



# Trakya Bölgesinde kuru koşullarda farklı toprak ordolarında yetiştirilen ayçiçeği çeşitlerinin verimi ile toprak nemi arasındaki ilişkiler<sup>†</sup>

✉ Ferruh Feza Yılmaz<sup>1</sup>, ✉ Duygu Boyraz Erdem<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Trakya Birlik Toprak Laboratuvarı, Tekirdağ

<sup>2</sup>Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tekirdağ

## Özet

Son yıllarda iklim değişikliğinin etkilerinin giderek artmasıyla bitkisel üretim için toprak neminin önemini daha da ön plana çıkarmaktadır. Kısıtlı ve düzensiz yağışlar nedeniyle bitkinin suya ihtiyaç duyduğu dönemlerde yeterince su sağlanamamaktadır. Bu çalışmada üç farklı toprak ordusunda yetiştirilen farklı ayçiçeği çeşitlerinin gelişim periyodundaki toprak nem durumları değerlendirilmiştir. Topraktaki nemin durumu birçok faktöre bağlı olmakla birlikte toprak tekstürü en önemli etkidir. Su tutma kapasitesi yüksek olan kil tekstüre sahip çalışma alanı toprakları ayçiçeği gelişim periyotlarında yeterli nemi içermesinden dolayı verim ve diğer kalite parametrelerinde ortalama değerleri sağlamaktadır. Çalışma alanı topraklarından Entisol Ordosu topraklarının çimlenme dönemi ile olgunlaşma dönemi arasında yüzey toprağında içerdiği nem değeri 166,05-95,31 mm arasında, Inceptisol Ordusunun yüzey toprağında ise 143,08-56,43 mm arasında ve Vertisol toprağında ise 169,47-46,92 mm arasında ölçülmüştür. Sulama yapılmayan toprağın yüzey horizonlarındaki nem içeriğinin bitki gelişimi periyodunda ki ihtiyaç duyduğu nemi karşılamasıyla birlikte verime etkileri değerlendirildiğinde; nem içeriği en yüksek aralıkta olan Entisol toprağında en yüksek verimi Bosfora (255 kg/da) ve P64LL05 (253 kg/da) çeşitlerinden elde edildiği görülmüştür. Inceptisol ve Vertisol topraklarında ise özellikle çiçeklenme dönemlerinde toprak nemin azaldığı belirlenmiştir. Bu iki toprak genelde daha düşük nem içeriklerine sahip olmasına rağmen Maxtor çeşidinde Inceptisol toprağında 251 kg/da Vertisol toprağında 254 kg/da verim değerleriyle daha yüksek verim elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Toprak nemi, ayçiçeği çeşitleri, tekstür sınıfı, kuraklık, toprak ordosu

## Relationship between soil moisture and yield of sunflower varieties grown on different soil orders under rain-fed conditions in Thrace Region

### Abstract

In recent years, the increasing effects of climate change have increased the importance of soil moisture for vegetative production. Due to limited and irregular rains, sufficient water cannot be provided during the periods when the plant needs water. In this study, soil moisture conditions during the development period of different sunflower cultivars grown in three different soil orders were evaluated. Although the state of moisture in the soil depends on many factors, the soil texture is the most important factor. Study area soils with clay texture with high water holding capacity provide average values in yield and other quality parameters since they contain sufficient moisture in sunflower growth periods. The moisture content between the germination period and the ripening period was measured between 166,05-95,31 mm for Entisol Order soils, between 143,08-56,43 mm for the Inceptisol Order soils and 169,47-46,92 mm for the Vertisol Order soils. When the moisture content in the surface horizons of the non-irrigated soil meets the moisture needed in the plant development period and its effects on yield are evaluated; it was observed that the highest yield was obtained from Bosfora (255 kg/da) and P64LL05 (253 kg/da) varieties in Entisol Order soils with the highest moisture content. In Inceptisol and Vertisol Order soils, it has been determined that the soil moisture decreases especially during the flowering periods. Although it generally has lower moisture contents, higher yields were obtained with 251 kg/da in Inceptisol Order soils and 254 kg/da in Vertisol order soil in Maxtor variety.

**Keywords:** Soil moisture, sunflower varieties, texture class, drought, soil order

© 2021 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

\* Sorumlu yazar:

Tel. : 0282 250 2203

E-posta : [dboyraz@nku.edu.tr](mailto:dboyraz@nku.edu.tr)

Makale Türü: **ARAŞTIRMA MAKALESİ** (<sup>†</sup>Doktora tezinden üretilmiştir)

Geliş Tarihi : 20 Mayıs 2021

e-ISSN : 2146-8141

Kabul Tarihi : 30 Eylül 2021

DOI : 10.33409/tbbbd.939919

## Giriş

Dünyanın karşı karşıya olduğu en önemli problemlerden biri küresel ısınma ve buna bağlı iklim değişikliğidir. Küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliğinin, kara ve deniz buzullarının erimesi, deniz seviyesi yükselmesi, iklim kuşaklarının yer değiştirmesi, ani taşkınların ve sellerin daha sık oluşması ve etkilerinin kuvvetlenmesi, kuraklık, çölleşme gibi insan yaşamını, sosyoekonomik koşulları ve ekolojik sistemleri doğrudan ya da dolaylı olarak etkilemesiyle önemli sonuçlarının olacağı öngörülmektedir (Sertel ve Örmeci 2009; Sertel 2008; IPCC 2001).

Ülkemizde günümüze kadar çeşitli kurum ve kuruluşlarca bazı alanlarda sıcaklık, yağış, akım ölçümü yapılmış olmasına karşın diğer bir önemli kuraklık parametresi olan toprak nemine ilişkin düzenli ve sürekli bir izleme çalışması bulunmamaktadır (Kadioğlu 2008; 2012). Toprak nemi birçok hidrolojik ve doğal süreçlerin (jeomorfolojik, iklimsel, çevresel vb.) anlaşılmasında anahtar role sahiptir. Net radyasyon, evapotranspirasyonla alınabilir su miktarı, yüzey ve yüzey altı akış, kimyasalların akiferlere taşınması gibi birçok faktör toprak nemi tarafından kontrol edilir ve birçok model (hidrolojik, erozyon vb.) için anahtar rolündedir. Kuru tarım yapılan alanlarda yağışlar sonucunda infiltrasyonla toprağa giren su bitkisel üretim için tek kaynaktır (Başkan ve ark., 2018). IPCC (2007), küresel ısınma kaynaklı iklim değişikliğinin Türkiye için en önemli etkisi, çoğu bölgelerde yağışın azalması ile ortaya çıkacak olan kuraklık ve su kaynaklarında azalma şeklinde olacağı bilim adamları tarafından bildirilmektedir. Bu durumun, en çok su kaynaklarını ve rezervlerini etkileyeceği tahmin edilmektedir. İklim değişiklikleri sonucunda gerçekleşmesi olası sıcaklık artışı ve yağış azalması, toprak nem içeriğini doğrudan etkileyen parametrelerdir. Bitki gelişim periyodu boyunca bitki için gerekli nemin toprakta yeterli miktarda bulunması, verim açısından çok önemlidir (Kayam ve Aydın, 2017).

