitfalls of Municipal Policy for Urban Agriculture*. Master of Science. University of Wisconsin Madison. ABD. 130.
- O'sullivan, C. A., Bonnett, G. D., McIntyre, C. L., Hochman, Z., Wasson, A. P. (2019). Strategies to improve the productivity, product diversity and profitability of urban agriculture. *Agricultural Systems*, 174, 133-144.
- Pérez-Neira, D., Grollmus-Venegas, A. (2018). Life-cycle energy assessment and carbon footprint of peri-urban horticulture. A comparative case study of local food systems in Spain. *Landscape and Urban Planning*, 172, 60-68.
- Philips, A. (2013). *Designing Urban Agriculture: A Complete Guide to the Planning, Design, Construction, Maintenance, and Management of Edible Landscapes*. Canada, 276 p.
- Rasouli, S. (2012). *Sürdürülebilir Kentsel Tasarımda Kentsel Tarımın Rolü, "İstanbul Örneği. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*
- Redwood, M. (2008). *Agriculture In Urban Planning Generating Livelihoods And Food Security*. IDRC, USA, 248 p.
- Sarabia, N., Peris, J., Segura, S. (2021). Transition to agri-food sustainability, assessing accelerators and triggers for transformation: Case study in Valencia, Spain. *Journal of Cleaner Production*, 325, 129228.
- Schmidt, S., Magigi, W., Godfrey, B. (2015). The organization of urban agriculture: Farmer associations and urbanization in Tanzania. *Cities*, 42, 153-159.
- Solduk, B. B. (2010). *Sürdürülebilir Kentsel Gelişmenin Sağlanması Açısından Kentsel Tarımın Rolü, "İstanbul Metropolitan Alan" Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*1-146.
- Song, S., Hou, Y., Lim, R. B., Gaw, L. Y., Richards, D. R., & Tan, H. T. (2022). Comparison of vegetable production, resource-use efficiency and environmental performance of high-technology and conventional farming systems for urban agriculture in the tropical city of Singapore. *Science of The Total Environment*, 807, 150621.
- Steier, G. (2018). *Advancing Food Integrity GMO Regulation, Agroecology and Urban Agriculture*. CRC Press, London, New York, 229 p.
- Svendsen, E. S. (2011). Cultivating resilience: Urban stewardship as a means to improving health and well-being (pp: 59-87). In: Campbell, L., Wiesen, A. (Ed.), *Restorative Commons: Creating Health and Well-being through Urban Landscapes*. USA.
- Taguchi, M. and Santini, G., 2019, *Urban agriculture in the Global North & South: a perspective from FAO*, *Field Actions Science Reports*, Special Issue 20 | 2019, 12-17.

- Tornaghi, C. (2014). Critical geography of urban agriculture. *Progress in Human Geography*, 38(4), 551-567.
- WHO. (2022). *World Health Statistics 2022*.
- Yılmaz, Ç. (2015). *Kentsel Tarımın Avrupa Birliği ve Türkiye'deki Geleceği*. AB uzmanlık tezi, Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Zasada, I. (2011). Multifunctional peri-urban agriculture—A review of societal demands and the provision of goods and services by farming. *Land use policy*, 28(4), 639-648.

5. BÖLÜM

Farklı Düzeyde Sulama Uygulamalarının Nohut (*Cicer arietinum L.*) Bitkisinin Verimi Üzerine Etkisi

Gülcan ÜREN¹, Ali Beyhan UÇAK²

Özet: Bu araştırma Siirt iklim koşullarında damla sulama yöntemiyle farklı düzeyde sulama uygulamalarının nohut bitkisinin verimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 2024 yılında nohut bitkisinin yetişme sezonu boyunca Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Deneme arazisinde yürütülmüştür. Araştırmada sulama konuları; sulama suyu ihtiyacının tam olarak karşılandığı (% 100) (I100) sulama (kontrol konusu) ve tam sulamadan %50 (I50), %100 (I0) oranında kısıntı yapılan üç sulama konusundan oluşturulmuştur. Yapılan istatistik analiz sonucunda verim ve verim parametreleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ilişkiler saptanmıştır. Farklı düzeyde sulama uygulamalarının verim ve verim bileşenleri üzerine etkisi istatistiki olarak % 1 ($p \leq$) düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı sulama düzeylerine ve iklim şartlarına bağlı olarak, nohut bitkisinin bitki su tüketimi, bitki su stres indeksi, kimi morfolojik parametreler, klorofil ve verim değerleri önemli ölçüde etkilenmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre sulama konusu, genotip istatistiki olarak %1($p \geq$) düzeyinde önemli bulunurken, sulama konusuxgenotip interaksiyonu önemli bulunmamıştır. Araştırmada yapılan genotipler bazında yapılan gruplamada en yüksek verim İnci genotipinde 2200,33 kg/ha elde edilirken, en düşük verim Seçkin genotipinde 1861,66 kg/ha olarak elde edilmiştir. Öte yandan sulama konularına göre yapılan gruplamada ise en yüksek verim I100 sulama konusunda 2440,22 kg/ha olarak elde edilirken, en düşük verim I0 sulama konusunda 1620,22 kg/ha olarak elde edilmiştir. Sulama konusuxgenotip interaksiyonu önemli çıkmamış olup o yüzden gruplama yapılmamıştır ancak, en yüksek verim İncixI100 sulama konusunda 2680 kg/ha olarak elde edilirken, en düşük verim SeçkinxI0 sulama konusu interaksiyonunda 1506,33 kg/ha olarak belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmanın sonuçlarına göre Siirt koşullarında nohut bitkisinde

¹ Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering, Siirt/Turkey
ORCID: 0000000188155389

² Prof. Dr., Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering, Siirt/Turkey
Email:abucak@siirt.edu.tr, ORCID: 0000000343442848

özellikle bitki çiçeklenme döneminde tam sulama yapılması önerilmekte sulama imkanlarının kısıtlı olduğu koşullarda ise bitki su ihtiyacının özellikle çiçeklenme döneminde iki veya üç kez en az %50'sinin verilmesi önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Sulama, verim, Nohut

Abstract: This research was carried out in Siirt climate conditions in order to determine the effects of different levels of irrigation applications with drip irrigation method on the yield of chickpea plants in 2024 during the growing season of chickpea plants in Siirt University Faculty of Agriculture Research and Experimental field. Irrigation subjects in the research were composed of three irrigation subjects in which irrigation water requirement was fully met (100%) (I100) (control subject) and 50% (I50), 100% (I0) reductions from full irrigation. As a result of the statistical analysis, statistically significant relationships were determined between yield and yield parameters. The effect of different levels of irrigation applications on yield and yield components was found to be statistically significant at 1% ($p \leq$) level. Depending on different irrigation levels and climatic conditions, plant water consumption, plant water stress index, some morphological parameters, chlorophyll and yield values of chickpea plants were significantly affected. According to the results of variance analysis, irrigation subject and genotype were found to be statistically significant at 1% ($p \geq$) level, while irrigation subject x genotype interaction was not found to be significant. In the grouping made based on genotypes in the research, the highest yield was obtained as 2200.33 kg/ha in İnci genotype, while the lowest yield was obtained as 1861.66 kg/ha in Seçkin genotype. On the other hand, in the grouping made according to irrigation subjects, the highest yield was obtained as 2440.22 kg/ha in I100 irrigation subject, while the lowest yield was obtained as 1620.22 kg/ha in I0 irrigation subject. Irrigation subject x genotype interaction was not found to be significant, therefore no grouping was done; however, the highest yield was obtained as 2680 kg/ha in İnci x I100 irrigation subject, while the lowest yield was determined as 1506.33 kg/ha in Seçkin x I0 irrigation subject interaction. According to the results of this study, in Siirt conditions, full irrigation is recommended for chickpea plants, especially during the flowering period, and in conditions where irrigation opportunities are limited, it is recommended to give at least 50% of the plant's water requirement two or three times, especially during the flowering period.

Key words: Irrigation, yield, Chickpea

Giriş

Nohut, Baklagiller ailesinin protein yönünden en zengin üyesidir. Dengeli ve sağlıklı beslenme söz konusu olduğunda, akla gelen ilk gıdalar arasında olan nohut, vücudun protein ihtiyacını fazlasıyla karşılamasının yanı sıra, içinde bulunan vitaminlerle de kış aylarında vücudu destekleyicidir. Soğuk havalarda, tüketimi vücut direnci artırır hatta yaşlanmaya karşı da mücadele eder. Çünkü E vitamini bakımından oldukça zengindir. Nohut (*Cicer arietinum L.*), binlerce yıldan bu yana tarımı yapılan ender bitkilerden biridir. Anavatanı olarak Türkiye'nin güney doğu bölgesi gösterilmektedir. Pek çok kaynağa göre, bu bölgede yaklaşık 7000-7500 yıl önce nohut yetiştirilmekteydi. Bugün artık Türkiye de dahil Dünyanın pek çok ülkesinde nohut tarımı yapılmaktadır (Mart ve ark., 2007; Bakhshi ve ark., 2007). Bugün Dünya nohut üretimine baktığımızda, üretimin Ortadoğu bölgesi ile Asya kıtasının güney batı bölgelerinde daha fazla yoğunlaştığını görebiliriz. FAO verilerine göre, 2002 yılında, Dünyada 9.893.672 hektarlık bir alanda toplam 7.807.891 ton nohut üretilmiş ve ortalama verim 78.9 kg/da olmuştur. Üretilen bu miktarın yaklaşık % 80-85'i sadece 4 ülke, Hindistan, Türkiye, Pakistan ve İran tarafından gerçekleştirilmiştir. Hindistan, 5.320.000 tonluk üretimiyle (% 68) Dünyada en fazla nohut üreten ülke konumundadır. Ülkemiz 590.000 ton olan üretimiyle (% 7.6) Hindistan'ın arkasından dünya ikinciliğini elinde bulundurmaktadır (Mart ve ark., 2003). Dünyada tarımı yapılan nohut çeşitleri, tane iriliğine, şekline ve rengine göre 2 ana grup altında toplanmışlardır. Bunlar, "Desi" tipi ve "Kabuli" tipi nohut çeşitleridir.

Desi, Hint dilinde lokal-yerel anlamına gelmektedir. Bu tip nohut çeşitleri, genellikle kısa boylu olup (15-60 cm arasında), yapraklarını oluşturan yaprakçıklar küçüktür. Kabuli tipindeki veya diğer bir tanımlamayla İspanyol tipi nohut çeşitleri, biraz daha uzun boylu (1 m' ye kadar boylanabilir) olup, yaprakçıkları daha büyüktür (Mart ve ark., 2007). Türkiye ise 2019 yılında 1.216 kg/ha ile 1.038 kg/ha olan dünya ortalamasının üzerinde bir verime sahip olup, dünyada 21.sırada yer almıştır (Mart ve ark., 2003). Nohut bitkisi yemeklik tane baklagiller içerisinde adaptasyonu en yüksek tür olup, çok farklı çevre şartlarına kolaylıkla uyum sağlamaktadır. Ancak Güneydoğu gibi yarı kurak iklim kuşağı içerisinde yer alan bölgelerimizde yağış rejiminin düzenli olmaması, düşen yağışında homojen bir dağılım göstermemesi diğer tarla bitkilerinde olduğu gibi nohut yetiştiriciliğinde bir risk oluşturmakta ve sulama verimi etkileyen en önemli parametrelerden birisi olmaktadır.

Bitkilerde su stresinin sayısal olarak ifade edilmesi durumunda, artan su stresini bitkilerin verimliliği, elde edilecek ürünün miktarı ve kalitesi ile ilişkilendirmek mümkün olur. Yüksek düzeydeki bitki su stresi, fotosentezin yavaşlaması ve tamamen durması gibi birçok fizyolojik sorunlara neden olmaktadır (Baydar ve Bozkurt Çolak, 2024a). Su stresinin optimum düzeyi tanımlanacak olursa, bu bilgi

yetiştirici tarafından sulama programlaması ve işletmeciliği kararlarında kullanılabilir. Bu nedenle kaliteden ödün vermeden verim artışını sağlamak için sulama miktarının optimize edilmesi önemlidir (Bozkurt Çolak ve Yazar, 2024). Bitki su stresi indeksi (CWSI) belirli bir bitki veya tarlada su stresini saptamak için geliştirilmiş bir indeks olup infrared termometre tekniği ile ölçülen bitki tacı sıcaklıkları ve buna karşılık gelen havanın buhar basıncı açığı (VPD) kullanır (Baştuğ, 1996; Gencoğlan ve Yazar, 1999).

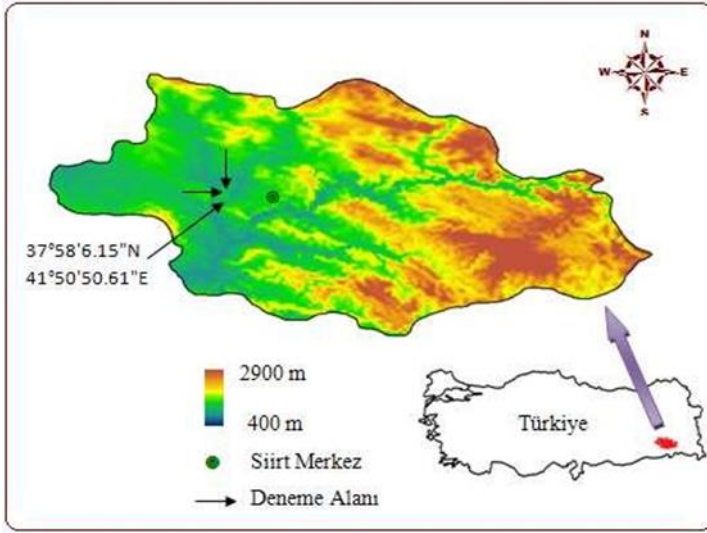
İklim değişikliğin yavaşlatılması ve sera gazı emisyonlarının azaltılması tüm ülkelerin dikkat etmesi gereken çevresel bir sorundur (Candemir ve ark., 2024). İklim değişikliğinin etkilerinin önlenmesi ya da en az düzeye indirilmesi için geleceğe yönelik iklim değişikliği senaryolarının oluşturulması ve bu senaryolara göre etki değerlendirilmelerinin yapılması gerekmektedir (Baydar ve Bozkurt Çolak, 2024b). Türkiye için meydana gelecek iklim değişiklikleri, tarımsal faaliyetlerde hayvan ve bitkilerin doğal yaşam alanlarında değişikliklere yol açacak ve su kaynakları bakımından önemli sorunlar ortaya çıkaracaktır. Türkiye birçoğ ülke gibi küresel iklim değişikliğinin sonuçlarını yaşamakla birlikte, sera etkisinden dolayı sıcaklıkta meydana gelen artış, okyanus, nehir, göl ve bitkilerde oluşan buharlaşma oranını da arttırmaktadır (Özfidaner ve ark., 2017). Kentleşme süreciyle birlikte, suyun tarım, sanayi ve evsel kullanımda hayati bir kaynak olmasından dolayı, suya olan talep hızla artmakta ve bu durum, enerji ve gıda gibi diğer temel kaynaklara olan talebin de hızla yükselmesine neden olmaktadır (Dalkılıç ve ark., 2024). Gelecekte iklimsel değişikliklerin su kaynakları üzerindeki olumsuz etkileri göz önüne alındığında suyun daha etkin kullanıldığı damla sulama yöntemi ve su kısıntısı tekniği önem arz etmektedir. Damla sulama yöntemi; verim artışı, suyun daha az kullanılması, toprak işleme maliyetinin azaltılması ve gübre ile kimyasalların miktarının azaltılmasını sunmaktadır (Bozkurt Çolak ve ark., 2006).

