

**T.C.  
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI  
2019-YL-149**

**JEOTERMAL AKIŞKANLARIN SULAMA  
SUYUNA KARIŞMASININ ÇİLEK BİTKİSİ  
ÜZERİNE ETKİSİ**

**Müge AR**

**Tez Danışmanı:  
Doç. Dr. Saime SEFEROĞLU**

**AYDIN**



**T.C.**  
**AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**  
**AYDIN**

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Müge AR tarafından hazırlanan “Jeotermal Akışkanların Sulama Suyuna Karışmasının Çilek Bitkisi Üzerine Etkisi” başlıklı tez 05.11.2019 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

	Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan :	Doç. Dr. Saime SEFEROĞLU	Aydın Adnan Menderes Üniv.	
Üye :	Dr. Öğr. Üyesi Hakan ÇAKICI	Ege Üniv.	
Üye :	Dr. Öğr. Üyesi M. Ali KAPTAN	Aydın Adnan Menderes Üniv.	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu yüksek lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun .....Sayılı kararıyla ..... tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Gönül AYDIN  
Enstitü Müdürü



**T.C.**  
**AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**  
**AYDIN**

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

05 /11/2019

Müge AR



## ÖZET

### JEOTERMAL AKIŞKANLARIN SULAMA SUYUNA KARIŞMASININ ÇİLEK BİTKİSİ ÜZERİNE ETKİSİ

Müge AR

Yüksek Lisans Tezi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Saime SEFEROĞLU

2019, 53 sayfa

Aydın bölgesi verimli arazileri ve yetiştirilen çeşitli ürünleri ile önemli tarım alanlarından biridir. Üreticilerin başlıca sorunlarından biri jeotermal tesislerin atık suları sulama kanallarına, Büyük Menderes'e bırakması ve sulama sularının kirlenmesidir. Bu çalışmada, belirli oranlarda jeotermal karıştırılan sulama suları ile sulanan çilek bitkilerinin yaprakta, toprakta ve meyvedeki miktarları incelenip, birikim derecelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu çerçevede çalışma Sultanhisar Atça Mahallesiindeki serada gerçekleştirilmiştir. Çeşit olarak bölgede çiftçilerin en çok yetiştirdiği çeşitlerden biri olan Rubiygem çilek çeşidi kullanılmıştır. Sulama suyu olarak 4 farklı dozda (%100 kuyu suyu, %25 jeotermal+ kuyu suyu, %50 jeotermal+ kuyu suyu, %100 jeotermal su) kullanılmıştır. Toprak örneklerinde fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Su örneklerinde buharlaşma kalıntısı, erimiş katı madde, pH, EC, sertlik, anyonlar ( $Cl^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $N_2O$ ), katyonlar ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ), mikro element (Fe, Mn, Zn, Cu ve B) ve ağır metal (Co, Cr, Ni, Cd, Pb) analizleri yapılmıştır. Bitkide P,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$  ve B) analizleri ve bazı meyve analizleri yapılmıştır.

Yapılan analizler sonucu toprakta Ca, Na, B, Co açısından %100 jeotermal ile sulanan 4. uygulamada en yüksek değerler belirlenmiştir. Bitkilerde ise K, Ca, Na, B, Ni, Cd değerlerinin artan dozlara paralel olarak arttığı ve en yüksek değer %100 jeotermal suyu uygulanan bitkilerde olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Jeotermal, Çilek, Beslenme, Toksite, Sulama, Rubiygem.





## ABSTRACT

### THE EFFECTS OF MIXING GEOTHERMAL FLUIDS WITH IRRIGATION WATER ON STRAWBERRY PLANT

Müge AR

M.Sc. Thesis, Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor:Doç. Dr. Saime SEFEROĞLU

2019, 53 pages

Region of Aydın is one of the most important agricultural fields because of fertile lands and variety of grown plants. One of the biggest problems of this area is contamination from geothermal plants to irrigation waters and Büyük Menderes river. In this study, it is aimed to investigate the accumulation of geothermal waters which are mixed in certain ratios in the leaves, soil, and fruits of strawberry plants and determine the degree of accumulation.