Toprak nem dengesini oluşturan toprak ve bitki özellikleri ile atmosfere ilişkin parametreler kullanıldığında, geleceğe ilişkin olası iklim değişikliğinin toprak nem dengesi üzerindeki etkileri ve değişiminin kestirilebileceği ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlara göre, Aydın yöresinde özellikle sıcaklık artışı ile atmosferin buharlaşma talebinde önemli artışlar olacağı ve bu durumun buharlaşma ve terlemeyi içeren bitki su tüketimlerini oldukça artıracığı görülmüştür. Bitkiden olan terlemenin artması yanında, topraktan olan buharlaşmanın da artması, özellikle yüksek taban suyu olan yörede kapilar yükselme ile bitki kök bölgesine daha fazla nem akışının olacağı model çıktıları ile anlaşılmıştır. Topraktaki nem dengesinin, bitki gelişme dönemi boyunca topraktaki dikey su hareketine veya akımlara bağlı olduğu, ancak, bu durumun su sağlama olanakları ile uyumlu olmaması durumunda toprakta depolanan nemde ve tarımsal verimlilikte önemli azalmaların olacağı tahmin edilmektedir (Kayam ve Aydın, 2017). Sürdürülebilir kalkınma için su ve toprak en kritik doğal varlık olarak kabul edilmektedir. Birleşmiş Milletlerin 2030 yılı Kalkınma Hedefinde su ve toprak önemli yer tutmaktadır. İklimsel değişikliğin arttığı ve gelecekteki kuraklık projeksiyonları üzerinde çalışıldığı bir süreçte toprakların sürdürülebilir kullanımı için su kurak tarım alanları için bir önceliktir. Kuru tarım söz konusu olduğunda, toprağın kırılganlığı daha da önemli hale gelir, çünkü birçok tarım uygulaması toprağı yağış için hazırlama amacına sahiptir. Böylece mümkün olduğunca fazla su depolayabilmektedir (Çelik ve Akça, 2021).

Yılmaz ve Boyraz Erdem (2020) yaptıkları çalışmada Trakya Bölgesi koşullarında farklı toprak ordolarında ve ayçiçeği çeşitlerinin ham yağ ve yağ kalitesi parametrelerinin üzerindeki etkisini belirlemişlerdir. Yağ içerikleri varyans analizine göre 0,01 güven seviyesinde istatistiksel olarak önemlidir ve %31,79 ile %43,69 arasında değişmektedir. Toprak bitki ilişkisi değerlendirilerek Vertisol ordosu toprağının yağ içeriği açısından diğer topraklardan daha yüksek değerlere sahip bulunmuştur. Bu çalışmada sulama yapılmayan doğal yağış koşullarında, yağışın sınırlı olduğu bölgelerde, farklı toprak ordolarında toprak özelliklerine ve özellikle toprak tekstürüne bağlı olarak toprağa düşen suyun tutulması ve ayçiçeği yetiştirme periyodunda bu suyun kullanılması durumu değerlendirilmiştir.

## Materyal ve Yöntem

Tekirdağ İli Marmara Ereğlisi İlçesi Yeniçiftlik Mahallesi'nde yer alan Entisol Ordosu profil F1 41001'54" kuzey ve 27046'07" doğu, İnceptisol Ordosu profil F2 41001'31" kuzey ve 27045'48" doğu, Vertisol Ordosu profil F3 41001'54" kuzey ve 27054'41" doğu koordinatlarında yer almaktadır. Tekirdağ İli'nde 1960- 2015 yılları içinde gerçekleşen yıllık ortalama sıcaklık 14,1 °C, yıllık ortalama yağış miktarı 586,3 mm, yıllık ortalama nisbi nem % 77,66'dır (Anonim 2016). Tekirdağ İli 2015 yılı verileri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Tekirdağ ili 2015 yılı iklim değerleri.

	AYLAR											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ortalama Sıcaklık, °C	5,6	6,5	8,5	11,3	18,5	21,4	24,9	26,1	22,8	16,4	13,8	7,4
Max. Sıcaklık Ort., °C	9,2	9,6	11,4	15,8	22,9	25,8	29,5	30,5	27,4	20,4	18,5	12,1
Min. Sıcaklık Ort., °C	2,8	3,9	6,0	7,6	14,7	17,3	19,9	21,8	19,1	13,2	10,2	4,0
Ort. Yağış Mik., mm	61,5	94,6	29,7	65,2	32,2	62,8	0,5	0	34,9	85,1	48,6	79,9
Nisbi Nem, %	82,2	78,8	81,8	74,8	74,9	72,3	70,5	68,8	77,3	80,1	80,7	79,9
Ort. 5 cm Top. Sıc., °C	4,7	6,3	9,2	13,3	22,8	24,5	29,6	30,0	25,6	16,8	13,1	7,2
Ort. 10 cm Top. Sıc., °C	5,4	6,9	9,7	13,7	23,0	24,8	29,7	30,2	26,1	17,4	13,8	7,9
Ort. 20 cm Top. Sıc., °C	6,1	7,6	10,1	14,0	22,7	24,5	29,1	29,9	26,5	18,3	14,5	8,9
Ort. 50cm Top. Sıc., °C	6,8	8,0	9,8	13,2	20,7	22,8	26,9	28,2	25,8	18,9	14,9	9,8
Ort.100 cm Top. Sıc., °C	9,5	9,8	10,6	12,9	18,3	20,8	23,9	25,9	25,0	20,8	16,7	12,1
Top açık yüzey buh., mm	-	-	-	-	-	-	114,3	114,7	-	-	47,1	32,9
Ort.Rüzgar Hızı, m/sn	3,0	3,2	2,9	2,7	2,5	2,8	3,0	3,4	2,8	3,2	2,9	2,4
Ort. buhar basıncı, hpa	7,8	7,8	8,9	9,9	14,7	18,0	21,5	22,6	20,8	14,7	12,4	8,1
Ort.Gün Güneş Sür., sa	3,4	2,8	3,7	-	6,5	6,9	10,0	8,9	6,5	4,1	4,8	4,2
Ort. Hava Basıncı, hpa	1018,8	1015,7	1019,4	1017,0	1013,8	1013,8	1013,4	1013,7	1014,6	1018,8	1019,3	1029,3

-Meteorolojik ölçüm yapılmamıştır.

İklim koşullarının oluşturduğu değişimler, özellikle tarım için son derece önemlidir. Ayrıca toprak içindeki yıllık ortalama sıcaklık ile sıcaklığın aylara göre dağılımı, toprak içi sıcaklık gruplarının kurulmasında önemlidir. Toprak içi sıcaklığı, toprakların kimyasal, fiziksel ve biyolojik olaylarında ve bitki tohumlarının çimlenmesinde etkilidir.