Bu çalışmanın amacı 3 adet nohut çeşidine (İnci, Hasanbey, Seçkin) kışlık ekim koşullarında, damla sulama yöntemiyle farklı düzeyde sulama uygulamalarının Nohut Bitkisinin (*Cicer arietinum L.*) tane verimi üzerine etkilerini tespit etmek amacıyla açık arazi koşullarında bir tarla çalışması olarak yürütölmüştür.

1. Materyal ve Yöntem

1.1. Materyal

Denemede bitki materyalini İnci, Hasanbey, Seçkin nohut çeşitleri oluşturmuştur. Deneme, kışlık ekim olarak, açık tarla koşullarında 2024 yılında Siirt Üniversitesi Ziraat Faköltesi deneme sahasında yürütölmüştür. Deneme alanının denizden ortalama yüksekliği 894 m olup, 37° 58' N enlemi ve 41° 50' E boylamlarında yer almaktadır. Araştırma alanının yeri ve konumu Şekil 1'de görölmektedir.



Şekil 1. Araştırma alanının yeri ve konumu

Siirt ilinde kara iklimi hüküm sürmekte olup, yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlı geçmektedir. Yıllık yağış ortalaması 757 mm, sıcaklık ortalaması ise 16.1 °C 'dir. Ancak yağış yıl boyunca düzenli bir dağılım göstermemekte ve ayçiçeği bitkisinin yetiştirme sezonu boyunca ise hemen hiç yağış düşmemektedir. Siirt lokasyonu deneme arazisi toprağının elektriksel iletkenliği düşük olup tuzluluk sorunu bulunmamaktadır, kireç oranının bitki yetiştiriciliği açısından sorun oluşturmadığı, fosfor içeriği düşük, potasyum içeriğinin yüksek ve organik madde oranının orta derecede bulunduğu killi bünyeli toprak yapısında olup, tarla kapasitesi (TK) derinlik cinsinden 397 mm, solma noktası (SN) 277 mm, hacim ağırlığı 1.43 gr cm⁻³olarak hesaplanmıştır (Tuzuner, 1990).

2.2 Yöntem

Deneme Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme arazisinde kışlık nohut olarak Şubat ayında ekim yapılarak deneme kurulmuştur. Parsel uzunluğu 5 m, parsel genişliği 2.1 m, sıra arası mesafe 35 cm ve sıra üzeri mesafe 8 cm olmak üzere, ekilen her bir parsel alanı (0.35 m x 5 m x 4 sıra) 7 m² olarak planlanmıştır. Denemeler tesadüfi bloklarında bölünmüş parsel deneme desenine göre üç tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur. Çalışmada 3 sulanma konusu belirlenmiştir.

Bunlar I100, I50 ve I0 olmaktadır.

Çalışmada 45 kg da⁻¹ 20-20-0 kompoze gübre kullanılmıştır. Vejetasyon süresi boyunca, 4 sulama yapılmıştır. Sulama aralığı elverişli nemin %50'ye

düştüğü 0-90 cm derinliğindeki toprak nem düzeyi olarak seçilmiştir. Deneme parsellerinin sulanması, damla sulama yöntemi ile yapılmıştır ve sulama suyu sayaçlardan geçirilerek uygulanmıştır. Drip irrigation offers improved yields, requires less water, decreases the cost of tillage, and reduces the amount of fertilizer and other chemicals to be applied to the crop. Sulama suyunun kalitesi C2S1 olarak saptanmıştır. Denemede kullanılan sulama suyu nohut bitkisinin sulanması açısından bir sorun oluşturmamaktadır.

Hasat, fizyolojik olumun tamamlandığı danedeki nem %10'a düştüğünde, her parsel kenarındaki ikişer sıra kenar tesiri olarak işlem dışı bırakılıp, orta iki sıradan el ile yapılmıştır. Deneme süresince, gerekli bakım işlemleri ve kültürel uygulamalar standart yöntemlere göre yapılmıştır.

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde, JUMP istatistik bilgisayar paket programı kullanılarak, varyans analizi ve F-kontrolü yapılmıştır. Ortalamalar LSD-Testi yapılarak karşılaştırılmıştır (Der, ve Everitt, 2002).

2. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Toprak nemi 0-90 cm toprak profili boyunca gravimetrik yöntemle takip edilmiş olup sulama programı topraktaki nem %50'ye düştüğünde sulama yapılacak şekilde planlanmış ve tüm konular belirlenen oranlarda aynı gün sulanmıştır. Toplam 4 kez sulama suyu uygulanmış ve toplam uygulanan sulama suyu miktarı deneme yılında sırasıyla en düşük I50 sulama konusuna 64 mm, en yüksek I100 sulama konusuna 128 mm ve anılan konuların bitki su tüketimi sırasıyla en az I0 sulama konusunda 273 mm ve en fazla I100 sulama konusunda 401 mm olarak belirlenmiştir. I0 sulama konusuna ise can suyu hariç sulama suyu uygulaması yapılmamış olup bitki su tüketimi ise 273 mm olmuştur. Sulama konularında bitki su tüketiminin kısmen de olsa yüksek bulunması ise deneme yılında yağış miktarı değerlerinin uzun yıllara kıyasla kısmen de olsa daha yüksek olmasına bağlanabilir. Düşen yağış miktarının önceki yıllara göre daha yüksek olması bitki su tüketimi değerini artırıcı yönde etkide bulunduğu düşünülmektedir. Buna karşın tüm yörede verim bir önceki yıla göre kısmen de olsa azalmıştır. Bu azalışın sebebini 8-9 gün hiç durmadan düşen yağışa ve aniden gelen yüksek sıcaklık değerlerine bağlayabiliriz. Bir başka deyişle bitki gelişme evrelerini tam tamamlayamadan aniden hava sıcaklığı yükselmiştir. Araştırmada ekim işlemini takiben ve aynı gün topraktaki nem düzeyi homojen bir çıkış için (48 mm) tarla kapasitesine (TK) getirilinceye kadar sulanmıştır. Bitki su stres indeks okumalarının ilki deneme alanının %80'i bitki örtüsü ile kaplı olduğu dönemde, ekimden sonra 61. gün ve sonuncusu ise ekimden sonra 90. gün yapılmıştır, diğer okumalar ise bu iki tarih arasında sulama öncesi ve sonrası olmak kaydıyla toplam dört farklı zamanda yapılmıştır.

3.1 Verim değerleri

Konu uygulamalarına ilişkin varyans analize tablosu Tablo 1’de, Uygulanan sulama konularına ilişkin nohut çeşitlerinde belirlenen bazı verim parametrelerine ilişkin ortalama değerleri (LSD) Tablo 2’de ve sulama uygulamaları sonucu oluşan gruplar ise Tablo 3’de verilmiştir. Ayrıca Tablo 4’de Genotip x sulama konusu interaksyonunda belirlenen bazı verim parametreleri verilmiştir.

Tablo 1. Uygulanan sulama konularına ilişkin nohut çeşitlerinin varyans analize tablosu

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F değeri	Prob > F
Tekerrür	2	13514,7	6757,33	1,6833	0,2948
Sulama	2	3025806	1512903	376,8753	<.0001**
Tekerrür *Sulama&Random	4	16057,3	4014,33	1,0996	0,4007
Genotip	2	516195	258097	70,6987	<.0001**
Genotip*Sulama Konusu İnteraksyonu	4	45584	11396	3,1216	0,0562
Hata	12	43808,0	3651		
Genel Toplam	26	3660964,7			

** : % 1 seviyesinde önemli * : % 5 seviyesinde önemli; ÖD: Önemli değil; SD: Serbestlik derecesi; KT: Kareler toplamı; KO: Kareler ortalaması.

Tablo 2. Uygulanan sulama konularına ilişkin nohut çeşitlerinde belirlenen bazı verim parametreleri

Genotip	Gruplama		Verim (kg ha ⁻¹)
İnci	A		2200,3333
Hasanbey		B	2027,6667
Seçkin		C	1861,6667

(*) Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir. LSD sınıflaması Prop **:%1 düzey. * $p \leq 0.05$; düzeyinde önemli ** $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli. ns: önemli değil, WUE; Su kullanım randımanı. CWSI; bitki su stres indeksi. Eta; bitki su tüketiimi, IWUE; sulama suyu kullanım randımanı

Tablo 3. Uygulanan sulama konularına ilişkin sulama konularında belirlenen bazı verim parametreleri

Sulama Konuları			Verim
I100	A		2440,2222
I50		B	2029,2222
I0		C	1620,2222

(*) Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir. LSD sınıflaması Prop **: %1 düzey. * $p \leq 0.05$; düzeyinde önemli ** $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli. ns: önemli değil, WUE; Su kullanım randımanı. CWSI; bitki su stres indeksi. Eta; bitki su tüketimi, IWUE; sulama suyu kullanım randımanı

Tablo 4. Genotip x sulama konusu interaksyonunda belirlenen bazı verim parametreleri

Genotip x sulama konusu interaksyonu	Verim kg/ha	Önemlilik
Hasanbey,I0	1610,0000	ns
Hasanbey,I100	2402,6667	ns
Hasanbey,I70	2070,3333	ns
Seçkin,I0	1506,3333	ns
Seçkin,I100	2238,0000	ns
Seçkin,I70	1840,6667	ns
İnci,I0	1744,3333	ns
İnci,I100	2680,0000	ns
İnci,I70	2176,6667	ns

(*) Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir. LSD sınıflaması Prop **: %1 düzey. * $p \leq 0.05$; düzeyinde önemli ** $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli. ns: önemli değil, WUE; Su kullanım randımanı. CWSI; bitki su stres indeksi. Eta; bitki su tüketimi, IWUE; sulama suyu kullanım randımanı

Tane verimi ($kg ha^{-1}$): Ekilen her tekrürdeki dört sıradan orta iki sıra, kenardaki iki bitki hariç hasat edilmiştir. Harman edilen taneler temizlenip tartılmıştır. Tartı anında tanedeki nem oranı John Dickey nem ölçüm cihazı ile belirlenmiş ve % 10 neme göre hesaplanarak parsel verimi ve parsel veriminden faydalanarak hektara verim bulunmuştur.

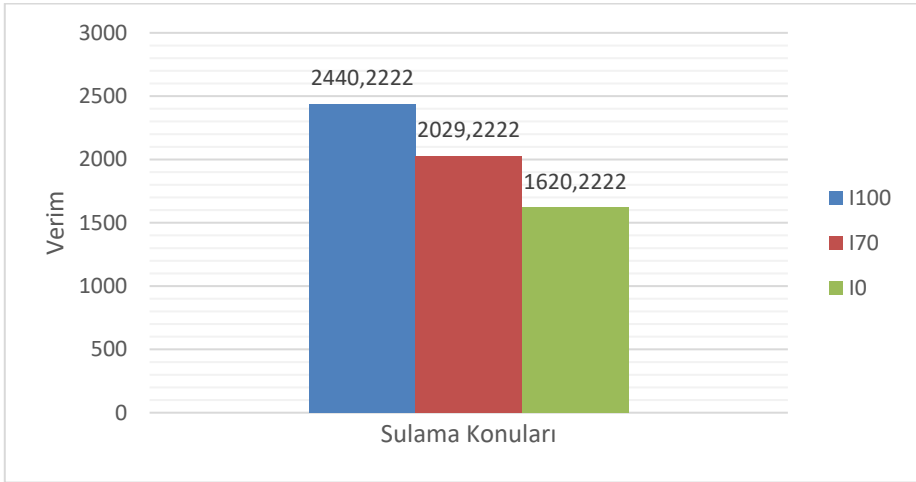
Araştırmada, verim değerlerine ilişkin yapılan varyans analizinde sulama konuları %1 ve çeşitler istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli çıkarken, sulama konusu x çeşit interaksyonu ise önemli bulunmamıştır.

Araştırmada genotipler bazında yapılan gruplamada en yüksek verim İnci genotipinde 2200,33 kg/ha elde edilirken, en düşük verim Seçkin genotipinde 1861,66 kg/ha olarak elde edilmiştir.

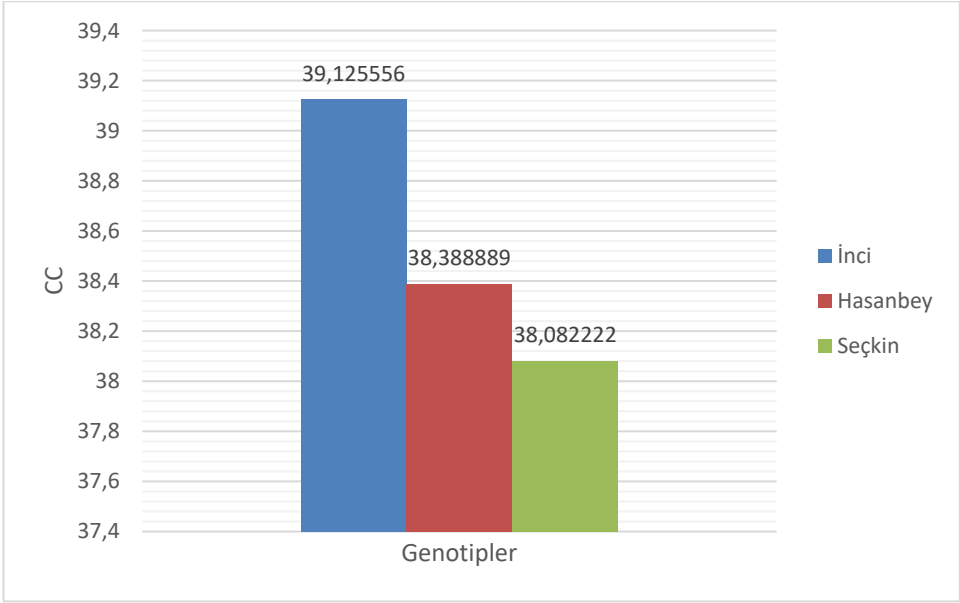
Öte yandan sulama konularına göre yapılan gruplamada ise en yüksek verim I100 sulama konusunda 2440,22 kg/ha olarak elde edilirken, en düşük verim I0 sulama konusunda 1620,22 kg/ha olarak elde edilmiştir. Sulama konusu x genotip interaksyonu önemli çıkmamış olup o yüzden gruplama yapılmamıştır ancak, en

yüksek verim İncix100 sulama konusunda 2680 kg/ha olarak elde edilirken, en düşük verim Seçkinx10 sulama konusu interaksiyonunda 1506,33 kg/ha olarak belirlenmiştir.