In this context, the study was carried out in the greenhouse in SultanhisarAtça neighborhood. Rubiygem strawberry, which is one of the most cultivated varieties of farmers in the region, was used as variety.As irrigation water 4 different doses used. (100% well water, 25% geothermal + well water, 50% geothermal + well water, 100% geothermal water).Physical and chemical analyses were performed on soil samples. pH, EC hardness, anions ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ), cations ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Mg}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ), micro element (Fe, Mn, Zn, Cu and B) and heavy metal (Co, Cr, Ni, Cd, Pb) analyzes are done, P,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Mg}^+$ ,  $\text{Na}^+$ , Fe, Mn, Zn, Cu ve B analyses are done on plants and fruits.

As a result of the analysis, Ca, Na, B, Co in the soil irrigated with 100% geothermal in the 4th application was found to be the highest values.It was concluded that K, Ca, Na, B, Ni, Cd values increased in parallel with increasing doses and the highest value was in 100% geothermal applied plant.

**KeyWords:**Geothermal, Strawberry, Nutrition, Toxicity, Irrigation, Rubiygem.



## ÖNSÖZ

Çalışma sürecince değerli görüş, katkı ve önerilerinden yararlandığım ve gösterdikleri sabırdan dolayı kıymetli hocam Sayın Doç. Dr. Saime SEFEROĞLU'na, tez çalışmamda yardımlarını esirgemeyen Sayın Dr. Öğr. Üyesi Şebnem Nalan AKAROĞLU'na, her türlü yardım ve desteği için Arş. Gör. Seçil KÜÇÜK KAYA'ya, Laboratuvar çalışmalarında Zir. Müh. Ersin KARADEMİR'e çalışmam süresi boyunca her koşulda yanımda olan, annem Sezgin İNCEOĞLU, babam Hakan İNCEOĞLU'na ve değerli eşim Caner AR'a teşekkür ederim.

Müge AR



## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI .....	v
ÖZET .....	vii
ABSTRACT.....	ix
ÖNSÖZ .....	xi
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ.....	xvii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xix
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xxi
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	12
3.1. Materyal .....	12
3.1.1. Deneme Yeri ve Yılı .....	12
3.1.2. Denemede Kullanılan Bahçe Toprağı Analiz Sonuçları .....	15
3.1.3. Denemede Kullanılan Sulama Suyu Analiz Sonuçları.....	15
3.2. Yöntem.....	17
3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanmasında Kullanılan Yöntemler .....	17
3.2.2. Toprak Analizinde Uygulanan Yöntemler .....	18
3.2.2.1. Toprak bünyesi.....	18
3.2.2.2. Toprak reaksiyonu (pH) .....	18
3.2.2.3. Elektriksel iletkenlik (EC) (mS/cm).....	18
3.2.2.4. Kireç (CaCO <sub>3</sub> ) (%) .....	18
3.2.2.5. Organik madde (%) .....	18
3.2.2.6. Alınabilir fosfor.....	19