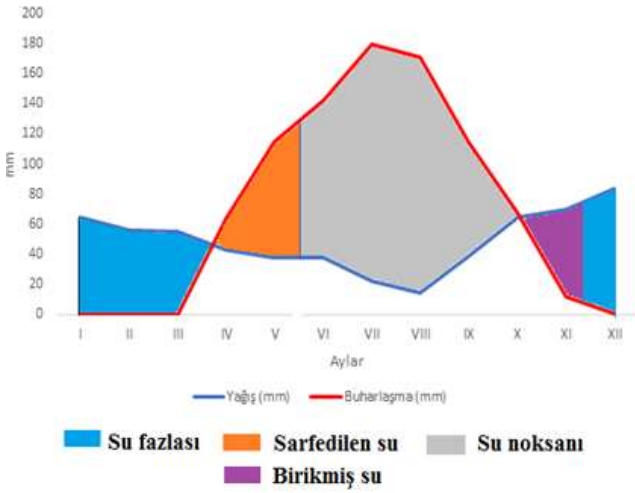
Çizelge 1'de 50 cm toprak derinliğine kadar olan (5 cm, 10 cm, 20 cm, 50 cm) toprak sıcaklıklarına göre hesaplanan araştırma alanı toprakları, iklim- toprak sıcaklığı ilişkileri bakımından daha çok yarı- tropiklerde de yer alan Thermic grubuna girmektedir. Araştırma bölgesinde hava sıcaklığı Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında artmasına rağmen profil derinliği boyunca toprak sıcaklığı düzenli bir şekilde azalmakta; Ocak, Kasım ve Aralık aylarında ise profil derinliğine inildikçe toprak sıcaklığında düzenli bir artış gözlenmektedir. Günümüzde toprak sınıflamaları toprak sıcaklık rejimi ve toprak nem rejimlerine göre yapılmaktadır. İnceleme alanı toprakları Xeric Nem Rejiminde ve Thermic Toprak Sıcaklığı rejiminde saptanmıştır (Dinç ve ark., 1997).

Deneme 3 farklı toprak ordosunda da Mayıs ayının ilk haftasında toprak tavının uygun olduğu dönemde P64 LL05, Maxtor, LG 5580 ve Bosfora çeşitlerinin ekimleri yapılmıştır. Alt yapraklar ile tabla kenarındaki steril ve tabla içindeki fertil çiçeklerin kuruyup döküldüğü, brakte yaprakların sarı veya kahverengi bir renk aldığı, tablaların arkasının büyük kısmının kahverengiye dönüştüğü ve tabladaki bütün tohumların olgunlaştığı dönem olan Eylül ayının ilk haftalarında hasat işlemi biçerdöver ile yapılarak tartımlar kantarda gerçekleştirilmiştir ve dekara tohum verimi bulunmuştur.

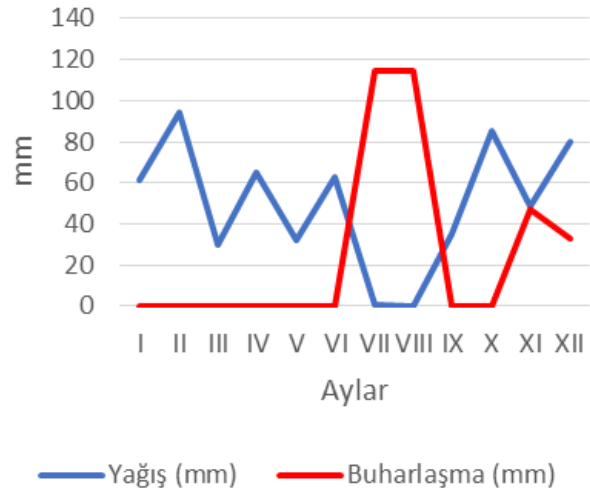
Araştırma profillerinin her bir genetiksel horizonunda morfolojik incelemeler yapılmıştır (Soil Survey Division Staff, 1993). Araştırma alanında belirlenen horizonları açıklayıcı bir biçimde tanımlamak ve toprakların özelliklerini ortaya çıkarmak amacıyla alınan toprak örneklerinde çeşitli analizler yapılmıştır. Tane büyüklüğü dağılımı (Tekstür) hidrometre metoduna göre saptanmıştır (Soil Survey Staff, 1963). Tekstür sınıflarının isimlendirilmelerinde tekstür üçgeninden faydalanılmıştır (Soil Survey Division Staff, 1993). Toprak reaksiyonu (pH) su ile 1/2,5 oranında sulandırılmış toprak süspansiyonlarında cam elektrotlu pH ile saptanmıştır (Jackson, 1958). Kireç tayini (%) volümetrik kalsimetre metodu ile tayin edilmiştir (Sağlam, 2001). Tuz konsantrasyonu ( $\mu\text{s/cm}$ ) 1/2,5 oranında sulandırılmış toprak süspansiyonlarında elektriki kondaktivite aleti ile ölçülerek saptanmıştır (Richards, 1954). Organik madde miktarları (%) Walkley Black metoduna göre yapılmıştır (Sağlam, 2001). Toprakta gravimetrik nem miktarı (%) örnekler 105°C sabit sıcaklığa kadar kurutma fırınında bekletilerek kurutulmuş ve hesaplama yapılarak nem değerleri bulunmuştur (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954).

## Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada araştırma alanı topraklarının ayçiçeği yetiştirme periyodu boyunca toprak nem durumu ve iklim verileri ile ilişkisi incelenmiştir. Şekil 1'de Tekirdağ ili uzun yıllar iklim verileri ortalamasına göre yapılan Xeric nem rejimi diyagramında bir yıllık periyotta su fazlası, su noksanı olan dönemler ile sarfedilen su miktarı ile birikmiş su bulunabilecek dönemler belirlenmiştir. Tekirdağ İli uzun yıllar ortalaması verilerine göre Xeric nem rejimine ait diyagram Şekil 1'de görüldüğü gibi mevsim normallerine göre Kasım ortasından Mart sonlarına kadar toprakta su fazlası olan dönem, Nisan başından Mayıs ortalarına kadar sarfedilen su miktarı, Mayıs ortasından Ekim başlarına kadar toprakta su noksanlığı olduğu dönem ve Ekim'den Kasım ortalarına kadar da toprakta birikmiş su oluşmaktadır. Ancak 2015 yılı verileriyle Xeric nem rejimi diyagramını Şekil 2'deki şekliyle incelediğimizde iklim değişikliğinin etkilerini, iklim verilerindeki dengesizliğin oluşturduğu diyagramda görülmektedir. 2015 yılı verilerinden oluşan su bilançosunda uzun yıllar ortalamasından çok farklı bir diyagram ortaya çıkmaktadır. Bu durumun en belirgin göstergesi ise küresel iklim değişimi sonucunda, ülkemizde de yağışların alansal dağılımının, şiddetinin ve süresinin zamanla değişmesi ile açıklanabilir (Demir ve ark., 2008). Bu durumda tarımsal üretimde bitki tohum yatağı hazırlama, ekim, ilaçlama, gübreleme ve hasat zamanlarını önemli derecede etkilemektedir. İklimsel verilerinin bu kadar düzensiz olduğu bölgelerde sulama yapılamayan alanlarda bitkinin gelişme periyodu boyunca toprakta suyun bulunması çok daha önemlidir.



Şekil 1. Tekirdağ İli uzun yıllar iklim verileri ortalaması Xeric nem rejimi diyagramı



Şekil 2. Tekirdağ İli 2015 yılı iklim verileri ortalaması Xeric nem rejimi diyagramı

Araştırma 2015 yılında 3 farklı toprak çeşidinde yürütülmüştür. Çalışma alanı topraklarının profil tanımlamaları yapılarak genetiksel horizon esasına göre alınan toprak örneklerinin kimyasal ve fiziksel analiz sonuçları Çizelge 2-4'de verilmektedir. Şekil 3-5'te çalışma alanlarının konumu ve deneme parselleri görülmektedir.