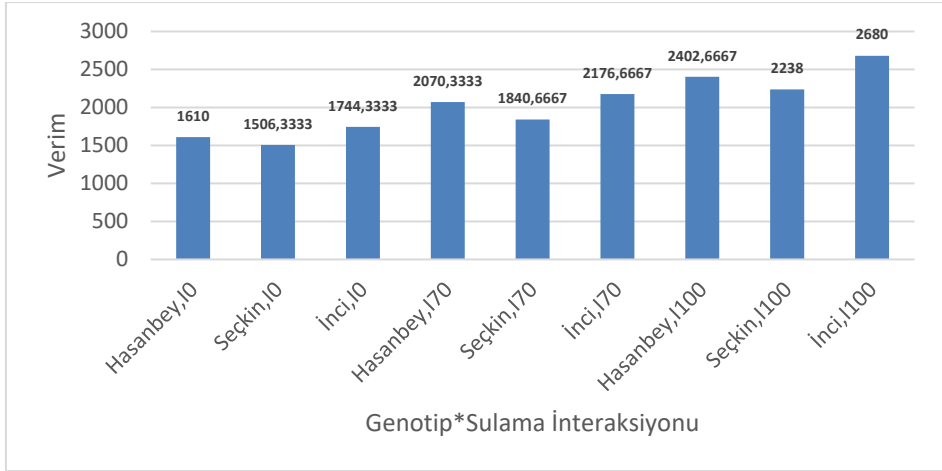
Araştırmadan elde edilen bulgular Doğan ve ark. (2023) ve Mart ve ark. (2007)'nin bulgularıyla kısmen de olsa örtüşmektedir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular ile anılan araştırmacıların bulguları arasında kısmen de olsa çok küçük farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıkları iklim, toprak, denemede kullanılan çeşidin verim potansiyeline ve uygulanan sulama programına bağlı olduğu düşünülmektedir. Bitkinin büyüme periyotlarında ortaya çıkan uzun süreli yağışlar kapsüllerin küçülmesine, bitkide tane sayısının azalmasına, bunun sonucu olarak da dane veriminin düşmesine neden olmuştur (Uçak ve ark., 2018; Erman ve ark., 1997; Uçak ve Erman., 2019). Kısaca çiçeklenme ya da toplam vejetatif gelişme periyodunda yoğun olarak düşen yağış miktarı, elde edilen verimi olumsuz yönde etkilemiştir. Sulama konularına göre en yüksek ve en düşük verim veren çeşitlerin grafiksel gösterimi Şekil 2'de, genotiplere göre gösterim Şekil3'de, Genotip sulama konusu interaksiyonuna göre ise Şekil4'de verilmiştir. En yüksek regresyon katsayısı beklenildiği gibi, tane verimiyle olmuş ve bu öğeyi bitki boyu, 1000 dane ağırlığı takip etmiştir.



Şekil 2. Sulama konularına göre çeşitlerin verim değerlerinin grafiksel gösterimi



Şekil 3. Genotiplere göre çeşitlerin verim değerlerinin grafiksel gösterimi



Şekil 4. Genotip*çeşit interaksiyonuna göre çeşitlerin verim değerlerinin grafiksel gösterimi

4.Sonuç ve öneriler

Bu araştırma sonuçlarına göre Siirt koşullarındaki nohut yetiştiriciliğinde vejetatif gelişme, çiçeklenme dönemi, kapsül oluşumu ve dane dolum döneminde olmak üzere anılan dönemlerde sulama uygulaması yapılması önerilmektedir. Siirt koşullarında nohut bitkisinde kısıntılı sulama yapılması önerilmemektedir. Yapılan bu çalışmanın sonuçlarına göre Siirt koşullarında nohut bitkisinde

özellikle bitki çiçeklenme döneminde tam sulama yapılması önerilmekte sulama imkanlarının kısıtlı olduğu koşullarda ise bitki su ihtiyacının özellikle çiçeklenme döneminde iki veya üç kez en az %50'sinin verilmesi önerilmektedir. Öte yandan kısıntılı sulama uygulamalarının nohut bitkisinin verimini olumsuz yönde etkilediği ve bitki su stres indeksi değerlerinin artmasına sebep olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu benzeri çalışmaların yörede uzun yıllar yapılmasının faydalı olacağı önerilebilir.

Teşekkür

*Bu çalışmada Siirt Üniversitesinin sağladığı maddi kaynak için teşekkürü bir borç biliriz.

Ayrıca bu çalışma Yüksek Lisans öğrencisi Gülcan Üren'in tezinin bir kısmından alıntı içermektedir.

KAYNAKLAR

- Bakhshi, A., Malik, S.R., Aslam, M., Iqbal, U., Haqqani, A.M. (2007) Response of chickpea genotypes to irrigated and rain-fed conditions. *Int Journal of Agric Biol.* 4, 590–593.
- Baydar, A., Bozkurt Çolak, Y., 2024a. Sulama Programlama Teknikleri. *Gelecekte Tarım ve İnovasyon*. Ed. M. F. Baran., A. Çelik. İksad Yayınevi, 233-246. ISBN: 978-625-367-816-6.
- Baydar, A., Bozkurt Çolak, Y., 2024b. Bitki Simülasyon Modelleri. *Tarımda Güncel Araştırma Konuları II Ed.V.* Saruhan., B. Ayhan. İksad Yayınevi, 23-37. ISBN: 978-625-367-776-3.
- Browne CL. Effect of Date of Final Irrigation on Yield and Yield Components of Sunflower in a Semiarid Environment. *Dep. Of Agric.. Leaton. N.S.W. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 17(86), 482- 488, 1977.
- Bozkurt Çolak, Y., Yazar, A., (2024). Farklı Sulama Yöntemi ve Stratejilerinin Dolmalık Biber Bitkisinin Verim ve Stoma Direncine Etkilerinin Belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 11(4):870-879. Doi: doi.org/10.30910/turkjans.1496312.
- Bozkurt Çolak, Y., Yazar, A., Gençel, B., Sezen, S.M., (2006). Optimum lateral spacing for drip-irrigated corn in the Mediterranean Region of Turkey. *Agricultural Water Management*, 85:113-120. Doi: doi.org/10.1016/j.agwat.2006.03.019.
- Candemir, S., Ağızan, K., Doğan, H.G., Bayramoğlu, Z., Akdoğan, A. 2024. Energy Use and Carbon Emissions of Walnut Production in Türkiye. *Applied Fruit Science* 66, 1347–1354. <https://doi.org/10.1007/s10341-024-01142-4>.
- Dalkılıç, B., Bozkurt Çolak, Y., Baydar, A., 2024. Su Ayak İzi. *Tarımda Güncel Araştırma Konuları II Ed.V.* Saruhan., B. Ayhan. İksad Yayınevi, 3-22. ISBN: 978-625-367-776-3.
- Der, G. and Everitt, BS. (2002) *A Handbook of Statistical Analyses Using SAS*. Second Edition. CRC Press LLC, 2000 N.W. Corporate Blvd., Boca Raton, Florida. 3431. USA.
- Doğan, Y., Yücedağ, M., & Doğan, S. (2023). Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerinin Mardin-Kızıltepe ve Şanlıurfa-Bozova Koşullarında Verim ve Verim Unsurları Bakımından Değerlendirilmesi. *Türk Tarım Ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 10(3), 739-749. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1254156>

- Erdem T. ve Delibaş, L. Yield Response of Sunflower to Water Stres Under Tekirdag Conditions. *Helia*, 26(38),149- 158, 2003.
- Erman, M., Çiftçi, V., Geçit, H. H. “Nohut Cicer arietinum L. ‘ta Özellikler Ara-sı İlişkiler ve Path Katsayısı Analizi Üzerine Bir Araştırma” . *Journal of Agricul-tural Sciences* 03 (1997): 43-46
<<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ankutbd/is-sue/59699/860281>>39.
- Gencoglan, C. ve Yazar, A. (1999) Çukurova kosullarında yetistirilen I. urun misir bitkisinde infrared termometre de erlerinden yararlanılarak bitki su stresi indeksi (CWSI) ve sulama zamanının belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 23, 87-95 (in Turkish).
- Idso SB. Jackson RD. Pinter PJ. Jr. Reginato RJ. and Hatfield JL. Normalizing the stres – degree – day parameter for environmental variability. *Agricultural Meteorology*,24,45-55, 1982
- Jensen ME. Burman RD. ve Allen RG. Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements. *ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice* No: 70. New York. s. 332, 1990.
- Mart, D; Cansaran, E; Karaköy, T; Şimşek, M; 2003. Çukurova Bölgesinden Toplanan Yerel Nohut (Cicer arietinum L) Populasyonlarının Bazı Önemli Agronomik ve Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi, Seleksiyonu ve Kantitatif Karakterlerin Karekterizasyonu, Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi 13-17 Ekim 2003, Diyarbakır
- Mart, D., Cansaran, E., Karaköy, T., Şimşek, M. (2007). Çukurova ve Orta Anadolu Bölgesinden Toplanan Yerel Nohut (Cicer arietinum L) Populasyonlarının Bazı Önemli Agronomik ve Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi, Seleksiyonu ve Kalitatif Karekterlerinin Karakterizasyonu. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 16(1-2), 61-72.
- Özfidaner, M., Şapolyo, D., Topaloğlu, F., Baydar, A. (2017). Adana İlinde Buharlaştırma Serilerinde Gidişlerin Yeni Bir Gidiş Analiz Yöntemi ile Belirlenmesi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 34(Ek Sayı), 59-66.
<https://doi.org/10.13002/jafag4406>.
- Reginato, R.J. (1983) Field qualification of crop water stress. *The American Society of Agricultural Engineers*. 26(3), 772-781. [9]Walker, G.K. and Hatfield, J.L. (1979) Test of stress-degree-day concept using multiple planting dates of red kidney beans. *Agronomy Journal*. 71, 967-971.
- Tuzuner, A. (1990) Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. T.C. Tarım Orman ve Köyi leri Bakanlığı 1 Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye (in Turkish).

- Uçak A B., Erman, M., Oğuz, A. (2018). Identification Of Chickpea (Cicer Arie-tinum.) Genotypes Tolerant To Water Stress. Fresenius Environmental Bulletin, 27(11), 7634-7642.40.
- Uçak A B., Erman M. (2019). Agriculture, Forestry And Aquaculturesciences Research Papers, Bölüm Adı:(Negative Effects Of High Temperature On Yield And Qu-ality Of Corn Genotypes) Gece Akademi, Basım Sayısı:1, Isbn:978-625-7958-52-3, İngilizce (Bilimsel Kitap böl.)

6. BÖLÜM

Türkiye’de Farklı İklim Koşullarında Yetiştirilen Kimi Bitkilerin Yaprak Su Potansiyeli’nin İrdelenmesi

Alper BAYDAR¹, Burak DALKILIÇ², Yeşim BOZKURT ÇOLAK³

1. GİRİŞ

Etkili su yönetimi, giderek azalan su kaynakları karşısında artan taleplerin dengelenmesi açısından kritik öneme sahiptir. Bu yönetim, suyun tarım, sanayi, enerji üretimi ve içme suyu gibi çeşitli sektörler arasında adil ve sürdürülebilir bir şekilde tahsis edilmesini amaçlar. Sağlam su yönetim stratejileri geliştirmek, suyun hem verimli kullanımını sağlayacak hem de mevcut kaynakları koruyacak yaklaşımlar içerecektir. Nüfusun artması ve sanayileşmenin gelişmesi doğal kaynakların önemli ölçüde azalmasına neden olmuştur; bu nedenle su kaynaklarının mümkün olan en ekonomik ve verimli şekilde kullanılması gerekmektedir (Uçak ve Arslan, 2021).

Sulama zamanının belirlenmesi su yönetiminin en önemli aşamalarından birisidir. Sulama programı, her sulamada ne kadar su verileceğini ve ne zaman sulama yapılacağını belirleyen işlemdir. İklim ve toprak karakteristiklerinin bölgelere göre farklılık göstermesinden dolayı söz konusu yöreye uygun sulama programlamasının geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir (Uçak ve ark. 2016). Sulama planlaması genellikle toprak su içeriğinin veya bitki su tüketimi modellenmesi veya hesaplaması için meteorolojik parametrelerin ölçülmesine dayanır. Bitki su durumuna dayalı sulama planlaması, bitkiler hem toprağa hem de hava ortamına (buharlaştırma talebi) tepki verdiği için daha avantajlıdır (Yazar ve ark., 1999). Bitkiye dayalı yöntemlerin sulama kontrolü için en büyük potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir, ancak bazı durumlarda bir referans veya eşik değeri tanımlamada sorunlar vardır (Jones, 2004). Bitki su durumunun bir göstergesi olan ve kolayca ölçülebilen yaprak su potansiyeli, artık birçok bitkinin üretiminde sulama planlaması için kullanılmaktadır (Hsiao, 1990).

¹ Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, alper.baydar@siirt.edu.tr

² Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, burak.dalkilic@ozal.edu.tr

³ Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, yesim.colak@ozal.edu.tr

Su stresi, bitkilerin büyüme süreçlerinde karşılaştıkları en önemli kısıtlayıcı faktörlerden biridir ve özellikle tarımsal verim üzerinde doğrudan etkili olabilir. Su stresine maruz kalan bitkilerde büyüme hızının yavaşlaması, verim düşüklüğü, ürün kalitesinin bozulması ve hatta bitkinin ölümüne yol açabilecek sonuçlar gözlenebilir. Bu bağlamda, bitkilerin farklı büyüme aşamalarında su stresinin etkilerinin incelenmesi, verim kayıplarını önleyebilmek ve suyun verimli kullanımını sağlamak amacıyla önemlidir.

Yaprak su potansiyeli (YSP), bitkilerin su durumunu belirlemek için kullanılan önemli bir fizyolojik parametredir. YSP, bitkideki su stresini ya da su ihtiyacını doğrudan belirlemeye yardımcı olur ve bu sayede sulama zamanlaması daha hassas şekilde yapılabilir. Teknolojideki gelişmelerle birlikte, bu parametreyi ölçmek için hassas cihazlar geliştirilmiş ve özellikle yüksek gelir getiren ürünlerin sulama programlamasında kullanımı yaygınlaşmıştır.

YSP'nin tarımda yaygınlaşmasının temel nedeni, bitkilerin su alım ve kaybetme süreçlerini doğrudan yansıtması ve bu sayede suyun verimli kullanılmasını sağlamasıdır. Ayrıca, suyun kısıtlı olduğu bölgelerde veya suyun verimli kullanılması gereken alanlarda, YSP'ye dayalı sulama stratejileri bitki gelişimini optimize ederken, su kullanımını azaltabilir. Bu, sürdürülebilir tarım ve su yönetimi açısından da büyük bir avantajdır.

Bu derleme, su tasarrufu sağlayan kısıtlı sulama uygulamaları kapsamında, sulama programlama tekniklerinden biri olan yaprak su potansiyelinin (YSP) Türkiye'de yetiştirilen çeşitli tarımsal ürünler üzerindeki uygunluk ve etkinliğini ele almaktadır. Kısıtlı sulama uygulamaları, sınırlı su kaynaklarının verimli kullanımını sağlamak amacıyla geliştirilmiş sulama stratejilerinden biridir ve bitkilerin suya olan tepkilerini yönetme konusunda önemli bir rol oynamaktadır. Yaprak su potansiyeli, bitkilerin su stresine maruz kaldıklarında verdikleri tepkiyi ölçen bir parametre olup, bitkinin fizyolojik durumunu belirlemek için kullanılır. Bu derlemede, Türkiye'de yaygın olarak yetiştirilen bitkiler üzerinde YSP'nin uygulanabilirliği ve sonuçları tartışılmış, bu yöntemin su kullanım etkinliğini artırmada nasıl bir rol oynayabileceği incelenmiştir.