3.2.2.7. Toplam azot (%) .....	19
3.2.2.8. Ekstrakte edilebilir K, Ca, Mg, Na .....	19
3.2.2.9. Alınabilir bor .....	19
3.2.2.10. Ekstrakte edilebilir Fe, Cu, Zn ve Mn miktarları .....	19
3.2.2.11. Toplam potansiyel toksik element analizi .....	19
3.2.3. Su Örneklerinin Alınması Analize Hazırlanmasında Kullanılan Yöntemler.....	20
3.2.4. Su Örneklerinin Analizinde Kullanılan Yöntemler .....	20
3.2.4.1. Buharlaşma kalıntısı .....	20
3.2.4.2. Erimiş katı madde.....	20
3.2.4.3. pH tayini: .....	20
3.2.4.4. Elektriksel iletkenlik (EC).....	20
3.2.4.5. Sodyum, kalsiyum ve potasyum tayini.....	20
3.2.4.6. Klor tayini.....	20
3.2.4.7. Karbonat ve bikarbonat tayini .....	21
3.2.4.8. Sülfat tayini .....	21
3.2.4.9. Bor tayini .....	21
3.2.4.10. Sertlik analizi.....	21
3.2.4.11. Amonyum ve nitrat tayini.....	21
3.2.4.12. Fe, Cu, Zn, Mn, Co, Cr, Ni, Cd ve Pb tayini .....	21
3.2.5. Bitki Örneklerinin Alınması Analize Hazırlanmasında Kullanılan Yöntemler.....	21
3.2.6. Bitki Örnekleri Analizinde Kullanılan Yöntemler .....	22
3.2.6.1. Toplam azot içeriğinin belirlenmesi .....	22
3.2.6.2. P, K, Ca, Mg içeriklerinin belirlenmesi.....	22
3.2.6.3. Demir, çinko, mangan, bakır, kadmiyum, nikel, krom, kurşun, kobalt analizleri.....	22

3.2.7. Meyve Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanmasında Kullanılan Yöntemler .....	22
3.2.8. Meyve Örneklerinin Analizinde Kullanılan Yöntemler .....	23
3.2.8.1. Meyvelerde boy, maksimum-minimum enin belirlenmesi.....	23
3.2.8.2. Meyvelerde sitrik-malik asitin belirlenmesi.....	23
3.2.8.3. Meyve renginin belirlenmesi.....	23
3.2.8.4. % suda çözülebilir kuru maddelerin belirlenmesi .....	23
3.2.8.5. Meyve suyu pH'nın belirlenmesi.....	23
3.2.8.6. Ortalama meyve ağırlığının belirlenmesi .....	24
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	31
4.1. Toprak Örneklerinin Analiz Sonuçları.....	31
4.2. Bitki Örnekleri Analiz Sonuçları.....	34
4.3. Meyve Analiz Sonuçları.....	37
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	41
KAYNAKLAR .....	43
ÖZGEÇMİŞ .....	53





**KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ**

Ca	: Kalsiyum
Cd	: Kadmiyum
Cl <sup>-</sup>	: Klor
Co	: Kobalt
Cu	: Bakır
EC	: Elektriksel iletkenlik
Fe	: Demir
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	: Bikarbonat
Jeo:	: Jeotermal
K	: Potasyum
me/l	: Miliekivalen/litre
Mg	: Magnezyum
mg/l	: Miligram/litre
Mn	: Mangan
N	: Azot
Na	: Sodyum
Ö.d	: Önemli değil
P	: Fosfor
Pb	: Kurşun
SAR	: Sodyum Absorbsiyon Oranı
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	: Sülfat
Zn	: Çinko



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Deneme alanına ait görüntü .....	12
Şekil 3.2. Deneme alanı sulama sistemine ait görüntü.....	17
Şekil 4.1 Deneme alanında bitki gelişim durumu .....	31
Şekil 4.2. T1 (kuyu suyu).....	38
Şekil 4.3. T2 ( %25 jeotermal karışımı) uygulanan bitki .....	39
Şekil 4.4. T3 (%50 jeotermal karışımı) uygulanan bitki .....	39
Şekil 4.5. T4 ( %100 jeotermal su) uygulanan bitki.....	40