Çizelge 2. Entisol Ordosuna Ait Fiziksel ve Kimyasal Toprak Analiz Sonuçları

Horizon Derinlik (cm)	pH (1/2.5)	EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Organik Madde (%)	Kireç (%)	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Tekstür Sınıfı
Ap 0- 17	7,57	233	1,04	6,18	25,28	48,72	26,00	Kil (C)
Ad 17- 37	7,58	166	1,03	5,87	25,28	48,72	26,00	Kil (C)
A 37- 60	7,59	158	0,76	10,88	21,28	48,72	30,00	Kil (C)
ACk 60- 76	7,62	157	0,66	17,75	22,92	46,72	30,36	Kil (C)
CAk 76- 92	7,61	147	0,35	23,93	18,92	44,72	36,36	Kil (C)
Ck 92+	7,72	148	0,21	32,73	14,92	43,08	42,00	Siltli kil(SiC)

Çizelge 3. İnceptisol Ordosuna Ait Fiziksel ve Kimyasal Toprak Analiz Sonuçları

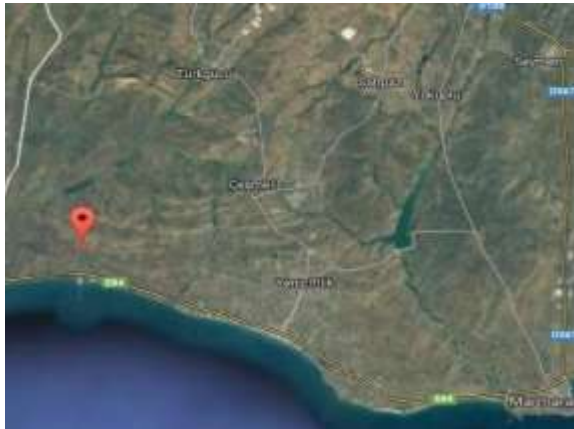
Horizon Derinlik (cm)	pH (1/2.5)	EC ( $\mu\text{S/cm}$ )	Organik Madde (%)	Kireç (%)	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Tekstür Sınıfı
Ap 0- 25	7,35	267	1,07	0,96	26,92	47,08	26,00	Kil (C)
Bw <sub>1</sub> 25- 52	7,11	107	0,65	1,13	26,92	49,04	23,64	Kil (C)
Bw <sub>2</sub> 52- 82	7,51	177	0,43	2,44	26,92	47,44	25,64	Kil (C)
BC 82- 101	7,71	202	0,35	8,19	24,20	49,80	26,00	Kil (C)
C <sub>1</sub> 101-127	7,83	217	0,31	9,75	22,20	51,80	26,00	Kil (C)
C <sub>2</sub> 127 +	8,03	280	0,08	13,28	26,20	45,80	28,00	Kil (C)

Çizelge 4. Vertisol Ordosuna Ait Fiziksel ve Kimyasal Toprak Analiz Sonuçları

Horizon Derinlik (cm)	pH (1/2.5)	EC ( $\mu\text{S/cm}$ )	Organik Madde (%)	Kireç (%)	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Tekstür Sınıfı
Ap 0- 15	7,33	186	1,18	1,22	32,20	47,44	20,36	Kil (C)
Ad 15- 39	7,30	141	1,07	1,04	32,20	47,44	20,36	Kil (C)
Ass <sub>1</sub> 39- 76	7,55	144	0,48	2,96	34,20	49,44	16,36	Kil (C)
Ass <sub>2</sub> 76- 97	7,72	173	0,54	5,39	33,28	48,72	18,00	Kil (C)
AC 97- 116	8,20	213	0,32	6,10	34,92	50,72	14,36	Kil (C)
Ck 116 +	8,48	280	0,30	10,97	31,28	48,72	20,00	Kil (C)



Şekil 3. Entisol Ordosuna Deneme Alanını ve Çevresini Gösterir Google Earth Görüntüsü



Şekil 4. İnceptisol Ordosunda Ayçiçeğinin Görünümü ve örnekleme noktası



Şekil 5. Vertisol Ordosunda Ayçiçeğinin ve toprak özelliklerinin Görünümü

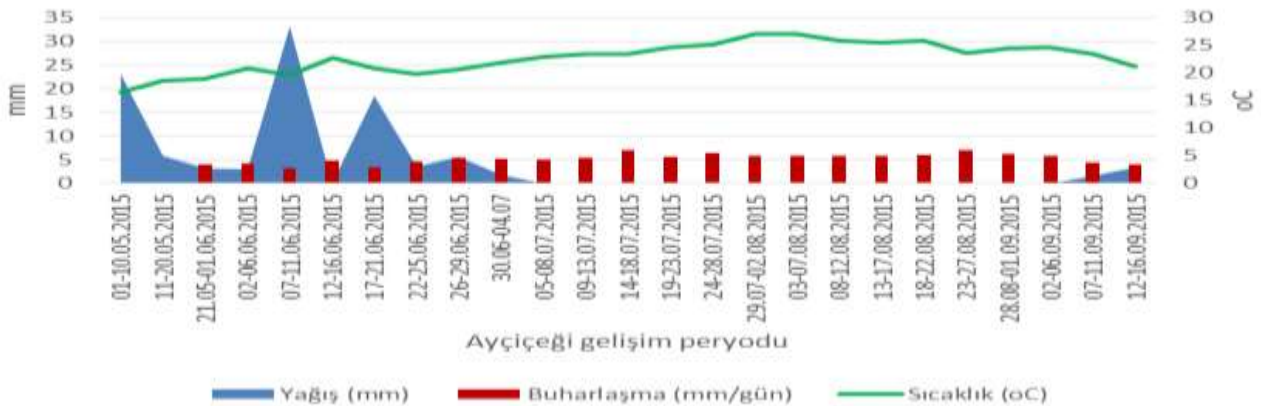
Entisol Ordosunda (Cangir, 1991)'e göre 0- 92 cm derinliğe kadar yer alan horizonların toprak tekstür sınıfı kil, Ck horizonunun siltli kildir. Toprak reaksiyonu (pH) profildeki tüm horizonlarda hafif alkali reaksiyondadır. Entisol Ordosunda tuzluluk sorununa rastlanmamıştır. Organik madde oranları profil derinliği içinde düzenli azalma göstermekte, Ap ve Ad horizonlarında az, 37- 92+ cm derinlikte yer alan diğer horizonlarda çok az düzeydedir. Profilin 0- 37 cm arasında yer alan Ap ve Ad horizonları kireçli, 37- 92 cm derinlikleri arasında yer alan ACk ve CAk horizonları çok kireçli, 92+ cm derinlikteki Ck horizonu çok fazla kireçli düzeydedir.

Inceptisol Ordosunda (Cangir, 1991)'e göre tüm profilde yer alan horizonların toprak tekstür sınıfı kildir. Toprak reaksiyonu (pH) profildeki 0-52 cm arasında bulunan Ap ve Bw1 horizonlarında nötral, 52-127 cm derinlikte bulunan Bw2, BC ve C1 horizonlarında hafif alkali, 127+ cm derinlikteki C2 horizonunda orta derece alkali reaksiyondadır. Inceptisol Ordosunda tuzluluk sorununa rastlanmamıştır. Organik madde oranları profil derinliği içinde düzenli azalma göstermekte olup, Ap horizonunda az, 25-127+ cm derinlikteki diğer horizonlarda çok az düzeydedir. Profilin 0- 25 cm arasında yer alan Ap horizonu çok az kireçli, 25-82 cm derinlik arasında yer alan Bw1 ve Bw2 horizonları az kireçli, 82- 127 cm derinlikteki BC ve C1 horizonları kireçli, 127+ cm derinlikteki C2 horizonu çok kireçli düzeydedir.