2. YAPRAK SU POTANSİYELİ (YSP)

Basınç odasının bitki su ilişkilerini ve su taşınım hidroligini incelemek için kullanılması, deneysel biyolojinin Stephen Hales'in (1727) çalışmalarındaki başlangıcına dayanmaktadır. Eskiden 'basınç bombası' olarak bilinen ve hala günlük dilde bu şekilde anılan aletin cam versiyonu patlamalar nedeniyle artık kullanılmamaktadır (Dixon, 1914) ve çelik oda versiyonu Scholander ve arkadaşları tarafından yeniden 1965 yılında icat edilmiştir. Günümüzdeki versiyonları ise, güvenlik için basınç tahliye valfleri ve yüksek hassasiyet için

dijital basınç göstergeleri ile yaprak su potansiyelini (ψ yaprak) ölçmek için kullanılan en yaygın aletlerdir. Bu yöntemde, bir yaprak bitkiden kesilir ve yaprak ayası, basınç odacığına sap dışarıda kalacak şekilde yerleştirilerek, aygıtın basınç kaynağından yaprak ayası üzerine basınç uygulanarak, sapın dışarıda kalan ucunda su damlası belirinceye dek basınç arttırılarak ve yaprak sapı ucunda su kabarcığı belirdiği andaki değer yaprak su potansiyeli değeri olarak alınmaktadır.

Yaprak su potansiyelinin (veya su geriliminin) ölçümünde kullanılan Pump Up Chamber (Pompa Odası Aleti) ve Pressure Chamber (Basınç Odası Aleti), aletleri temelde aynı prensibe dayanmaktadır, ancak bu cihazların çalışma şekilleri ve kullanım yöntemleri farklılık göstermektedir. Pressure Chamber aletinde bitkiden bir yaprak kesilir ve basınç odasına yerleştirilir. Pump Up Chamber aletinde ise genellikle manuel olarak hava pompalayarak bir basınç oluşturulur. Basınç odası cihazına göre daha basit bir tasarıma sahiptir, ancak aynı prensiple çalışır: Bitkinin kesilen kısmından suyun çıkmasına yetecek kadar basınç uygulanır ve bu basınç değeri ölçülür. Daha taşınabilir ve kolay kullanılabilir bir alternatif olarak tercih edilebilir. Sonuç olarak, her iki cihaz da bitkinin yaprak su potansiyelini belirlemek için aynı yöntemi kullanmakta, ancak çalışma tarzları farklılık göstermektedir. Pressure Chamber daha hassas ve profesyonel sonuçlar verirken, Pump Up Chamber daha pratik ve saha koşullarında kolay uygulanabilir bir seçenek sunmaktadır (Salbaş ve Erdem, 2023).

Bu tür ölçümlerde çok dikkatli olmak gerekmektedir. Ölçüm yapılacak yaprağın bitki tacı içindeki konumu, yaşı, güneş ışınlarına doğrudan açık olup olmadığı, ölçüm zamanı sonuçları önemli ölçüde değiştirir. Genellikle tam gelişmiş, güneş alan yapraklarda sabah ya da öğle saatlerinde yapılacak ölçümlerle standardizasyon sağlanabilir (Bozkurt Çolak, 2010). Bu yöntemler için geliştirilen aygıtlar ticari olarak piyasada bulunmamasına karşın henüz çiftçi koşullarında sulama programlamasında kullanılmamaktadır. Araştırma amaçlı olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır.

Yaprak su potansiyeli, bitkilerin su durumunu doğrudan değerlendiren önemli bir parametredir. Bitkinin yapraklarında oluşan su potansiyeli, hem topraktan su alımını hem de atmosferik buharlaşma oranını yansıtarak bitkinin su dengesi hakkında kritik bilgiler sağlamaktadır. YSP'nin doğru bir şekilde ölçülmesi, bitkilerin suya olan ihtiyaçlarının belirlenmesinde büyük bir rol oynar. Bu ölçüm, sulama süresinin belirlenmesinde kullanılan güvenilir bir yöntemdir. Özellikle basınç odası (pressure chamber) gibi cihazlarla yapılan ölçümler, bitki bazlı sulama planlamasında büyük öneme sahiptir. Yapraklardan alınan su potansiyeli verileri, sulamanın ne zaman yapılması gerektiğini belirlemede hassasiyet sağlar ve bitkiler için su stresi eşliğinin belirlenmesine yardımcı olur. Böylece, bitkinin

suya ne zaman ve ne kadar ihtiyaç duyduğunu anlamak, su kullanım verimliliğini artırmak ve bitki sağlığını optimize etmek amacıyla önem taşır. Bu tür ölçümler, suyun sınırlı olduğu bölgelerde su kaynaklarının verimli kullanımını sağlamak ve sürdürülebilir tarım uygulamalarına katkıda bulunmak için önemli bir rol oynamaktadır.

3. TÜRKİYE'DE YAPRAK SU POTANSİYELİ (YSP) İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR

Yaprak su potansiyeli (YSP), bitkilerin su durumu hakkında doğrudan bilgi sağlayan önemli bir bitki bazlı sulama planlama aracıdır. YSP, bitkilerin su stresini belirlemede etkili bir ölçüm olup, bitki su ilişkileri ve su yönetimi konusunda önemli ipuçları sunmaktadır. Sulama zamanının belirlenmesinde YSP ölçümleri kullanılarak bitkinin gerçek su ihtiyacı tespit edilebilir, böylece suyun verimli kullanımı sağlanabilir. Bu bağlamda, birçok ulusal ve uluslararası araştırma yapılmış olup, farklı kültür bitkileri için kritik YSP değerleri belirlenmiştir. YSP ile bitkilere verilen su miktarı arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur; YSP değerleri, bitkilerin yeterli suya sahip olup olmadığını gösterebilen güvenilir bir göstergedir. Sulama planlamasında YSP ölçümünün avantajlarından biri, toprak tabanlı yöntemlere kıyasla daha doğru ve bitki odaklı kararlar alınmasına olanak sağlamasıdır. Bu çalışmalarda izlenen temel adımlar arasında yaprak su potansiyeli ölçüm cihazının (örneğin, basınç odası) kullanımı, örnekleme zamanının doğru belirlenmesi ve bitki türüne göre eşik değerlerin belirlenmesi yer almaktadır. Bu süreç, sulama zamanlamasının daha hassas bir şekilde ayarlanmasına yardımcı olur ve bitki sağlığını optimize ederken su kaynaklarının korunmasını sağlar.

Genel bitki su durumu, bitkinin genetik yapısı ve büyüme aşaması tarafından yönetilen atmosferik talep, toprak su potansiyeli, kök yoğunluğu ve dağılımının bir entegrasyonundan kaynaklanmaktadır. Bitki su açığının gerçek değerini elde etmek için toprak veya atmosfer yerine bitki üzerinde ölçümler yapılmalıdır. Basınç odası ile ölçülen yaprak suyu potansiyeli, bitki stres seviyesinin bir göstergesidir. Yaprak suyu potansiyelinin bitki durumundaki değişikliklere oldukça duyarlı olduğu bulunmuştur. Basınç odası, göreceli kullanım kolaylığı ve çok yönlülüğü nedeniyle bitki su ilişkileri çalışmalarında yaygın olarak kullanılır (Scholander ve ark., 1965; Jones, 2004).

Ülkemizde farklı bitkilerde yaprak su potansiyelinin belirlenmesi ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Yazar ve ark. (2010), Çukurova koşullarında farklı sofralık üzüm çeşitlerinde yaprak su potansiyeli kullanılarak yüksek kaliteli verim için optimum sulama zamanının belirlemeye çalıştıkları araştırma sonucunda Alphonse Lavallee, Ergin Çekirdeksizi ve Flame Seedless çeşitlerinin

gün ortası yaprak su potansiyelinin -1.0 MPa (-10 bar) değerine ulaştığında; Italia çeşidinin ise -1.3 MPa (-13 bar) değerinde sulanmasıyla en yüksek verim alındığını belirtmişlerdir. Bozkurt Çolak ve ark. (2019), Çukurova bölgesinde damla yöntemiyle sulanan Royal sofralık üzüm çeşidinde en yüksek verimi, -1.17 MPa YSP değerinde sulandığında; Duraktekin ve ark. (2019), Yalova incisi sofralık üzüm çeşidinin gün ortası yaprak su potansiyelinin -0.92 MPa değerinde sulanmasıyla en yüksek verimleri elde etmişlerdir. Sonuçlar, yaprak su potansiyelinin üzümlerin sulama planlamasında kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Su stresi arttıkça daha küçük YSP değerleri elde ettiklerini belirtmişlerdir.

Demirtaş ve Kırnak (2006) Malatya ilinde kayısı ağaçlarında mini yağmurlama (Y) ve çanak (tava) (Ç) sulama yöntemleri ile 15, 20 ve 25 gün aralıklarla bitkiye su uygulamışlar. Her sulamadan önce ve sonra yaprak su potansiyelini ölçmüşler. Sulamadan önce ölçülen ortalama mevsimlik en düşük YSP değeri -3.27 MPa ile yağmurlama sulama 25 gün uygulamasından, en yüksek -3.09 MPa ile yağmurlama sulama 15 gün uygulamasından elde edilmiştir. Farklı sulama yöntemlerinin YSP üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. YSP bakımından 15 günde bir sulamanın uygun olduğu, suyun kıt olduğu koşullarda 20 günde bir sulamanın da yapılabileceği belirtmişlerdir.

Köksal ve ark. (2010) Ankara koşullarında bodur yeşil fasulye bitkisinde sulama zamanının belirlenmesi için yaprak su potansiyelini ölçmüşler. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre YSP yeşil fasulyenin su stresini ortaya koymada oldukça başarılı olduğunu YSP'nin -1.4 ile 1.8MPa değerleri arasında sulama zamanının geldiğini belirtmişlerdir. Bozkurt Çolak ve ark (2017) Akdeniz Bölgesi'nde patlıcan yetiştiriciliğinde yüzey altı ve yüzey damlama sistemleri ile uygulanan farklı sulama rejimlerinin verim, kalite ve gün ortası yaprak su potansiyeli üzerine etkisini değerlendirmek amacıyla yürüttükleri araştırmada YSP değerleri artan su stresıyla azalmıştır. YSP ile verim arasında önemli doğrusal bir ilişki elde etmişlerdir. Sonuçlar, patlıcanın yüksek ve kaliteli verimler için -0.95 ile -1.05 MPa arasındaki YSP değerlerinde sulanması gerektiğini ortaya koymuşlar ve yaprak su potansiyelinin patlıcan için sulama planlamasında kullanılabilceğini belirtmişlerdir. Bozkurt Çolak (2021) Doğu Akdeniz çevre koşullarında yüzey ve toprakaltı damla sulama ile sulanan dolmalık biber bitkisinde yaprak su potansiyeli ile sulama programlaması yaptıkları çalışmada dolmalık biber bitkisinin, verimde herhangi bir azalmaya yol açmadan, ortalama YSP değerlerinin -0.89 ile -0.95 MPa arasında olması durumunda sulanması önerilmektedir. Demir ve ark. (2023), Ankara koşullarında yüzey (DI) ve yüzey altı (SDI) damla sulama uygulayarak farklı toprak su

rejimlerinin ve azot uygulamalarının biberin verimi, yaprak su potansiyeli (LWP) üzerindeki etkilerini incelemişler. Yüksek verimleri sırasıyla DI (-1.45 ile -1.86 MPa) ve SDI (-1.14 ila -1.47 MPa) yaprak su potansiyeli değerleri kullanılarak elde etmişlerdir.

Alghory ve Yazar (2019), Çukurova koşullarında yağmurlama sulama ile tamamlama sulama yaparak buğday bitkisinde yaprak su potansiyelinin değerlendirmesini yapmışlar. Erken tane dolum aşamasında uzun süreli kuraklığın, ileri büyüme aşamasında Ψ 'de düşüşe yol açtığını ve bununda tane verimini azalttığını belirtmişlerdir. Bozkurt Çolak ve ark. (2021) Akdeniz iklim koşullarında farklı sulama stratejilerinde yüzey ve toprakaltı damla sulama ile sulanan Kinoa bitkisinde verim ve yaprak su potansiyeli gibi fizyolojik tepkiyi değerlendirdikleri araştırmada sonuçlar kinoa bitkisinin yaprak su potansiyeli tarafından belirlenen su durumunun sulama işlemlerinden önemli ölçüde etkilendiğini göstermektedir. Yüzeysel damla sulama parsellerinde yüzey damla sulama parsellerine göre biraz daha yüksek YSP değerleri gözlemlenmiştir. Ancak iki sulama sistemi arasındaki fark önemli çıkmamıştır. Akdeniz bölgesinde yüksek ve kaliteli verimler için erken büyüme mevsiminde yaklaşık -1.35 MPa ve geç sezonda yaklaşık -1,50 MPa LWP değerlerinde sulanması gerektiğini ortaya koymuştur. Dolayısıyla, sonuçlar YSP'nin kinoa için sulama planlamasında kullanılabileceğini göstermiştir. Gönen ve ark. (2021), Çukurova koşullarında yüzey ve toprakaltı damla sulama ile sulanan amarant bitkisinin YSP değerinin -1.0 MPa değeri civarında sulanması durumunda en yüksek verimin alınabileceği ve su stresi altındaki konularda stres düzeyine bağlı olarak daha düşük değerler ölçüldüğünü belirtmişlerdir. Yazdıc ve Değirmenci (2018), Kahramanmaraş ilinde pamuk bitkisinde yaprak su potansiyeli sulama konulara göre sulama öncesi ve sonrası ölçmüşler en yüksek verimin alındığı tam sulama konusunda sulama öncesinde -2.34 ile -2.69 MPa, sulama sonrasında ise -1.93 ile -2.46 MPa arasında ve sulama sonrası ölçülen değerlerin genel olarak yükseldiğini (daha küçük negatif sayılar) belirtmişlerdir. Keten ve Değirmenci (2020) Salbaş, (2020) Tekirdağ koşullarında kısıtlı su temini koşullarında ayçiçeği bitkisinin sulanmasında -1.30 ve -1.40 MPa yaprak su potansiyeli değerlerinin kullanılmasını önermişlerdir.

Özmen (2009), Karpuz bitkisinde yaprak su potansiyelinin (YSP), sulama suyuna bağlı olarak değiştiğini bildirmiştir. Buna göre; YSP sulamadan önce öğle vakti, -0.35 ile -0.81 MPa arasında iken sulamadan sonra -0.20 ile -0.45 MPa arasında değiştiğini bildirmiştir. Karipçin (2009), Kıran ve ark. (2014) kuraklık stresinin, yaprak su potansiyelinde azalmaya yol açtığını bildirmektedirler.