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Türkiye’de çilek üretim alanı, üretim ve verim durumu .....	1
Çizelge 3.1. Deneme alanına ait iklim verileri .....	14
Çizelge 3.2. Denemede kullanılan bahçe toprağına ait analiz sonuçları .....	15
Çizelge 3.3. Sulama suyu analiz sonuçları .....	16
Çizelge 3.4. Kıtaıçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri .....	25
Çizelge 3.5. Sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan sulama suyu kalite parametreleri.....	27
Çizelge 3.6. Sulama sularında izin verilebilen maksimum ağır metal ve toksik elementlerin konsantrasyonları.....	28
Çizelge 3.7. Toprak örneklerinin sınıflandırılmasında kullanılan sınır değerleri...29	
Çizelge 3.8. Toprakların alınabilir bazı makro ve mikro element yönünden sınıflandırılması.....	29
Çizelge 3.9. Topraktaki toplam potansiyel toksik element sınır değerleri.....	30
Çizelge 3.10. Çilek yaprakları için yeterlilik sınır değerleri .....	30
Çizelge 4.1. Uygulamaların toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkisi.....	31
Çizelge 4.2 Uygulamaların toprağın makro elementleri üzerine etkisi .....	32
Çizelge 4.3. Uygulamaların toprağın mikro elementleri üzerine etkisi.....	33
Çizelge 4.4. Uygulamaların toprak ağır metal içeriklerine etkisi.....	34
Çizelge 4.5. Uygulamaların çilek bitkisinin makro element içeriklerine etkisi .....	34
Çizelge 4.6. Uygulamaların çilek bitkisinin mikro element içeriklerine etkisi .....	36
Çizelge 4.7. Uygulamaların çilek bitkisinin ağır metal konsantrasyonları üzerine etkisi.....	36
Çizelge:4.8. Meyvelerin morfolojik özellikleri .....	37
Çizelge 4.9. Meyve analiz sonuçları .....	38



## 1. GİRİŞ

Çilek, üzüksü meyveler grubunda, meyvesi gerçek bir meyve olmayan çiçek tablasıdır. Çilek meyveleri, sofralık taze tüketimi yanında reçel, marmelât ve meyve suyu yapımında da çok fazla kullanılmaktadır (Süzer, 2014). Gerek görünüşü gerekse aroma ve lezzetinin cezbedici özelliği nedeniyle çok rağbet gören meyvelerden biridir (Kepenek, vd. 2002).

Çileğin ana yurdu Kuzey ve Güney Amerika olup tarımı oldukça yoğun şekilde yapılmaktadır. Modern anlamda çilek yetiştiriciliği 1960 yıllarından sonra başlamıştır (Yılmaz, 2009). Her yaşta insan tarafından severek tüketilen bir meyve olması ve üretiminin ülkemizde giderek artması, aile işletmelerinde geçim kaynağını oluşturmaktadır.

Türkiye’de toplam tarım alanı 23.949 ha’dır. Bunların içinde sebze üretimi 809 (bin ha), meyve üretimi ise 3.224 (bin ha)’dır. Türkiye çilek üretim alanı ve verim durumlarına bakıldığında (Çizelge 1.1) yıllara göre artış görülmektedir. 2005 yılında 100.000 da olan üretim alanı 2010 yılında 116.000, 2015 yılında 141.893, 2017 yılında ise 153.920 olarak artış gösterdiği görülmektedir. Aydın Sultanhisar ilçesi çilek üretim alanlarına bakıldığında 2010 yılında 5215 da olan üretim, 2018 yılında 8000 da olarak arttığı görülmektedir (TÜİK, 2019).

Çizelge 1.1. Türkiye’de çilek üretim alanı, üretim ve verim durumu (TÜİK, 2019)

Yıl	Üretim Alanı(da)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)	Yıl	Üretim Alanı(da)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)
2004	97500	155000	1.59	2011	119670	302416	2.53
2005	100000	200000	2.00	2012	127928	351834	2.75
2006	99851	211127	2.11	2013	135494	372498	2.75
2007	109545	250916	2.29	2014	134234	376070	2.80
2008	112785	261078	2.32	2015	141893	375800	2.65
2009	121500	291996	2.40	2016	154310	415150	2.69
2010	116792	299940	2.56	2017	153920	400167	2.60