Vertisol Ordosunda (Cangir, 1991)'e göre tüm profilde yer alan horizonların toprak tekstür sınıfı kildir. Toprak reaksiyonu (pH) profildeki 0-39 cm arasında bulunan Ap ve Ad horizonlarında nötral, 39-97 cm derinlikte bulunan Ass1 ve Ass2 horizonlarında hafif alkali, 97-116+ cm derinlikteki AC ve Ck horizonlarında orta derece alkali reaksiyondadır. Vertisol Ordosunda tuzluluk sorununa rastlanmamıştır. Organik madde düzeyi 0- 39 cm arasında az, 39-116+ cm arasında çok az düzeydedir. Profilin 0- 76 cm arasında yer alan Ap, Ad ve Ass1 horizonları az kireçli, 76-116 cm derinlik arasında yer alan Ass2 ve AC horizonları kireçli, 127+ cm deki Ck horizonu çok kireçli düzeydedir.

### Toprakta Rutubet Miktarı (mm)

Tekirdağ İli 2015 yılı ayçiçeği yetiştirme periyodundaki belli aralıklarda elde edilen ve ölçülen yağış, sıcaklık ve buharlaşma grafiği Şekil 6'da verilmiştir. 2015 yılı ayçiçeği üretim sezonu boyunca bitkinin farklı gelişim dönemlerinde belirli periyotlarda Entisol, Inceptisol ve Vertisol ordolarından 0- 30 cm, 30- 60 cm ve 60- 90 cm derinliklerden burğu ile alınan toprak örneklerinin gravimetrik nem değerleri ortalamaları (%) belirlenmiştir. Nem değerleri (%) temsil ettiği her toprağın yoğunluk ve derinliği ile çarpılarak her derinlikte belirlenen nem miktarı (mm) Çizelge 5, Şekil 7-9'da verilmiştir.

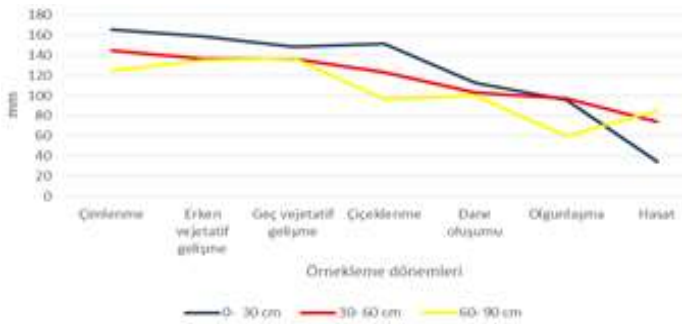


Şekil 6. Tekirdağ İli 2015 yılı dönemlik iklim verileri

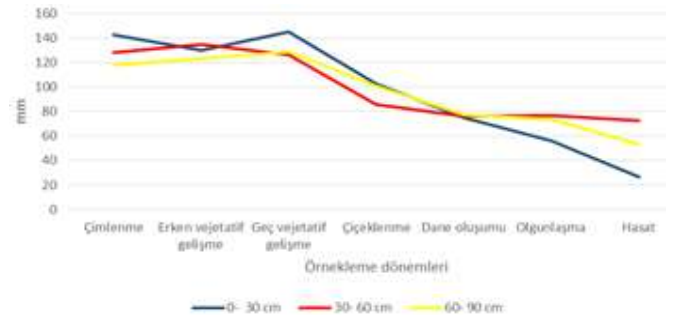
Çizelge 5. Entisol, İnceptisol ve Vertisol Ordosu Toprakların 2015 Yılı Ayçiçeği Yetiştirme Sezonu Nem Miktarları (mm)

Derinlik (cm)	Ordo	Çimlenme	Erken vejetatif gelişme	Geç vejetatif gelişme	Çiçeklenme	Dane oluşumu	Olgunlaşma	Hasat
0- 30	E*	166,05	159,39	148,92	151,60	112,85	95,31	34,52
	İ	143,08	130,40	145,28	102,70	75,36	56,43	26,78
	V	169,47	159,48	161,36	92,51	89,10	46,92	41,21
30- 60	E	144,59	136,78	136,73	123,37	102,97	96,75	73,59
	İ	128,48	135,19	126,68	86,28	76,52	77,09	72,70
	V	155,88	129,26	145,92	94,17	91,95	55,62	92,83
60- 90	E	124,34	135,22	137,29	96,47	99,74	60,03	84,77
	İ	118,37	123,73	128,88	101,29	77,42	73,70	53,45
	V	139,13	131,89	146,77	99,57	91,72	94,44	59,25

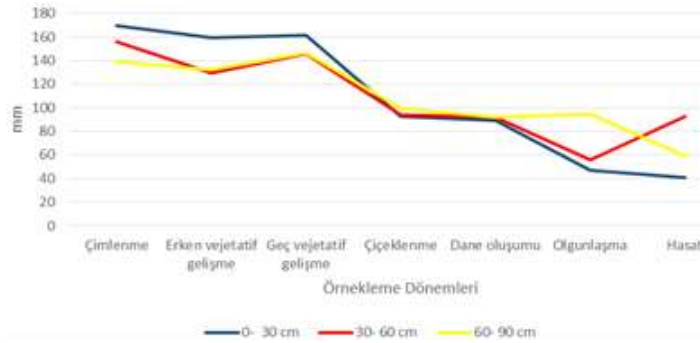
\*E: Entisol, İ: İnceptisol, V: Vertisol



Şekil 7. Entisol Ordosu Topraklarının Ayçiçeği Gelişim periyodu Rutubet Miktarları (mm)



Şekil 8. İnceptisol Ordosu Topraklarının Ayçiçeği Gelişim periyodu Rutubet Miktarları (mm)



Şekil 9. Vertisol Ordosu Topraklarının Ayçiçeği Gelişim Periyodu Rutubet Miktarları (mm)