Sulama programlamasında yaprak su potansiyeli değerleri Maya, (2007) pamuk için -1.78 MPa, Uçar ve ark. (2013) elma ağaçları için -1.50 MPa, Aydın

ve ark. (2014) fıstık ağaçları için -2.50 MPa, Ünlü ve ark. (2014) greyfurt ağaçları için -2.70 MPa, Keten ve Değirmenci (2020) ikinci ürün mısır için -1.33 ile -2.18 MPa ve sorgum için -1.42 ile -1.94MPa yaprak su potansiyeli değerlerinin kullanılmasını önermişlerdir. Yapılan çalışmalara göre bitkilere verilen su miktarı ile yaprak su potansiyeli (YSP) arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır. Bu çalışmalara göre bitkilere verilen su miktarı azaldıkça yaprak su potansiyeli değerleri düşmektedir (Demirtaş ve Kırnak, 2006; Maya, 2007; Köksal ve ark., 2010; Yazar ve ark., 2010; Ağar, 2010; Yazdıç ve Değirmenci, 2018; Alghory ve Yazar, 2019; Keten ve Değirmenci, 2020; Bozkurt Çolak, 2021; Gönen ve ark., 2021).

Yapılan çalışmalar incelendiğinde yaprak su potansiyeli değerlerinin hava koşullarına ve toprak su içeriğine bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Yaprak su potansiyeli değerlerinin su stresine bağlı olarak değiştiği ve su stresi çeken konularda daha düşük YSP değerleri elde edildiği yapılan çalışmalar sonucunda elde edilmiştir.

4. SONUÇ

Son yıllarda, su stresinin ölçülmesine yönelik teknolojiler ve yöntemler büyük ilgi görmektedir. Basınç odası ile ölçülen yaprak su potansiyeli, bitki stres seviyesinin bir göstergesidir. Sonuçlar, YSP'nin bir çok bitki için sulama planlamasında kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Yaprak su potansiyelinin bitki durumundaki değişikliklere oldukça duyarlı olduğu bulunmuştur. Yaprak su potansiyeline karşı verim tepkisinin tahmini, çiftçiler ve danışmanları ile araştırmacılar tarafından sınırlı su koşullarında sulama yönetimi için stratejiler geliştirmede ve karar almada oldukça önemlidir. Bu çalışmada, yaprak su potansiyeli değerlerinin ölçümünde izlenecek adımlar, daha önce yapılmış çalışmalar ve araştırma sonuçları değerlendirilmiştir. Verilen bilgilerin, konu üzerinde araştırma yapacak üreticilere ve uzmanlara faydalı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Ağar, S. (2010). Çukurova koşullarında kısmi kök kuruluğu (PRD) ve kısıntılı damla sulama programlarının Kings Ruby sofralık üzüm çeşidinin verimi, kalite ve su kullanım randımanına etkileri. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Ağar, S., Yazar, A., Tangolar, S., & Çolak, Y. B. (2010). Çukurova koşullarında kısmi kök kuruluğu (prd) ve kısıntılı damla sulama programlarının kings ruby sofralık üzüm çeşidinin verimine ve su kullanım randımanına etkileri. Çukurova Üniversitesi, ZF2008BAP Nolu Proje Sonuç Raporu, Adana.
- Alghory, A., & Yazar, A. (2019). Evaluation of crop water stress index and leaf water potential for deficit irrigation management of sprinkler-irrigated wheat. *Irrigation Science*, 37(1), 61-77.
- Aydın, Y., Kanber, R., & Ünlü, M. (2014). The Temporal Variation of Leaf Water Potential in Pistachio under Irrigated and Non-Irrigated Conditions. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 1(2), 148-153.
- Colak, Y. B. (2021). Leaf water potential for surface and subsurface drip irrigated bell pepper under various deficit irrigation strategies. *Chilean journal of agricultural research*, 81(4), 491-506.
- Çolak, Y. B., Yazar, A., Sesveren, S., & Çolak, İ. (2017). Evaluation of yield and leaf water potential (LWP) for eggplant under varying irrigation regimes using surface and subsurface drip systems. *Scientia horticultrae*, 219, 10-21.
- Bozkurt Çolak, Y., Yazar, A., Alghory, A., & Tekin, S. (2021). Evaluation of crop water stress index and leaf water potential for differentially irrigated quinoa with surface and subsurface drip systems. *Irrigation Science*, 39, 81-100.
- Çolak, Y. B., Yazar, A., Tangolar, S., Duraktekin, G., & Gönen, E. (2018). Development of Irrigation Program using Leaf Water Potential in Royal Table Grape Variety in the Mediterranean Region. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 199-208.
- Demir, Z., Özbahçe, A., & Demir, Y. (2023). Growth and Physiological Responses of Pepper in Different Soil Water Regimes and Nitrogen Applications in a Semiarid Agricultural Ecosystem Using Surface and Sub-Surface Drip Irrigation and Its Economic Returns. *Gesunde Pflanzen*, 75(4), 1257-1275.
- Demirtaş, M. N., & Kırnak, H. Kayısıda Farklı Sulama Sistemleri ve Sulama Programının Yaprak Su İçeriğine Etkisi. *Bahçe*, 35(1), 97-108.

- Dixon, H. H. (1914). Transpiration and the ascent of sap in plants. Macmillan and Company, limited.
- Duraktekin, G., Bozkurt Çolak Y., Kuşvuran, K., Altındişli Atağ, G., Özfidaner, M., Baydar, A., Akça, H., Aras, V., Kara, O., Eroğlu, Ç., & Uysal, O. (2019). Çukurova Koşullarında Kısmi Kök Kuruluğu (PRD) ile Geleneksel Kısıntılı Sulama Programlarının Karpuz, Verim ve Kalite Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Proje No: TAGEM/TSKAD/15/A13/P02/05.
- Duraktekin, G., Çolak, Y. B., Kuşvuran, K., & Özfidaner, M. (2019). Yüzealtı Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Yalova İncisi Sofralık Üzüm Çeşidinde Yaprak Su Potansiyeline Göre Sulama Programının Oluşturulması. Toprak Su Dergisi, 162-168.
- Gönen, E., Bozkurt Çolak, Y., Tanrıverdi, Ç., Özfidaner, M., Oluk, C.A., & Kara, O. (2021). Kuraklık ve Küresel İklim Değişikliğine Adaptasyonda Yeni Yaklaşımlar: Toprakaltı ve Yüze Damla Yöntemleriyle Uygulanan Farklı Kısıntılı Sulama Stratejilerinin Amaranth (*Amaranthus spp*) Bitkisinin Verim, Verim Bileşenleri, Kalite ve Su Kullanım Randımanları Üzerine Etkileri TÜBİTAK 1001 Proje No: 118O832.
- Hsiao, T. (1990). Measurements of plant water status. In: Steward B, Nielsen D, editors. Irrigation of Agricultural Crops. Agronomy Monographs No. 30. Madison, WI, USA, pp. 243–279.
- Jones, H. G. (2004). Irrigation scheduling: advantages and pitfalls of plant-based methods. Journal of experimental botany, 55(407), 2427-2436.
- Karipçin, M.Z., & Sarı, N. (2009). Yerli ve yabancı karpuz genotiplerinde kuraklığa toleransın belirlenmesi.
- Keten, M., & Değirmenci, H. (2020). Comparison of leaf water potentials of second crop silage corn and sorghum plants under different irrigation levels. ISPEC Journal of Agricultural Sciences, 4(4), 865-874.
- Kıran, S., Özkay, F., Kuşvuran, Ş., & Ellialtıoğlu, Ş. Ş. (2014). Tuz stresine tolerans seviyesi farklı domates genotiplerinin kuraklık stresi koşullarında bazı özelliklerinde meydana gelen değişimler. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG), 31(3), 41-48.
- Köksal, E. S., Üstün, H., & İlbeyi, A. (2010). Bodur yeşil fasulyenin sulama zamanı göstergesi olarak yaprak su potansiyeli ve bitki su stres indeksi sınır değerleri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(1), 25-36.
- Maya, F., Yapılar, T., & KANBER, R. (2008). FARKLI SU VE GÜBRE SİSTEMLERİNDE PAMUK BİTKİSİNDE YAPRAK SU POTANSİYELİNİN DEĞİŞİMİ.
- Özmen, S. (2009). Çukurova koşullarında aşıllı ve aşılsız karpuzlarda farklı su düzeylerinin bitki gelişmesi, verim ve kalite üzerine etkileri.

- Salbaş, B. (2020). Bitkiye dayalı ölçüm tekniklerinin ayçiçeği sulama zamanı planlamasında kullanım olanakları (Master's thesis, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi).
- Salbaş, B., & Erdem, T., (2023). Leaf water potential measurements for irrigation scheduling. In Chapter 3. In Bobat, A., (eds) Pioneer and Contemporary Studies in Agriculture, Forest and Water Issues, İzmir, Türkiye, ISBN: 978-625-6945-91-3; pp:39-49.
- Scholander, P. F., Bradstreet, E. D., Hemmingsen, E. A., & Hammel, H. T. (1965). Sap Pressure in Vascular Plants: Negative hydrostatic pressure can be measured in plants. *Science*, 148(3668), 339-346.
- Uçak, A. B., Ayaşan, T., Turan, N., (2016). Yield, Quality and Water Use Efficiencies of Silage Maize as Effected by Deficit Irrigation Treatments. *Turkish Journal of Agriculture Food Science and Technology*, 4(12), 1228–1239. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v4i12.1228-1239.998>
- Uçak, A.B., Arslan, H., (2021). Plant Water Consumption of SIIRT Pistachio using Blaney Criddle and Penman - Monteith Methods. *International Journal of Environmental and Agriculture Research*, 7(11), 07–17. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5759598>
- Uçar, Y., Kadayıfçı, A., Aşkın, M. A., Kankaya, A., Şenyiğit, U., & Yıldırım, F. A. (2013). Effects of different irrigation water amounts on the leaf water potential of young apple trees.
- Yazar, A., Tangolar, S., Sezen, S. M., Bozkurt Çolak, Y., Bilir, H., Gençel, B., & Sabır, A. (2010). Yaprak su potansiyeli kullanılarak çukurova koşullarında yüksek kaliteli verim için optimum sulama zamanının belirlenmesi. TÜBİTAK 1060747 nolu Proje Sonuç Raporu, Adana.
- Yazar, A., Howell, T. A., Dusek, D. A., & Copeland, K. S. (1999). Evaluation of crop water stress index for LEPA irrigated corn. *Irrigation science*, 18, 171-180.
- Yazdıç, M., & Değirmenci, H. (2018). Pamukta farklı sulama seviyelerinin yaprak su potansiyeli ve klorofil değerine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(4), 511-519.

Tarımsal İşletmelerde Seraların Yerleşim Alanı Seçimi

Engin GÖNEN¹, Mete ÖZFİDANER², Özlem DURGUT³

Seralar, iklimle ilgili çevre koşullarına tamamen veya kısmen bağlı kalmadan gerektiğinde sıcaklık, nem ve havalandırma gibi faktörleri kontrol altında tutarak bütün yıl boyunca çeşitli kültür bitkileri ile bunların tohum, fide ve fidanlarını üretmek, bitkilerini saklamak, sergilemek amacıyla cam, plastik vb. ışık geçirebilen maddelerle kaplanarak değişik şekillerde inşa edilen yüksek sistemde bir örtüaltı yetiştiriciliği yapısı olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2001a). Ülkemizde seralarda yetiştirilen ürünlerin % 96'sını sebze türleri, % 3'ünü kesme çiçek ve iç mekan bitkileri, % 1'ini de meyve türleri oluşturmaktadır. Seralarda üretimi yapılan sebze türleri içerisinde % 47'lik üretim payı ile domates ilk sırayı almakta; bunu hıyar (% 32), biber (% 9) ve patlıcan (% 7) izlemektedir. Fasulye, marul, kavun, kabak gibi diğer sebze türlerinin üretimdeki payı ise % 5'dir (Tüzel vd 2004).

Seraların çoğunluğunda yapısal sorunlar mevcuttur. Seraların projelendirme kriterleri, sera tipleri, seraların bulunduğu yörelerin iklim özellikleri, yetiştirilecek bitki çeşitleri dikkate alınarak ortaya konulmamaktadır. Bunun sonucunda örtü malzemesi yönünden yeterli olmayan, örtü altı iklimi iyi düzenlenmemiş yetiştiricilik yönünden pek çok sorunları bulunan, alt yapısı ve mekanizasyon düzeyi yetersiz seralar ortaya çıkmıştır. Örtü altı tarım sektörünün gelişmesi için yeni teknoloji ve tarım teknikleri kullanılarak birim alandan daha yüksek gelir elde etmek mümkündür. Yapısal iyileştirmeler, kontrollü sulama sistemleri, gübreleme etkinliği, sera içi mekanizasyon kullanılabilirliği, kaliteli tohumluk kullanımı ve doğal tarım uygulamaları gibi tarımsal uygulamaların düzenlenmesiyle sebze üretiminin artırılması ve gelişmeye bağlı olarak yöre halkı için maddi ve kültürel kalkınma hedeflenmektedir. (Gülller, 2007)

Sera yapımının ilk aşaması sera yerinin seçilmesi ile başlar. Sera kurulmasında, serada başarılı bir üretim yapılmasında ve elde edilen ürünlerin değerlendirilmesinde sera yerinin büyük rolü vardır. Her canlı varlıkta olduğu

¹ Osmaniye Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, enginonen@hotmail.com

² Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ozfdnrmete@gmail.com

³ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

gibi serada yetişen bitkilerin de belirli bir çevre isteği vardır. Bu isteğin kolayca karşılanması için sera yerinin seçimine özel önem verilmelidir (Arıcı 1990). Seralar, bulunduğu yörenin iklim koşullarına uygun ve bitki gelişimi için gerekli çevre koşullarını sağlayacak biçimde inşa edilmelidir. Bir yörenin seracılığa uygun olup olmadığının kontrol edilmesi için yöreye ait iklim verilerinin serada yetiştirilecek olan bitkilerin temel iklim istekleri ile karşılaştırılması gerekir (Baudoin ve Zabeltitz 2002). Von Elsner vd (2000a), Avrupa Birliği ülkelerindeki seraların yapısal ve işlevsel özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, sera planlamasına etki eden temel faktörlerin iklim, uygun malzeme, çiftçi geleneği, sera yapı malzemelerinin ve sera tasarımının standardizasyonu olduğunu bildirmişlerdir.

1. Sera Yeri Seçimini Etkileyen Faktörler

Sera planlamasında ve sera yerinin seçiminde etkili olan en belirgin faktörler ışık, sıcaklık, hava hareketi, toprak ve topografya, yön ile sulama suyunun temini ve ekonomik faktörlerdir.

1.1. Işık

Ülkemizde olduğu gibi sera tarımının genel olarak doğal koşulların uygun olmadığı zamanlarda yapıldığı göz önünde tutulursa sonbahar, kış ve ilkbahar aylarının güneşlenme durumu sera planlaması ve yerinin seçiminde önemli derecede etkili olmaktadır. Her bitkinin gelişmesi sırasında gereksinme duyulan güneşlenme, miktarı bellidir. Güneşlenme miktarı arttıkça genel olarak bitki gelişmesi ona paralel olarak artar. Özellikle kış aylarında havaları sürekli bulutlu olabileceği düşünülürse, güneşlenmesi fazla olan yerin sera yeri seçiminde tercih edilmesi gerekir. Bitkilerin gelişmesinde farklı güneşlenmeye gereksinme duymaları değişik bölgelerde değişik sera yapımını zorunlu kılar. Sebze yetiştiriciliğinin Güney Anadolu'da, çiçekçiliğin ise Marmara Bölgesinde yaygın oluşu bunun sonucudur.