Ülkemiz Alp-Himalaya kuşağına dahildir. Sıcaklıkları 20-101°C arasında olan 1500 civarında kaynak çıkışı olmakla beraber 600 den fazla termal kuyu bulunmaktadır. Bu kuyuların %78’i Ege bölgesinde bulunmaktadır (İlgar, 2005). Türkiye’de elektrik üretimine yönelik jeotermal sahaların sıcaklıkları; Manisa-Salihli (287 °C), Denizli- Kızıldere (242 °C), Manisa-Kavaklıdere (215 °C), Aydın-Ömerbeyli (232 °C), Aydın -Salavatlı (176 °C), Çanakkale-Tuzla (174 °C),

Kütahya-Simav (184 °C), İzmir-Seferihisar (153 °C), Manisa-Caferbeyli (168 °C), Aydın-Yılmazköy (142 °C) Aydın-Umurlu (130 °C), İzmir-Dikili (120 °C), İzmir-Balçova (125 °C)'dir (Şahin, 2013).

Büyük Menderes nehri doğduğu noktadan denize ulaştığı noktaya kadar tarımı ve ürün çeşitliliği bakımından çok zengin ve çeşitli mahsul verebilen bir konumda olan Büyük Menderes Havzasını beslemektedir. Ancak son yıllarda kirlenme nedeni ile özellikle de tarım alanları olumsuz etkilenmektedir (Yılıgör, 2009).

Aydın bölgesi verimli toprakları yetiştirilen ürün çeşitliliği açısından önemli tarım alanlarından biridir. Son zamanlarda artan jeotermal kaynaklar çiftçiler açısından büyük endişeye sebep olmaktadır. Üreticilerin en büyük problemlerinden biri, jeotermal kaynaklı sulama suyu kirliliğidir. Aydın ovası bitkisel üretimde sulama suyu olarak Büyük Menderes, Akçay, barajlar ve artezyenleri kullanmaktadır. Jeotermal santrallerde re-enjeksiyon sistemi kullanımı ile ilgili aksaklıklardan dolayı bu sular yer altı sularına ve Büyük Menderes'e karışmakta oradan sulama kanalları ile birlikte yetiştirilen ürünlere geçmektedir.

Termal sular özellikleri ve bileşimleri hiçbir şekilde değişmeyen, mevsimlerle ilgili olmayan bir sıcaklığa sahip, içinde en az 1 grama yakın veya daha fazla kimyasal bulunduran, değişmeyen bir debi ve değişmeyen bir radyoaktiviteye sahip olan sulardır. Radyoaktivitelerine ve sıcaklıklarına bağlı olarak (termal sular, epidermal sular, mesotermal sular ve hipotermal sular) gibi farklı sınıflandırmalar yapılmaktadır (Ülker, 1988). Sıcaklık değerleri 300°C'lere ulaşan termal sular çeşitli mineraller ve kükürt elementi bakımından oldukça zengindir (Ülker, 1988). Jeotermal sular içme sularına oranla daha fazla kimyasal madde ve ağır metal içermektedir. Bu suların sıcak olması, yüksek tuz konsantrasyonuna sahip olması toprakta bulunan elementlerin çözünürlüğünü daha da kolaylaştırmaktadır (Kılınc ve Yokaş, 1987).

Ülkemiz de ve Dünya da farklı tatlı su sistemlerindeki su ve sedimentlerdeki ağır metal düzeyleri ile ilgili yapılmış farklı çalışmalar bulunmaktadır (Karadede ve Ünlü 2000; Rashed 2001; Al-Saadi vd. 2002; Odokuma ve Ijeomah 2003, Özmen vd. 2004, Tekin-Özan vd. 2004).