Ayçiçeği bitkisi nispeten toprak nem eksikliğine karşı dayanıklıdır. İlkbahar yağışlarının fazla ve yeterli olduğu koşullarda tarımı yapılabilir. Nem eksikliğine karşı öncelikle çiçeklenme döneminde ve sonrasında dane oluşum döneminde diğer dönemlere göre daha duyarlıdır. Olgunlaşma döneminde nem eksikliğine karşı dayanıklıdır ve bu dönemde oluşabilecek nem eksikliği verimi olumsuz yönde etkilemez. Gereğinden düşük toprak nemi koşullarında; vejetatif gelişme döneminde bitki boyunun kısa ve yaprakları küçük kalarak yaprak alan indeksinin düşmesine, çiçeklenme döneminde tabla içerisinde çiçek sayısının ve dolayısıyla da tane sayısının azalmasına ve tabla çapının küçük kalmasına, olgunlaşma döneminde ise tanelerin yeteri kadar dolmamasına ve yağ oranının düşmesine neden olur. Olgunlaşma döneminde nem eksikliği verimi olumsuz etkilemez aksine olgunlaşmayı hızlandırır. Alt topraktan ayçiçeğinin yüksek su alma kabiliyeti nedeniyle kuraklığa karşı toleranslı bir bitki olarak çoğu zaman rapor edilir. Su stresinin yaprak büyümesi ve stoma geçirgenliği üzerine değişen etkileri vardır. Toplam kullanılabilir nem 0.85'in altına düşene kadar ayçiçeği yaprak büyümesi olumsuz yönde etkilenmezken 0.40'ın altına düşmesi durumunda stomaları kapanmaktadır. Çiçeklenme öncesinde bitki transpirasyonu toprak su kısıtından etkilendiği için büyük oranda bitki kanopi büyüklüğüne bağlıdır ve stoma kontrolü küçük bir role sahiptir. Çiçeklenmeden sonra, bitki yaprakları tamamen gelişmiştir ve sonuçta transpirasyon kontrolü stoma kapanmasına ve

kanopi sararma derecesine daha çok bağımlıdır. Herhangi bir gelişme evresinde su kısıtı periyotları kanopi sararması ve peşi sıra tohum veriminde azalmayla sonuçlanabilir. Su kısıtına karşı ayçiçeği genotiplerinin tepkisinde genetik değişkenlik vardır. Uzun gelişme dönemli ayçiçeği genotipleri daha büyük kanopi örtüsüne sahiptir ve kurak şartlarda daha çok biyokütle üretebilirler çünkü alt topraktan daha çok su alabilme kabiliyetine sahiptirler. Kurak iklimlere uygum sağlamış ayçiçeği çeşitleri, nemli iklimlerde geliştirilen çeşitlerden su stresine karşı daha az duyarlıdır (Ünlükara, 2019).

Toprak Ordularının ayçiçeği yetiştirme periyodunda nem miktarlarında yağışlara ve hava sıcaklığının artmasına bağlı olarak artma ve azalma olmuştur. Çalışma alanları aynı bölgede olmasına rağmen yağışların lokal alanlarda farklılık göstermesi nedeniyle toprak nem değerleri aylık düşen yağışa göre farklılık gösterebilmektedir. Nisan, Mayıs aylarında bölgeye yağış düşmesi sebebiyle 0- 30 cm toprak derinliğinde bitki yetiştirme periyodunun ilk zamanında (çimlenme dönemi) nem miktarı yüksek çıkmıştır. Aynı zamanda toprak sıcaklıklarının da düşük oluşu nemin toprakta tutulmasına etken olmuştur. Bölgeye hiç yağış düşmediği Temmuz ve Ağustos ayları nem değerlerinde azalış olduğu ancak çiçeklenme ve dane oluşumu sürecinde bitkinin strese girmesini önleyecek kadar nem olmasından dolayı verimler ortalamaların üstündedir. Bu durumda toprak tekstürüne bağlı su tutma kapasitesiyle ilişkilidir. Ortalama sıcaklığın Temmuz ve Ağustos aylarında en yüksek değerlere ulaşması yüzey toprağın daha fazla buharlaşmasına neden olmaktadır. Hava sıcaklığına paralellik gösteren toprak sıcaklıkları da bu aylarda en yüksek değerlere ulaşmaktadır. Hasat zamanında 0- 30 cm derinliğe göre 30- 60 cm ve 60- 90 cm derinliklerdeki nem miktarları daha yüksektir. Bu da yüzeyden buharlaşmanın fazla olduğunu, rüzgarın etkisinin yüzeye etken olduğunu, derinlere inildikçe nemin daha fazla korunduğunu göstermektedir. Bölgeye yağışın hiç düşmediği Temmuz ve Ağustos aylarında İnceptisol ve Vetisol toprak ordularındaki nem miktarında azalış olurken Entisol ordosunda az da olsa yükseliş olmuştur. Bu da yağışların lokal farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak toprak sıcaklığı, toprak nemi ve bitki gelişimi sezonu iklim öğelerinin her biri ile doğrudan ilişkilidir (Başayığı ve Dinç, 2005).

Bu çalışmada olduğu gibi Trakya bölgesinde yetiştirilen ayçiçeğinde sulama yapılmamaktadır. Ayçiçeği bitkisi genel olarak kuraklığa dayanıklı olmakla birlikte uygun dönemlerde sulama yapıldığında veriminde önemli düzeyde artışlar olmaktadır. Büyüme mevsimi boyunca bitki etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin %30-50' si tüketildiğinde yapılan sulamalar sonucunda dane ve yağ veriminin büyük ölçüde arttığı saptanmıştır (Bhattachayra and Sarkar, 1978; Moraru ve ark., 1986; Vasiliu, 1986; El-Wakil and Gaafar, 1988; Al-Ghamdi ve ark., 1991; Erdem, 2000). Bitkinin büyüme periyotlarında ortaya çıkan uzun süreli kuraklıklar tablaların küçülmesine, tabladaki dane sayısının azalmasına, bunun sonucu olarak da dane veriminin düşmesine neden olmaktadır (Er, 1983). Özellikle çiçeklenme periyodunda topraktaki nem eksikliğine karşı oldukça duyarlıdır. Sadece bu periyotta uygulanan sulama suyu bile dane ve yağ verimini önemli düzeyde arttırmaktadır (Browne,1977; Unger, 1983). Bu nedenle, kısıtlı su kaynağı koşullarında çiçeklenme periyodu dışındaki periyotlarda belli oranda su kısıntısı yapılarak ayçiçeği tarımı yapmak olasıdır (Karaata, 1991).

Yarı kurak iklim şartlarına sahip alanlarda sulama imkânı yoksa, yetiştirilebilecek bitki türü sayısı önemli ölçüde azalmakta ve ekimler kışık olarak yapılmaktadır (İnan, 2020). Bununla birlikte Türkiye'de kullanılabilir tarımsal alanların yaklaşık % 85'lik bölümünde kuru şartlarda tarımsal üretim yöntemi ile yapılan uygulamalarda, birim alandan elde edilen ürün düzeyi düşüktür. Gelecekteki kuraklık senaryolarına göre bu verim ve ürün kayıpları daha da düşecek ve kriz boyutlarına ulaşabilecektir (Doran ve ark., 2009).

TÜİK verilerine göre 2015 yılı Tekirdağ ayçiçeği verim ortalaması 208 kg/da, Türkiye verim ortalaması (sulu tarım verileri de dahil) 264 kg/da'dır (TÜİK 2015). Çalışma sonucunda elde edilen toprak ve tohum çeşitlerine ait verim değerleri Çizelge 6 ve Şekil 10 verilmiştir. Bu çalışmada sulama yapılmadığı halde verim ortalaması 224,25 ka/da ile Tekirdağ ortalama verim değerlerinin üstünde verim elde edilmiştir. Toprak özellikleri ve topografyası açısından ayçiçeği yetişmesi için 2. tarımsal uygunluk sınıfında (S2) olan bu toprakların ayçiçeği yetiştirme periyodundaki nem miktarı ortalamanın üstünde verim elde edilmesine uygundur.