1.2. Sıcaklık

Sera yapımında çevrenin sıcaklığı en önemli faktördür. Ülkemizde ısıklanma yönünden hemen hemen her yerde sera yapımı mümkün olabilmektedir. Sera içinde arzu edilen sıcaklığın elde edilmesinde çevre sıcaklığının büyük rolü vardır. Kış ayları ılık geçen yerler ile soğuk geçen yerler karşılaştırıldığında soğuk yerlerde ısıtma masrafının çok daha fazla olacağı bir gerçektir.

Sıcaklık bitki gelişmesinde ana faktörlerden biridir. Işık ve güneşlenme olsa bile çevre sıcaklığının uygun olmaması durumunda bitkilerde gelişme olmaz. Bu nedenle soğuk mevsimlerde özellikle geceleri seralarda ısıtma zorunluluğu ortaya

çıkılmaktadır. Sera ısıtılmasının olanaklar ölçüsünde azaltılabilmesi için sera yerinin zorunluluk olmadıkça ılık bölgelerde seçilmesi, bölge içinde ise güneşlenmesi fazla, radyasyonla ısı kaybının az olacağı, ısınmanın çevreye göre daha fazla olacağı yerler seçilmelidir. Mikroklima alanlarının sera yapımı için uygun yerler olabileceği göz önünde tutulmalıdır.

Sera bitkilerinin sıcaklık istekleri farklı farklıdır. Sera yerleri seçilirken bu farklılıklar esas tutularak bazı bitkiler için az uygun olan yerler diğer bazı çeşitler için daha uygun yerler olabilir.

1.3. Hava Hareketi

Sera kurulacak yerde yerel rüzgârların incelenmesinde yarar vardır. Rüzgârların seralar üzerinde hem seralara verecekleri yıkma, örtü malzemesini yırtma ve kırma, hem de örtü malzemesi ne kadar sıkı ve sağlam yerleştirilmiş olursa olsun sera içi sıcak havanın çeşitli yollarla ve kolaylıkla dışarı kaçmasında ve sera içinde fazlaca ve zararlı hava cereyanı oluşması gibi zararlı etkisi yanında sera havalandırmasının kolaylaşmasında ve sera neminin azaltılmasında olumlu yönde etkileri olmaktadır. Bu nedenle sera yeri seçilirken, soğuk ve kuvvetli rüzgârların direkt seralara gelmeyecek biçimde rüzgârdan korunmuş olan yerlerin, serinletici etkisi olan hafif rüzgârın bulunduğu yerlerde ise rüzgârın etkisine açık olan yerlerin sera yeri olarak seçilmesine özen gösterilmelidir. Rüzgârlı bir yerde sera kurma zorunluluğu varsa etkili ve zararlı rüzgâr tarafına rüzgâr kırınlar tesis edilmelidir. Bu tesisler çeşitli ağaç ve çalı topluluklarından oluşmalıdır. Burada da rüzgârın bütünüyle değil de belli oranlarda kesilmesi gerekir. Aksi halde anaför oluşumu meydana gelmektedir.

Şayet seraları rüzgârdan koruma olanağı yoksa seraların dar yüzeyi (alın kısımları) rüzgâr tarafına getirilmelidir. Böylece rüzgârın seraya çarpma yüzeyi azaltılmış, dolayısıyla rüzgârın basınç ve soğutma etkisi azaltılmış, buna karşın sera içi havalandırmasına olumlu etki yaratılmış olur.

1.4. Toprak ve Topografya

Yoğun (intensiv) tarımın yapıldığı yerler olması nedeniyle sera alanları toprağının kaliteli olması gerekir. Yer seçimi yaparken diğer faktörlerin yanında toprağında bitki yetiştirme yönünden fazla bir sınırlama yaratmaması arzu edilir. Sera toprakları için tınlı-humuslu, besin maddelerince zengin, su tutma yeteneği iyi, drenaj, taşlılık, sıg olma sorunu olmayan topraklar iyi topraklardır.

Şayet bitkiler tabla, saksılar veya özel yetiştirme ortamlarında yetiştirilecekse toprak, sera yeri seçiminde önemli bir faktör olmamaktadır.

Toprak alt tabakaları geçirgen olmayan yerlerde sulama ve yağış sularıyla taban suyu yükselebilir. Bu gibi yerlerde sera yapılması zorunluluğu varsa drenaj

sorunları giderilmeli ve sera toprağı askıya alınmalıdır. Sera kurulacak yerde taban suyu seviyesi en az 1 m. derinlikte olmalıdır. Taban suyu seviyesinin yükselmesi toprağın soğumasına, havasız kalmasına, köklerin hastalanmasına neden olacaktır.

Sera yapılacak arazilerin toprak yapısı sera inşaatı bakımından da önemlidir. Gevşek yapılı topraklar üzerinde sera inşaatı daha pahalıya gerçekleştirilecektir. Zira gevşek zeminlerde temel derinliğı ve temel için kullanılan malzemeler daha fazla olacaktır. Sera toprağının taşıma kapasitesi en az 2-2,5 kg/cm² olmalıdır.

Sera toprağı yanında arazi topografyası da sera yerinin seçiminde etkilidir. Sera kurulacak alanların çok eğimli olması sera yapımı, sulama ve toprak çalışması yönünden güçlükler yaratacaktır. Yağış sularının tahliye edilemeyeceğı yağışlı, çok düz alanlarda fazla suyun akıtılmaması nedeniyle sera alanının bu gibi yerlerde seçilmemesi gerekir. Düz yerlerde sera kurulma zorunluluğı varsa sera içi eğiminin yeterli olması arzu edilir. Sera yerinin eğimli arazilerde kurulması durumunda teras yapma zorunluluğı vardır. Bu durumda arazinin üst toprağı bir kenarda bırakılarak teras yapılmalıdır. Aksi halde bitki için uygun olamayan alt toprak üzerinde yetiştirme yapma zorunluluğı ortaya çıkar.

Plastik seraların ağırlıkları cam seralara göre daha hafif olduğundan daha eğimli alanlarda kurulma olanakları vardır. Ancak eğimi çok fazla olan yerde sera kurulacaksa teraslama yapı İması gerekir. Karık sulama yöntemiyle sulama yapılması tasarlanan seralar için en uygun arazi eğimi %0.5-1 arasındır.

1.5. Yön

Seralarda azami güneşlenmeyi sağlamak amacıyla özellikle kış yetiştiriciliğinde seranın güneye, güney doğuya, güney batıya yönlendirilmesi arzu edilir. Bu durum düz ve güneye bakan yamaçlarda kolaylıkla karşılanırken, eğimin kuzeye olduğu yerlerde doğal ışıktan ve güneş radyasyon ısısından faydalanma daha az olmaktadır.

Arazi eğiminin güneye yönelmiş olması, seralar için soğuk, kuvvetli kuzey rüzgârlarının engellenmesi yönünde dolaylı ve olumlu etki yapacaktır. Seraların yönünü tayin eden en önemli etken, seranın kurulacağı arazinin durumudur.

1.6. Sulama Suyu Temini

Sera tarımının yapılabilmesi için sulama suyunun mutlaka var olması veya kolaylıkla temin edilebilmesi gerekir. Çünkü açık alanlardaki yetiştiricilikte doğal yağıştan doğrudan yararlanılabilirken sera yetiştiriciliğinde bu mümkün değildir. Bu amaçla sulama suyu akarsulardan, göllerden, artezyen, derin kuyulardan veya kent içme suyu şebekesinden sağlanabilir. Su ihtiyaçları hesaplanırken, sebzelerin gelişme sürelerinde ortalama bir değerle 12.5 lt/m² su

ihtiyaçlarının olduğu dikkate alınır. Toprak tipine bağlı olarak bu miktar 40 lt/m²'nin üstüne çıkabilir. Yıllık olarak 1m² sera alanının su gereksinmesi 0.8.-1.5m³'tür.

Temin edilen sulama suyunun sulamaya uygun olması, toprakta tuzlanmaya ve kalite bozulmasına neden olmaması gerekir. Su, seralarda sulama yapmak için olduğu gibi seranın ısıtılması, sıcak günlerde soğutulması ve nemlendirilmesi, hasat edilen ürünün yıkanması, ilaçların seyreltilmesinde de kullanılacaktır.

1.7. Ekonomik Faktörler

Diğer tarımsal çalışmalarda olduğu gibi seracılık da ekonomik şekilde yürütüldüğü sürece yayılır, başarılı olur. Sera tarımı yukarıda da belirtildiği gibi büyük sermaye isteyen bir çalışmadır. Yapılan bu yatırımdan en iyi biçimde yararlanma ve karşılığında belli bir gelirin elde edilmesi gerekir. Bu nedenle sera yerinin seçimine özel önem verilmelidir. Sera yerinin seçiminde rol oynayan ekonomik faktörler yol, enerji kaynağı, işletmenin yerleşim düzeni ile pazar ve satış olanaklarıdır.

2. Örtü Altı (Sera) İşletmeciliğinde Yer Seçimi

Fidanlıklarda olduğu gibi, bir yerde rasyonel bir kapalı alan işletmeciliği yapılabilmesi için önce yerin doğal ve ekonomik koşullarının uygun olması gerekir. Uygun bir yer seçilmemiş ise, yalnız verim ve kalite düşüklüğü değil giderlerin yüksekliği de işletmenin rentabl çalışmasına olanak vermez.

3. Örtü altı (Sera) İşletmeciliğinde Yer Seçiminde Aranılan Doğal Koşullar Seralarda Yer Seçiminde Etkili Olan Yetiştirme Ortamı Faktörleri

Bu konuda en önemli faktör sıcaklıktır. Kışın ılıman olan yazın ise fazla sıcaklık yapmayan yöreler sera yetiştiriciliğinde büyük önem taşır. Seraların ışık gereksinimi ülkemiz enlemlerinde rejyonlara göre büyük farklılık göstermez, ışık konusu daha ziyade memleketimizde seraların lokal olarak bir sahaya yerleştirilmesinde, yönlendirilmesinde dikkate alınır. Su konusu ise kaynağın yeterli olması, kireç ve tuz içermemesi açısından önem taşır.

3.1. Yer Seçiminde Yetiştirme Ortamı Faktörlerinin Değerlendirilmesi

Bir sera işletmeciliği için uygun yer seçiminde doğal faktörler olarak iklim, arazi eğimi, eğim yönü, ışık alımına etki yapan diğer faktörler rol oynar. Sıcaklık; çimlenme, köklenme, büyüme ve çiçeklenme için büyük önem taşır. Yetiştirilecek bitkisel materyalin sıcaklık istekleri türlere, gelişme devrelerine göre değişmekte ve sıcaklık optimumuna yaklaştıkça gelişme hızlanmakta, daha kısa zamanda ve daha kaliteli ürün alınabilmektedir.

Sera işletmeciliğinde önemli bir yeri olan, gerekli sıcaklığın sağlanması için zorunlu ısıtma giderleri işletme masraflarının en önemli kısmını oluşturur. Bu giderler tüm işletme giderlerinin % 25'inden başlayıp çoğu kez % 50'si hatta % 60'ının üstüne kadar çıkabilmektedir. Bu itibarla kış aylarında sıcaklık değerleri düşük olan yörelerde sera işletmesi kârlılık yönünden riske girer.

Bu itibarla ısıtma giderlerinin payının işletme kârlılığını fazla etkilemeyecek yörelerde sera işletmeciliğine gitmek düşünülmelidir. Ancak bir yerde, istifade edilebilecek bir sıcak su kaynağı veya ucuz sağlanabilecek güneş enerjisi gibi ilerde Türkiye için büyük imkan vadeden bir enerji kaynağından ucuz bir şekilde faydalanmak mümkün ise, durum değişebilir.

Bu istisnalar dışında genel olarak ifade etmek gerekirse, sera işletmeciliğini çok sıcak ve soğuk yerler dışında ılıman yerlerde yapmak, giderlerden büyük tasarruf sağlayacağı için çok ekonomik olur. Türkiye'de sera işletmeciliği bakımından Akdeniz (özellikle kış yetiştiriciliği için) sonra sırasıyla Ege, Marmara ve Karadeniz bölgelerinde alçak kesimler düşünülebilir. Ancak çok sıcak yörelerde bu sefer yazın soğutma da önem kazanır.

Bu da maliyeti arttıran bir nedendir. Bu itibarla kışı sıcak, olan fakat yazı fazla sıcak olmayan ılıman yöreler en kârlı sera işletmeciliği yapılan yerlerdir. Örneğin seraları bir yıl içinde ısıtmak için geçecek ısıtma süresi Antalya için 2 ay düşünüldüğünde, Samsun'da 4, Erzurum'da 6 ay olarak hesaplanmalıdır. Isıtma enerjisi olarak ise Antalya'da 1000 m²'lik cam örtülü bir serada ısıtma için gerekli enerji miktarı, ortalama 45 000 kcal/saat olmasına karşılık bu değer Samsun'da 75 000 kcal/saat, Erzurum'da ise 145 000 kcal/saat'dir (Olgun ve ark. 1997). Bu durumda bir yetiştirme devresi için yakıt giderleri Erzurum'da Antalya'ya kıyasla ortalama 10 misli kadar daha fazladır. Bu değerlendirmeler dikkate alınırsa süs bitkileri yetiştiriciliğinde sera işletmeleri, sırasıyla Akdeniz ve bunu takiben Ege ile pazarlara yakınlığı avantajı da düşünüldüğünde Marmara çevresi özellikle Yalova-Karamürsel dolaylan en iyi kârlılık gösterebilecek yöreler arasında sayılabilir. İlerki yıllarda Karadeniz bölgesi özellikle Doğu Karadeniz sahil kesiminin de pazarlara biraz uzak olsa da şimdiki transport olanakları dolayısıyla çiçek ve bazı süs bitkileri yetiştiriciliğinde ılıman yazlan nedeniyle iyi bir gelecek vadettiği şimdiden söylenebilir.

Bu konuda şüphesiz lokal koşulları da önemle dikkate almak gerekir. Nitekim çok ekspozе bir yerde sürekli esen sert rüzgarlar, sera içi ısı kaybını büyük ölçüde arttırabilir. Örneğin sera dışındaki soğuk havanın sıcaklık derecesi aynı kalmak şartıyla, saatte 30 km hızla esen rüzgar sera yüzeyini yalayıp soğutarak serada ısı kaybını iki misline çıkarabilir. Buna ilâve olarak sera yapımında daha kuvvetli bir konstrüksiyona ihtiyaç duyulacağından seranın tesis giderleri de önemli ölçüde artar. Ayrıca havalanmasının da düzgün yapılması engellenir.

Bu nedenlerle sürekli ve şiddetli kış rüzgarlarına maruz yerlerden sera işletmeciliğinden kaçınmalı, zorunluluk olan durumlarda da sera yönünü ona göre düzenleyip rüzgar tarafını yapay ve doğal rüzgar perdeleriyle kapama yoluna gitmelidir. Ancak koruntulu olsun diye seraları çok ağaçlı bir yer içine sokmak da isabetli olmaz. Bu takdirde gölge etkileri sera için olumsuz olur. Zira serada bitki yetiştirmede, ışık, sıcaklık kadar önemli bir faktördür. Işık bitkilerin fotosentez yapmaları için şarttır. Işıklanması azalmış veya çok az ışık gören yerlerde yeşil bitkilerinin iyi gelişemeyeceği açıktır. Genellikle güneşlenme müddeti ne kadar fazla ise bitkilerin gelişmesi de o kadar fazla olacaktır. Güneşlenmenin azaldığı kış aylarında bu doğal ışık alımı daha da büyük önem taşır. Bu aylar da fazla ve uzun süreli ise veya bulutluluk süreleri fazla olan bir yöre ise bu yer sera işletmeciliği için dezavantaj oluşturur. Güneşlenmesi fazla olan yerlerin tercihi yanında, atmosfer artıkları dolayısı ile hava kirliliğinin fazla olduğu yerler de ışık alımını engeller. Örneğin bu kabil engellerin ışık geçişini, entansitelerine göre % 10-40 arasında engelleyebildiği kanıtlanmıştır.

Sera kurulacak yerde taban suyu da en yükseldiği zaman dahi 1 m'den daha derinde kalmalıdır. Seralar için en müsait arazinin, yüzey sularının da drenajının uygun olduğu, hafif meyilli (% 1 kadar) ve kolay düzenlenebilir bir arazi olmasıdır. Eğimli araziler kuruluş masrafları dışında, sulama, ısıtma ve havalandırma sistemlerinin serada dengeli bir şekilde çalışmasını ve dengeli dağılım yapmalarını engeller. Sera çevresinde de sulama için uygun miktar ve kalitede su bulunması gerekir. Tuzlanma ve kireçlenme veya fazla klor içeren şehir suları seralardaki kullanım için arzulanmaz. Esas ideal, imkanlar varsa yağmur suyunu depolayarak kullanmaktır. Bohn'a atfen genel bir ölçü olarak bir sera işletmesinde, dekara yeterli kalitede yılda ortalama 1500 ton su üretebilecek bir kaynağın bulunması esas alınmaktadır. Endüstri bölgelerinde de sera işletmeciliğinden kaçınmak gerekir. Fabrika bacaları ve diğer kaynaklardan çıkan zehirli gaz ve kirli hava, yalnız örtü materyalini kirletmek ile kalmaz, zorunlu havalanma esnasında da sera bitkilerinin yetişip gelişmelerine çok olumsuz etki yapar.

KAYNAKLAR

- Güllüer,F: 2007. Adana İli Ve İlçelerindeki Seraların Yapısal Özelliklerinin İncelenmesi Ve T.S.E Standartlarına Uygunluğunun Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisan Tezi 86 Syf
- Tüzel, Y., Gül, A., Daşgan, H.Y., Özgür, M., Özçelik, N., Boyacı, H.F. Ve Ersoy, A., 2004. Örtüaltı Yetiştiriciliğinde Gelişmeler Özet. Türkiye Ziraat Müh. V. Teknik Kongresi, Cilt Iı, S.679-707, Ankara.
- Anonım, 2001a. Sera-Terimler Ve Tarifler. Türk Standartları Enstitüsü. Ics 65.040.30, I. Mütalaa, 19964518, Ankara, 7ss.
- Von Elsner, B., Briassoulis, D., Waaijenberg, D., Mıstriotis, A., Von Zabeltitz, Chr. , Gratraud, J., Russo, G. And Suay-Cortes, R. 2000a. Review Of Structural And Functional Characteristics İn European Union Countries, Part I: Design Requirements. Journal Of Agricultural Engineering Research, 75 (1): 1-16.
- Arıcı, İ., 1990. Sera Yapım Tekniği. Uludağ Üniv. Zir. Fak. Ders Notları. No:44, 112ss.
- Olgun, M., Kendirli, B. Ve Çelik, M.Y. 1997. Yalova İlinde Farklı Özelliklerdeki Seralar İçin Isıtma Gereksinimlerinin Belirlenmesi. Ank. Üniv. Zir. Fak. Derg., 3(3):1-7.
- Baudoin, W.O. And Zabeltitz, C. 2002. Greenhouse Constructions For Small Scale Farmers in Tropical Regions. *Acta Horticulturae*, Vol.578, pp171-179.

8. BÖLÜM

Türkiye’de Seracılık

Mete ÖZFİDANER¹, Engin GÖNEN², Özlem DURGUT³

1. GİRİŞ

Seralar; bitki yetişmesine uygun şartların sağlanması amacı ile çevre şartları kontrol edilebilen veya düzenlenen cam, plastik, fiberglas gibi ışığı geçiren materyallerle örtülü yapı veya yapı elemanlarıdır. Kısacası sera; iklime bağlı kalmadan, bütün yıl boyunca ekonomik olarak bitkilerin üretilebileceği tesisler olarak tanımlayabiliriz.

İklimle ilgili çevre koşullarına, tümüyle veya kısmen bağlı kalmadan gerektiğinde sıcaklık, ışık, nem ve hava gibi etmenler denetim altında tutularak bütün yıl boyunca çeşitli kültür bitkileriyle bunların; tohum, fide, fidanlarını üretmek; korumak, sergilemek amacıyla cam, plastik vb. ışık geçebilen malzeme ile kaplanarak değişik şekillerde yapılan, yüksek sistemli bir örtü altı yetiştiriciliğidir. Bu tür tesislerin bulunduğu işletmelere sera işletmesi denir.

Sera içindeki çevre şartlarının istenildiği gibi kontrol edilebilmesi ve düzenlenmesi, dış çevre şartlarından etkilenmeden yıl boyunca bitki üretmek ve pazara sunma imkanını verir. Dış çevre şartlarında olduğu gibi düşük ve yüksek sıcaklıktan, fazla ve eksik ışıktan, nisbi nemden, kar, yağmur, dolu ve rüzgar gibi iklim olaylarından etkilenmez. Bitkilere göre ürün programı yapılabilir. Hastalık ve zararlılar kontrol edilebilir. Birim alandan, yıl boyunca, fazla ve kaliteli ürün alınır. Buna karşın seraların inşası, donatımı ve çalıştırılması oldukça zor ve pahalıdır.

Günümüz koşullarında tarımda ürün artışının sağlanması için örtü altlarında ve seralarda üretim yapılmaktadır. Böylelikle piyasaya sürekli taze ürün çıkmakta ve tarımda mevsimlik iş gücü kullanımı bütün bir yıla dağıtılmış olmaktadır. Seraların bu olumlu etkisi ülkemizde de seracılığın hızlı bir şekilde gelişimini sağlamıştır; ancak bu konudaki çalışmaların çok sınırlı olması seracılığın gelişimi konusunda olumsuz etkiler yaratmaktadır. Sera yapımındaki hatalar, seralarda yetiştirilen ürünlerin miktarının azalmasına ve kalitesinin düşmesine neden olmaktadır

¹ Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ozfdnrmete@gmail.com

² Osmaniye Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, engingonen@hotmail.com

³ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

(MEGEP, 2007).Serada bitki yetiştiriciliğinde karşılaşılan sorunların başında, özellikle bitki yapraklarının üzerinde su birikmesi ve buna bağlı olarak verimi ve kaliteyi olumsuz etkileyen mantar enfeksiyonlarının hızla artışı gelmektedir. Yaprak yüzeylerinin üzerinde nem birikmesi, sera havasının yüksek bağıl nemi nedeniyle bitkinin yeterli transpirasyon yapamamasından, yaprak yüzey sıcaklığının havanın çiğlenme sıcaklığından daha düşük olmasından ve sera örtüsü iç yüzeyinde yoğunlaşan nemin bitkilerin üzerine damlamasından kaynaklanmaktadır (Prenger and Ling, 2000, a,b,c,d; de Halleux and Gauthier, 1998; Buffington et al., 1992).

Seralar, bitki gelişimi için mutlak gerekli olan toplam ışınının bir bölümü olan görülebilir ışınların seraya ulaşması ve ışınının çok daha düşük olduğu kış aylarında yeterli derecede ışınım alabilmesi için geçirgen bir örtü malzemesiyle örtülürler. Dış sıcaklığın, arzu edilen iç sıcaklık değerinin altına düşmesi durumunda ise seralar ısıtılmalıdır. Ancak bu durumda da örtü malzemesi aracılığıyla dış ortama ısı kaçışı mümkün olduğunca engellenmelidir. Yazın şiddetli ışınım nedeniyle seralarda ortaya çıkan yüksek sıcaklık, sera ortamından uzaklaştırılmalı ve gelişim etmenleri mümkün olduğu kadar arzu edilen değerler düzeyinde tutulmalıdır. Özetle iyi bir sera örtü malzemesinin görevi, tüm yıl boyunca bitki gelişimi için gerekli iklim koşullarını sağlamak ve bu koşulları teknik olanaklardan da yararlanarak mümkün olduğunca istenilen düzeyde tutmaktır. Modern bir sera kurmak kadar seranın içinde uygun yetiştirme koşullarını oluşturmak ve devamlı izlemek gerekir. Havaların bulutlu, sera dışındaki havanın ise çok soğuk olduğu kış döneminde, sera içinde yetiştirme koşullarının yerine getirilmesinde yapılacak en küçük düzeltme hatası, sera ne kadar modern olursa olsun, sonradan yapılan üretimlerde büyük maddi kayıplara neden olacaktır.

Sera ve alçak plastik tüneller altındaki üretimi kapsamaktadır. Alçak plastik tüneller; bitki sıraları üzerine yaklaşık 60 cm yarı çaplı ve yarım daire kesitli yerleştirilmiş iskeletlerin üzerinin yumuşak plastik örtülerle örtülmesi sonucu elde edilen yapılardır (Sevgican, 1999a). Alçak plastik tünel altında yapılan bitkisel üretimde erkencilik amaçlanır. Seralar ise; iklim koşullarının açıkta bitki yetiştirmeye elverişli olmadığı dönemlerde, kültür bitkilerinin ekonomik olarak yetiştirilmesini olanaklı kılan, bitkisel üretim için gerekli olan gelişim etmenlerini sağlayabilen, içinde hareket edilebilir yapılardır (Baytorun, 1995; Eltez ve Günay, 1998).

1.2.1. Dünyada Seracılık

Dünya ülkeleri arasında sera yetiştiriciliği en çok ABD, Japonya ve Hollanda da yapılmaktadır. ABD’de sera yetiştiriciliği en çok Kaliforniya, Florida da yapılmakta olup %39’unu cam seralar oluşturmaktadır. Seraların % 78’i çiçekçilikle uğraşmaktadır. Avrupa da ise Hollanda, sera yetiştiriciliği bakımından ilk sırada yer alır. Soğanlı ve yumrulu çiçek üretiminde öncülük

yapmaktadır. İspanya, Fransa ve İtalya gibi ülkelerde de plastik seralar kullanılmaktadır.

Sera yapılan ülkeleri bulunduğu iklim kuşağına göre serin-soğuk ve ılıman-sıcak iklim kuşaklarına ayırmak olasıdır. Serin-soğuk iklim bölgesinde yer alan ülkeler arasında Hollanda, İngiltere, Romanya, Almanya, Bulgaristan'ı sıralayabiliriz. Serin – soğuk iklim kuşağındaki seraların ortak özellikleri şöyle sıralanabilir.

- a) Seraların örtü malzemesi cam olup, seraların ısıtılması zorunludur.
- b) Seraların yapımı yüksek maliyet gerektirmektedir.
- c) İşletme masrafı yüksek, iş gücü pahalıdır.
- d) Üretim teknolojisi yüksektir. Verim miktarı ve kalitesi yüksektir.

İlman-sıcak iklim kuşağında bulunan ülkeler arasında (Türkiye'nin de içinde bulunduğu) Japonya, İtalya, İspanya, Fransa, İsrail, Yunanistan'ı sıralayabiliriz. Bu kuşakta sera yetiştiriciliği, genel olarak soğuk aylara yöneliktir. Bu kuşağın seracılık özelliklerini şöyle sıralayabiliriz.

- a) Yatırım maliyetleri düşüktür. Örtü materyali plastiktir. Isıtma asgari düzeydedir.
- b) İşletme giderleri azdır; çünkü ısıtma masrafı az, işçilik daha ucuzdur.
- c) Üretim teknolojisi düşüktür. Verim ve kalite, serin –soğuk iklim kuşağındakine göre daha düşüktür.

1.2.2. Türkiye’de Seracılık

Ülkemizde seracılık, diğer ülkelere oranla daha yenidir. İlk seralar, kamu kuruluşlarınca Antalya, İçel illerinde deneme amacıyla yapılmıştır. Zaman içerisinde de Ege ve Marmara bölgelerinde yaygınlaşmıştır. Ülkemiz seracılığı Marmara, Ege, Akdeniz kıyı şeridinde gelişme göstermiştir. Ülkemizdeki sera alanlarının son yıllardaki dağılımına baktığımızda % 65'nin Antalya da yer aldığını görmekteyiz. Ülkemizde seracılığın bölgelerimize göre belirgin özelliklerini özetlersek; seracılığın yoğun olarak yapıldığı en kuzeydeki yöre Yalova'dır. Mikroklima özelliği gösteren ekolojik yapısı ve İstanbul gibi büyük bir tüketim merkezine yakın oluşu önemini artırmaktadır.

Buralarda saksı ve kesme çiçek yetiştiriciliği yaygındır. İzmir’de seraların büyük bölümü Balçova tarafındadır. Mikroklima özelliği gösteren ekolojik yapısı, jeotermal enerjiden faydalanmaları ve İzmir’e yakınlığı burada da seracılığın gelişmesini sağlamıştır. Antalya yöresinde ise seralar daha çok Kaş tarafında yer almaktadır. Seralarda sebze yetiştiriciliği ağırlıktadır.