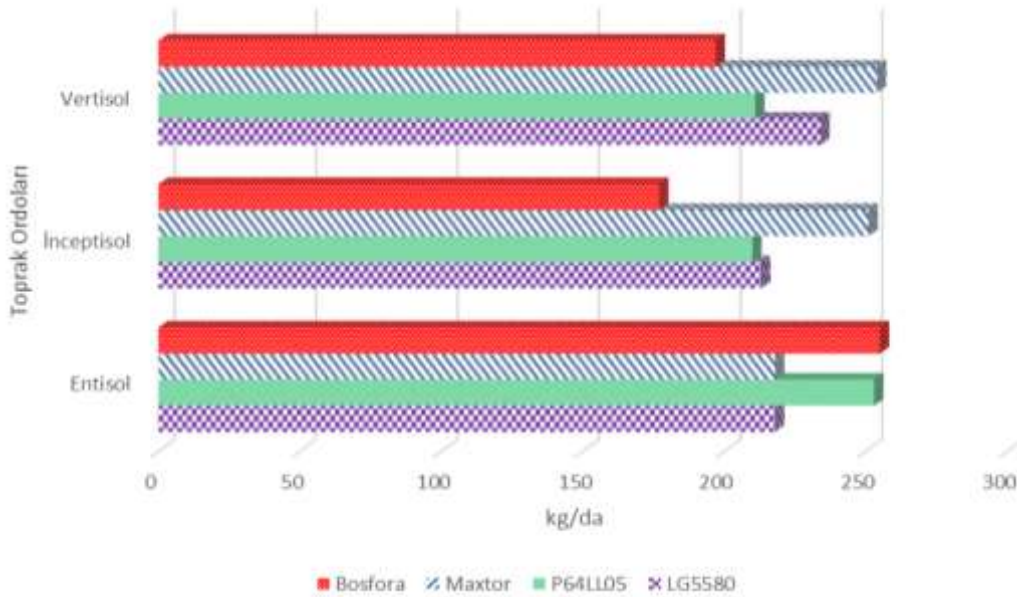
Çalışma alanı topraklarının çimlenme dönemi ile olgunlaşma dönemi arasında yüzey toprağında içerdiği nem değeri Entisol Ordosu topraklarında 166,05-95,31 mm; İnceptisol topraklarında 143,08-56,43 mm; Vertisol toprağında ise 169,47-46,92 mm arasında değişmektedir. Sulama yapılmayan toprağın yüzey horizonlarındaki nem içeriğinin bitki gelişimi periyodundaki ihtiyaç duyduğu nemi karşılamasıyla birlikte verime yansıyan durumu değerlendirdiğimizde; nem içeriği en yüksek aralıkta olan Entisol toprağında en yüksek verimi Bosfora (255 kg/da) ve P64LL05 (253 kg/da) çeşitlerinde olduğu görülmektedir. İnceptisol ve Vertisol topraklarında ise özellikle çiçeklenme dönemlerinde nemin birden azaldığı görülmektedir.



İnceptisol ve vertisol toprakları ayçiçeği yetiştirme periyodunda daha düşük nem içeriğine sahip olmalarına rağmen Maxtor tohum çeşidi İnceptisol ordosunda 251 kg/da, Vertisol Ordaosu 254 kg/da verim değerleriyle diğer çeşitlerden daha yüksek verim elde edilmiştir. İklim değişikliğinin her geçen gün daha da hissedildiği ve bunun sonucu olan kuraklığın etkilerinin görüldüğü süreçte daha az suda yetişen, kuraklığa daha dayanıklı çeşitlerin tercih edilmesi daha da önem kazanmaktadır.

Çizelge 6. Çalışma alanını topraklarının verim sonuçları

Toprak Ordoları	Çeşit	Verim (kg/da)
Entisol	LG5580	218
	P64LL05	253
	Maxtor	218
	Bosfora	255
İnceptisol	LG5580	213
	P64LL05	210
	Maxtor	251
	Bosfora	177
Vertisol	LG5580	234
	P64LL05	211
	Maxtor	254
	Bosfora	197



Şekil 10. Çalışma alanı topraklarının tohum çeşitlerinin verim değişimleri

Çalışma alanı topraklarının çimlenme dönemi ile olgunlaşma dönemi arasında yüzey toprağında içerdiği nem değeri Entisol Ordosu topraklarında 166,05-95,31 mm; İnceptisol topraklarında 143,08-56,43 mm; Vertisol toprağında ise 169,47-46,92 mm arasında değişmektedir. Sulama yapılmayan toprağın yüzey horizonlarındaki nem içeriğinin bitki gelişimi periyodundaki ihtiyaç duyduğu nemi karşılamasıyla birlikte verime yansıyan durumu değerlendirdiğimizde; nem içeriği en yüksek aralıkta olan Entisol toprağında en yüksek verimi Bosfora (255 kg/da) ve P64LL05 (253 kg/da) çeşitlerinde olduğu görülmektedir. İnceptisol ve Vertisol topraklarında ise özellikle çiçeklenme dönemlerinde nemin birden azaldığı görülmektedir. İnceptisol ve vertisol toprakları ayçiçeği yetiştirme periyodunda daha düşük nem içeriğine sahip olmalarına rağmen Maxtor tohum çeşidi İnceptisol ordosunda 251 kg/da, Vertisol Ordaosu 254 kg/da verim değerleriyle diğer çeşitlerden daha yüksek verim elde edilmiştir. İklim değişikliğinin her geçen gün daha da

hissedildiği ve bunun sonucu olan kuraklığın etkilerinin görüldüğü süreçte daha az suda yetişen, kuraklığa daha dayanıklı çeşitlerin tercih edilmesi daha da önem kazanmaktadır.

## SONUÇ

Etkili kök bölgesinde mevcut nem miktarı azaldıkça bitkinin su alımı güçleşir ve stres başlar. Killi toprakların su tutma kapasitesi yüksek, infiltrasyon hızı düşüktür. İnfiltrasyona toprak bünyesinin ve nem miktarının etkisi vardır. Toprak ordoları farklılık göstermektedir ancak toprak tekstür sınıfları kil olması nedeniyle toprak nem içerikleri birbirine paralellik göstermektedir. Bu durumda toprak özelliklerinden toprak tekstürün bilinmesinin gerekliliğinin önemini vurgulamaktadır.

Toprak nemi, ürünlerin gelişmesini ve verimliliğini etkileyen önemli bir faktördür. Bitki gelişim periyodunda bitki için gerekli nemin toprakta yeterli düzeyde olması verim açısından çok önemlidir. Bu çalışmada elde edilen nem değerleri de bitki gelişimi periyodunda ihtiyaç duyduğu nemi sağladığını göstermektedir.

Çalışma alanı topraklarından Entisol Ordosu topraklarının çimlenme dönemi ile olgunlaşma dönemi arasında yüzey toprağında içerdiği nem değeri 166,05-95,31 mm arasındadır. İnceptisol toprağın yüzey horizonunda ise 143,08-56,43 mm arasındadır. Vertisol toprağında ise bu durum 169,47-46,92 mm arasında değişmektedir. Sulama yapılmayan toprağın yüzey ve yüzey altı horizonlarının nem içeriğinin bitki gelişimi periyodundaki ihtiyaç duyduğu nemi karşılamakta ve nem içeriği en yüksek aralıkta olan Entisol toprağında en yüksek verimi Bosfora (255 kg/da) ve P64LL05 (253 kg/da) çeşitlerinde olduğu görülmektedir. İnceptisol ve Vertisol topraklarında ise özellikle çiçeklenme dönemlerinde nemin birden azaldığı görülmektedir. Bitki gelişimi boyunca daha düşük nem içeriklerine sahip İnceptisol toprağında Maxtor çeşidinde 251 kg/da, Vertisol toprağında Maxtor çeşidinde 254 kg/da verim değerleriyle diğer çeşitlerden daha yüksek verim elde edilmiştir. İklim değişikliğinin her geçen gün daha da hissedildiği ve bunun sonucu olan kuraklığın etkilerinin görüldüğü günümüzde daha az suda yetişen, kuraklığa daha dayanıklı çeşitlerin tercih edilmesi daha da önem kazanmaktadır.