Türkiye’de 2023 yılı itibari ile yıllık 32 milyon ton yaş sebze üretilmektedir. Toplam 9 milyon tonluk örtü altı üretimimizin 8 milyon tonunu sebze grubu

oluşturmaktadır. Toplam örtü altı varlığımız 764250 dekar olup, bunun 142640 da'ı (% 19) Alçak tünel, 55312 da (%7) Cam sera, 448510 da (%59) plastik sera ve 117750 da (% 15) yüksek tünel seralardan oluşmaktadır. Örtüaltı varlığı bakımından Dünyada ilk dört ülke arasında Avrupa'da ise İspanya ile ilk sırada yer almaktayız. Ülkemizde son 10 yılda ortalama örtü altı işletme büyüklüğü 2 da seviyesinden 4da'a çıkmıştır Ülkemiz örtü altı bitkisel üretim değeri yaklaşık 50 milyar TL'dir. Ülkemiz örtü altı üretimde Antalya %52'lik payla (4.2 milyon ton) birinci sıradadır. Bu ilimizi sırasıyla, Mersin %16 (1,3 milyon ton), Adana % 10 (750 bin ton) ve Muğla % 6 (500 bin ton) illeri takip etmektedir. Bu 4 ildeki toplam örtü altı üretimimiz yaklaşık 6,7 milyon ton ile ülkemiz toplam örtü altı üretiminin yaklaşık %90'nını oluşturmaktadır (Tüik, 2023)

İKİNCİ BÖLÜM SERA TİPLERİ

2.1. Sera Tipleri

Seralar çeşitli bitkilerin yetiştirme, büyüme ve gelişmelerini engelleyen çevre koşullarında bile en uygun bitki gelişme ortamlarını sağlamak amacıyla planlanır. Sera tiplerinin seçiminde ve planlanmasında en uygun gelişme etmenlerinin ne şekilde yaratılacağı konusu üzerinde durulmalıdır. Sera tipinin seçiminde çeşitli etkenler vardır. Bu etkenleri şöyle sıralayabiliriz:

2.1.1. Seranın Kullanılma Amacı

Seranın kullanılma amaçlarını; ekonomik yarar sağlamak, boş zamanları değerlendirmek, araştırma yapmak, çeşitli bitkileri sergilemek ve eğitim yapmak şeklinde sıralayabiliriz. Özellikle ekonomik açıdan kurulan seralar kar amaçlı kuruldukları için genellikle büyük işletmelerdir; bunun yanında diğer amaçlarla kurulan seralar ise daha küçük işletmeler olarak düşünülür.

2.1.2. Serada Gereksinilen Büyüklük

Bir sera işletmesinde sera bölümlerinin büyüklüğü, işletmede çalışan eleman sayısına ve yetiştirilen ürünlerin çeşidine bağlıdır. Eğer işletmede kullanılacak fazla sayıda alet ve ekipman varsa, seralar daha büyük ve daha fazla sayıda bölümlerle planlanabilir.

2.1.3. Yerleşim Yerinin İklim Koşulları

Seranın kurulmak istendiği bölgelerin ve aynı bölge içindeki iklim koşullarının farklı oluşu seraların değişik şekillerde yapılmasına neden olur. Bölgenin sıcaklık değerleri, rüzgar durumu, yağış şekli ve yoğunluğu, süresi, güneşlenme durumu, enlem derecesi gibi faktörler sera tipinin seçiminde

etkilidir. Örneğin soğuk, rüzgarlı ve kar yağışlı bölgelerde seraların daha basık, sıcak yerlerde daha yüksek, karlı ve fırtınalı bölgelerde sera iskelet ve çatısının daha dayanıklı yapılması gerekir.

2.1.4. Sera Yerinin Topografik ve Ekolojik Özellikleri

Sera kurulmak istenen yerin topografik durumu, arazinin eğimi ve yönü, düz bir alanda veya vadide bulunuşu gibi koşullar seranın tipini etkileyebilir; örneğin düz alanlarda, blok seralar kolaylıkla yapılırken eğimli arazilerde oldukça zordur.

2.1.5. İşletmenin Mali Gücü

Sera yapımı, büyük masraf gerektirir; bu nedenle işletmenin mali gücü önemlidir. İşletmeci mali gücü doğrultusunda, kuruluş maliyeti az fakat yıllık yapı gideri fazla olan plastik seraları veya kuruluş maliyeti daha fazla olan cam seraları tercih eder.

2.1.6. İşletmenin Alet ve Ekipman Olanaklar

Seralardaki işçilik maliyet giderleri, işletmenin alet ve ekipman olanaklarına bağlıdır. İşçiliğin elle yapıldığı işletmelerde işçilik gideri yüksek, işçiliğin makine ile yapıldığı işletmelerde ise işçilik maliyeti düşüktür.

2.1.7. Gelecekteki Değişiklik ve Gelişmeler

Seralar kurulurken ileride yetiştirilebilecek bitki türleri dikkate alınarak planlanmalıdır; aksi takdirde ileriki d.nemlerde problemler yaşanabilir. Örneğin, alçak boylu bitki yetiştirmek için kurulan basık seralarda daha sonra uzun boylu bitkileri yetiştirmek mümkün olmayabilir. Sera işletmelerinde başlangıçta, tek bir sera yapılabilir; ancak ileride, üretim alanını genişletme zorunluluğu doğabilir. Bu nedenle sera tipi seçilirken planlanması aşamasında ilerideki büyüme ve gelişme olanakları göz önünde bulundurulmalıdır.

2.1.8. Seranın Yapı Özellikleri

Seranın çatısının eğimine, çatı örtüsüne, ünitelerin bireysel veya blok şeklinde oluşuna, iskelet malzemesinin çeşidine göre seralar, yapı özellikleri bakımından birbirinden ayrılır.

Seracılık işletmesi için sera tipi seçilir, planlanır ve sera kurulurken şu genel ilkeler göz önüne alınmalıdır;

- a) Seralar, tarım işletmesi içindeki diğer yapılarla estetik bir görünüşte olmalıdır.
- b) Sera, bitki yetişmesine, sağlığına ve verimine en uygun çevre koşullarını sağlayabilmelidir.

- c) Seralar için ayrılan alanın büyüklüğü ve yeri, işletmenin ilerde uygulamayı planladığı seracılığa yeterli ve uygun olmalıdır.
- d) Seranın bölümleri ve kısımları iş gücünün en verimli şekilde kullanılmasını sağlayabilmelidir.
- e) Sera yapı malzemesinin sağlam, dayanıklı ve estetik bir görünüşü olmalıdır.

2.2. Seraların Sınıflandırılması

2.2.1. Büyüklüğüne Göre Sera Tipleri

Seranın büyüklüğü taban alanının genişliği ve uzunluğu ile tanımlanır. Bu iki boyutun çarpımı, taban alanını verir. Büyüklük verilirken uzunluk ve genişliğin birbirine uyumlu olması gerekir. Dar ve kısa olan seralarda, dar ve kısa boyutlara paralel bitki sıraları kullanılır. Burada yetiştirilen bitkiler, kritik çevre koşullarının olumsuz etkilerinden zarar görür. Aynı büyüklükte taban alanına sahip, fazla sayıda kısa seralar yerine, uygun boyutlara sahip bir sera planlanması yapılırsa bitki yetiştirilmesi için ekolojik koşullar daha kolay yaratılabilir. İlk yapı maliyeti ve yıllık ısıtma giderlerinden de tasarruf sağlanmış olur. -Büyük seralar, taban alanı 1000 m² den fazla blok veya tek sera olarak kurulabilen seralardır. Orta büyüklükteki seralar, taban alanı 100-1000 m² arasında değişen, genişliği 3-20m, uzunluğu 25-50m olan, üretim amacıyla kullanılan seralardır. Küçük seralar, taban alanı 100 m² den az tek bir seradan oluşan, genişliği 1-6m, uzunluğu 2-20m olan, hobi seralarıdır. Kule seralar, taban alanı 150 m² den az olan, kule şeklinde kurulan ve bir dişli düzene bağlı raf sistemiyle üretim alanı genişletilebilen seralardır.

2.2.2. Kuruluş Şekillerine Göre Sera Tipleri

Seralar kuruluş biçimlerine göre bireysel (tek çatılı), blok ve bitişik seralar olmak üzere üçe ayrılır. Bitişik seralar, bir duvara veya binaya dayalı olarak kurulur. Bu seraların bir veya birkaç yüzeyi duvarla kaplı olursa da, çatının eğimi güneye bakar ve şeffaf bir malzeme ile kaplanır.

Blok seralar, birkaç bireysel seranın birleşmesiyle oluşur. Bireysel seraların birleşme yerlerinde duvarlar olmazsa, çatı ağırlığını taşıması için dikmeler bulunur. Bireysel seralar birleştirilirken yan duvarlar kaldırılmışsa bunlara “bölmesiz blok seralar”, yan duvarlar kaldırılmamışsa bu seralara “bölmeli blok seralar” adı verilir. Venlo tip seralar, galvanize çelikten yapılmış, genişliği 3.2m, yan yüksekliği 2.2m, çatı yüksekliği 3.2m olan blok seralardır.

2.2.3. Yapı İskeletine Göre Sera Tipleri

Yapı iskeletini oluşturan önemli yapı elemanlarından biri kiriş, diğeri de çatı taşıyıcı kolondur. Bu asal elemanlardan oluşan seralar, çatı biçimlerine göre planlanır. Çift eğimli çatıya sahip seralar, çatıyı taşıyıcı kolona (mesnet) göre sınıflandırılır. Böylece bu tip seralar; iki mesnetli, üç mesnetli, beş mesnetli, çok mesnetli olabilir. İki mesnetli çift eğimli seralarda çatı kirişi yalnız iki ucundan iki kolonla taşındığından, sera içinde işçilik rahatlıkla yapılabilir. Sera içi istenildiği gibi düzenlenebilir. Çatı kirişi ikiden fazla kolonla taşınan seralarda ise kolonlar fazlaştıkça ve kolon aralıkları daraldıkça sera alanında işçilik zorlaşır. Birçok ülkede seralar iskelet durumuna göre farklılık gösterir. Örneğin, Hollanda'da geliştirilen Venlo tipi, en hafif yapı tarzına sahip sistem olarak bilinmektedir. Bu seralarda sera havalandırması belirli aralıklarla cam büyüklüğündeki pencerelerin açılması ile yapılır.

Rüzgarı az olan karasal iklime sahip bölgelerde bireysel açılma ile yapılan havalandırma yeterli olmamaktadır. Bu yüzden bu sistem şartlara uygun olarak değiştirilerek kullanılabilir. İskelet malzemesinin cinsine göre seralar değişik çeşitlere ayrılır. Bunlar; ahşap iskeletli seralar, demir iskeletli seralar, beton iskeletli seralar, alüminyum iskeletli seralar, suni elyaf iskeletli seralar ve hava şişirmeli seralardır.

2.2.4. Sıcaklıklarına Göre Seralar

Sera içi sıcaklığına göre seralar; sıcak, ılık ve soğuk olarak üç çeşittir. Sıcak seraların ortalama iç sıcaklığı 20-24 °C arasında bulunur. Sıcaklık 18 °C'nin altına düşmez. Bu seralarda sıcaktan hoşlanan bitkiler yetiştirilir. Ilık seralarda, sıcaklık 10-20 °C arasındadır. Soğuk seralarda herhangi bir ısıtma yapılmaz, genellikle sera sıcaklığı 0-10 °C arasındadır; bu nedenle, bu tip seralar ancak iklimi uygun olan ılıman bölgelerde yetiştirme amacıyla kullanılabilir.

2.2.5. Çatı iskeletine Göre Sera Tipleri

Seralar; çatıları basit, beşik ve yuvarlak çatılı olabilir. Basit çatılı seralar, tek yüzeyli ve seranın bir duvara dayanması ile olur. Bu seraların kuzey tarafı duvar olarak yapılmalıdır. Beşik çatılı seralarda, iki çatı yüzeyi bulunur. Bu tip seralar, doğu-batı doğrultusunda kurulmalıdır; böylece seralar daha fazla ışık alabilir. Blok seralarda, beşik çatıların birleşmesiyle M tipi çatı şekli ortaya çıkar. Yuvarlak çatılı seralar, güneş ışığından en fazla yararlanabilen çatı tipine sahip seralardır. Bunlar, örtü malzemesi plastik olan ve ucuza mal olan seralardır. Yuvarlak çatılı seralar, bireysel olabildiği gibi blok biçimde de inşaa edilebilir.

2.2.6. Yararlanma Şekillerine Göre Seralar

Yararlanma şekillerine göre seralar; yetiştirme, koruma-sergileme, üretme ve araştırma seraları olarak dört kısma ayrılır. Yetiştirme seralarında, sera içindeki toprak doğrudan yetiştiricilikte kullanılır. Koruma ve sergileme seraları, satılacak saksı çiçekleri ile o bölgede yetişmeyen bitkilerin tanıtılması ve gösterilmesinde kullanılır. Üretme seralarında; tohum, fide ve çelik üretimi yapılır. Araştırma seralarında, birçok araştırmanın yapılabilmesi için hemen bütün olanaklar vardır.

2.2.7. Örtü Malzemesine Göre Seralar

Örtü malzemesi yönünden seralar; cam, plastik, suni elyaf ve plexicam seralar olarak sınıflandırılır. Camlar kalınlıklarına ve tel içermelerine göre sınıflara ayrılır. Camların ışık geçirgenliği ve dayanıklılığı fazladır; ancak camlar pahalıdır.

Plastik örtülü seralar gittikçe yaygınlaşmaktadır. En çok kullanılan plastikler PE (polietilen) ve PVC (polivinilklorit)'dir. Plastikler dış etkilerden çabuk yıpranır ve yırtılır. Ömürleri 6 ay ile 1-2 yıl arasında değişir. Ülkemiz dışında, suni elyaf malzeme kullanımı artmaktadır. Bunlar sert ve tabakalar şeklindedir. Tabakaların dayanımını arttırmak için şekilleri dalgalandırılır. PVC levhalardan sertleştirilmiş olanları, şeffaf örtü malzemesi olarak kullanılır. Plexicam olarak satılan tek ve çift katlı akrilcamlar dayanım yönünden cama göre daha iyidir. Kullanmada da kesilip delinme, yontulma ve yapıştırılma gibi üstünlükleri vardır.

2.2.8. İskelet Malzemesine Göre Seralar

Seralarda eskiden beri iskelet malzemesi olarak ahşap kullanılmaktadır; ancak çabuk çürümesi nedeniyle yerini diğer malzemelere bırakmıştır. Demir iskelet malzemeleri dayanıklıdır; ancak dayanıklılığının artırılması için düzenli olarak macunlanması ve boyanması gerekmektedir. Beton, iskelet malzemesinden çok, sera temel ve s..melerinde kullanılır; ayrıca diğer iskelet malzemeleriyle birlikte kullanılabilir.

Son yıllarda, hafif ve dış hava koşullarından pek etkilenmeyen alüminyum, iskelet malzemesi olarak kullanılmaya başlanmıştır; fakat oldukça pahalıdır. Bir de hava ile şişirme seralar vardır; ancak dış etkenlerden çok çabuk etkilendikleri için pratikte fazla kullanılmaz.

KAYNAKLAR

MEGEP Bahçecilik-Sera Yapım Tekniği-2007

- Prenger, J.J. and P.P. Ling. 2000. "Greenhouse Condensation Control." Fact Sheet (Series) AEX-800. Ohio State University Extension, Columbus, OH. StrobelD. de
- De Halleux, D., & Gauthier, L. (1998). Energy consumption due to dehumidification of greenhouses under northern latitudes. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 69(1), 35-42.
- Buffington, J. M., Dietrich, W. E., & Kirchner, J. W. (1992). Friction angle measurements on a naturally formed gravel streambed: Implications for critical boundary shear stress. *Water Resources Research*, 28(2), 411-425.
- Sevgican A., 1999a. Örtüaltı Sebzeçiliği. Cilt I. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No:528. ISBN 975-483-384-2, İzmir.
- Baytorun A.N., 1995. Seralar. Ç.Ü. Ziraat Fak. Yayın No:110, Adana.
- Eltz, R.Z, A. Günay, 1998. Bakırçay'da Seracılık. Bergama Ticaret Odası Yayınları, İmaj Reklam, 24 s. Bergama.