Bu çalışma ile tarım yapılan bölgenin iklim özellikleri ve toprak yapısı dikkate alınarak tohum çeşidinin tercih edilmesi gerektiği, Bölge topraklarının tarımsal üretim açısından önemi ve amaç dışı arazi kullanımlarından korunması gerektiği vurgulanmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Al-Ghamdi A S, Hussain G, Al-Noaim A A, 1991. Effect of Irrigation Intervals on Yield and Water Use Efficiency of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) in Al-Ahsa, Saudi Arabia. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 5:4, 289-296.
- Anonim 2016. Meteorolojik Tekirdağ verileri, Meteoroloji İl Müdürlüğü 2016.
- Başayığıt L, Dinç U, 2005. Toprak Taksonomisine Göre Toprak İklim Rejimleri ve Türkiye Toprakları İçin Örnekler. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2005, 22 (1), 83-91.
- Başkan O, Demirkıran O, Cebel H, Cebeci İ, Öztürk Ö, Koç A, 2018. Model ve Ölçüm Değerleri Analizi ile Toprak Neminin izlenmesi ve Haritalanması. *Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü. Proje Sonuç Raporu. S:30.*
- Bhattachayra B, Sarkar R, 1978. Relationship Between Growth Parameters, Assimilation Rate and Seed Yield in Sunflower Under Varying Irrigation Levels. *Uni. Coll. of Agric. Calcutta, Indian Agriculturist*, 22:4, 237-241.
- Browne C L, 1977. 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.
- Buringh P, 1968. *Indroduction to the Study of Soils in Tropical and Subtropical Regions*. Pudoc. Wageningen.
- Cangir C, 1991. *Toprak Bilgisi*. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No:116, Ders Kitabı No: 5, S: 178, Tekirdağ.
- Çelik A, Akça, E. 2021. Kuru tarımdan Sulu Tarıma Dönüşümün Toprakta Çeyrek Asırlık Etkisinin Mikromorfolojik Ölçekte Tanımlanması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (21), 207-215.
- Demir İ, Kılıç G, Coşkun, M, Sümer, U M, 2008. Türkiye’de maksimum, minimum ve ortalama hava sıcaklıkları ile yağış dizilerinde gözlenen değişiklikler ve eğilimler. *TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu, Bildiriler Kitabı*, 69-84. TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası, 13-14 Mart 2008, Ankara.
- Dinç U, Şenol S, Kapur K, Atalay İ, Cangir C, 1997. *Türkiye Toprakları*. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 51. Ders Kitapları Yayın No: 12. S:233. Adana

- Doran İ, Koca Y K, Kılıç T, 2009. Olası İklim Değişiminin Diyarbakır Tarımına Etkileri. V. Ulusal Coğrafya Sempozyumu, 16-17 Ekim 2008, 369-377, Ankara.
- El-Wakil A M, Gaafar S A, 1988. Studies on Water Requirements on Sunflower. Assiut Journal of Agricultural Sciences. 19:1, 375- 389.
- Er C, 1983. Ayçiçeği Tarımı. Markan Matbaacılık A.Y, İstanbul.
- Erdem T, 2000. Tekirdağ Koşullarında Ayçiçeğinin (*Helianthus annuus* L.) Su-Verim İlişkileri. Doktora Tezi Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tekirdağ.
- İnan M, 2020. Yarı Kurak Koşullarda Ekim Zamanlarının Çörekotu (*Nigella sativa* L.) Verim ve Verim Özelliklerine Etkisi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 7(1), 32-37.
- IPCC 2001. Climate Change 2001. The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T,Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, ABD, 881pp
- IPCC 2007. Climate Change, Synthesis Report, Valencia, Spain.
- Jackson M L, 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J.
- Kadıoğlu M, 2008. Kuraklık Kıranı Risk Yönetimi; (editörler: Kadıoğlu, M. ve Özdamar, E.) “Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri”; JICA Türkiye Ofisi Yayınları No: 2, s. 277-300, Ankara.
- Kadıoğlu M, 2012. Türkiye’de İklim Değişikliği Risk Yönetimi. Türkiye’nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını, S:172.
- Karaata H, 1991. Kırklareli Koşullarında Ayçiçeği Bitkisinin Su-Üretim Fonksiyonları. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Atatürk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, No: 28, Kırklareli.
- Kayam Y, Aydın G B, 2017. İklim Değişikliğinin Aydın Yöresinde Toprak Nemi Üzerindeki Etkileri ve SWAP Modeli ile Simülasyonu. Toprak Su Dergisi, 2017, Özel Sayı: (31-45).
- Moraru G, Nicole H, Vasinc I, 1986. Irrigation Regime of the Principal Crops in Southeast Baragan. Productia Vegetala, Cereale si Plante Tehnice, 38:7, 34-43.
- Richards L A, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Handbook, No: 60.
- Sağlam M T, 2001. Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No: 189, Ders Kitabı No: 5, Tekirdağ.
- Sertel E, 2008. Remote Sensing and Regional Climate Modeling of the Impacts of Land Cover Changes on the Climate of the Marmara Region of Turkey, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sertel E, Örmeci C, 2009. “Bölgesel İklim Modellemede Kullanılan Arazi Örtüsü Verilerinin Doğruluğunun Araştırılması”, İTÜ Dergisi.
- Soil Survey Staff 1996. Keys to Soil Taxonomy by Soil Survey Staff. United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation. USA ISBN 0-16-048848-6. Pp: 326.
- Soil Survey Division Staff 1993. Soil Survey Manual, United States Department of Agriculture Handbook No: 18. Washington, DC. USA.
- Soil Survey Staff 1963. Soil Survey Laboratory Methods and Procedures For Collecting Soil Samples. Soil Survey Investigation Report. No: 1 USDA Washington.
- TÜİK 2015. TÜİK 2015 yılı tarımsal istatistik verileri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>
- U.S. Salinity Laboratory Staff 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U.S.D.A. Handbook, No: 60.
- Unger, P W, 1983. Irrigation Effect on Sunflower Growth Development and Water Use. USDA Conservation and Production Research Laboratory. Bushland Field Crops Research 7:3, 181-194.
- Ünlükara A, 2019. Sulama Mühendisliği. [Sulama muhendisligi.pdf](#)
- Vasiliu M, 1986. Contributions to the Establishment of Irrigation Regimes for intensive Crops on the Braila Plain. Analele Institutului de Cercetari Pentru Cereale si Plante Tehnice, Fundulea, 53, 333-348.
- Yılmaz F F, Boyraz Erdem D, 2020. Effects of different soil types and varieties on oil quality of sunflower in the Thrace region. La Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse-Vol XCVII. pp: 51-59.