Bu çalışma ile birlikte özellikle son zamanlarda hızla artan jeotermal kaynakların sulama sularına karışmasının çilek bitkisi üzerine etkilerinin incelenmesi



hedeflenmiştir. Çilek bitkisi kullanılmasının sebebi Aydın bölgesi önemli çilek üretim alanlarından biri olması ve bölgede çok fazla yetiştiriciliği yapılmasıdır. Bu amaçla farklı dozda jeotermal karışımlarının sulama suyu olarak kullanıldığında çilek bitkisi yetiştirilmesinin mümkün olup olmadığı, toprak yaprak ve meyve üzerine olası etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Saatçi ve Tunçay (1973), Balçova kaplıca sularının bor değerlerini belirlemek ve bitki, toprak, su ilişkileri yönünden incelemek amacıyla bu çalışmayı yürütmüşlerdir. Borun kaplıca sularında 8.10-10.25 ppm sınırlarında, sulama sularında 3.25 ppm, toprakta ise 5 ppm ve bitkilerde 380.5 ppm gibi artan bir seviyede olduğu toksik olarak bor kirliliğine neden olduğu sonucuna varmışlardır.

Ellis ve Mohan (1977), Denizli bölgesindeki Teke hamamı, Kızıldere, Buldan, Sarayköy Çardak sularının analizlerini yapmışlar ve sırasıyla sıcaklıkları 78, 201, 57, 100, 400 °C pH'ları 6.3, 9.42, 6.7, 8.6, 9.7 olarak bulunmuştur.

Börekçi (1986), Simav çayının borla kirlenmesi sonucu toprakta meydana gelebilecek etkileri ve birikimleri araştırmak için bu çalışmayı yürütmüştür. Çalışma sonucu, Simav çayı bor miktarının bitkilere toksik olacak şekilde olduğu uygulanan su miktarı arttıkça topraktaki bor birikiminin de arttığı sonucuna varmıştır.

Şener ve Özkara (1986), Denizli-Kızıldere, Aydın-Ömerbeyli jeotermal tesislerden Büyük Menderes Nehrine karışan suların çok tuzlu, sodyumlu ve bor açısından çok olduğu sonucuna varmışlardır.

Väclav vd (1989),Çekoslovakya'da yoğun tarım yapılan alanlardaki yer altı sularını incelemişler ve yer altı sularında ağır metal  $\text{NO}_3$  kirliliğinin fazla olduğu sonucuna varmışlardır.

Hashem (1993), Suudi Arabistan'ın 10 farklı yerlerinden aldığı toprak, su, ağır metal konsantrasyonlarını incelemiştir. Al, Br, Cd, Cd, Fe, Pb, Zn miktarlarının topraklarda sulara göre daha yüksek olduğu sonucuna varmıştır.

Aydın ve Seferoğlu (1999), Büyük Menderes Havzasında sulama yapılan alanlardaki bitki ve topraklarda B besin maddesi miktarını belirlemek için bu çalışmayı yürütmüşlerdir. Jeotermal kaynakların bulunduğu bölgedeki su örneklerinin B değerlerinin 0.33-6.41 ppm arasında değiştiği sonucuna varmışlardır. Bitki örneklerinin ise Bor değerlerinin 61-957 ppm arasında olduğu, sulama öncesi ve sonrası alınan örneklerde 0-30 cm derinlikte 1.37-5.96 ppm arasında olduğu 30-60 cm derinlikte 1.17-6.25 ppm ikinci dönem örneklerde 0-30

cm de 1.24-6.51 ppm, 30-60 cm derinlikte ise 0.93-5.75 ppm arasında olduğunu belirlemişlerdir.

Bakaç ve Kumru (2000), bu çalışmayı Menemen ovasında gerçekleştirmişlerdir. Nehir içinden 60 su ve ova içerisinden 60 toprak örneği toplamışlardır. Örneklerdeki Menemen ovası suları ağır metal birikimleri incelendiğinde ağır metal açısından bir kirliliğe rastlanmamıştır. Toprak örneklerine bakıldığında ise Cr değeri açısından yüksek olduğu sonucuna varmışlardır. Cr açısından değerlerin yüksek olmasının nedenini ise bölgede çokça bulunan deri işletmelerine ve sanayi kuruluşlarına bağlamışlardır.

Karaca (2000), Afşin ve Elbistan Termik santralinde çalışmayı gerçekleştirmiştir. 2 yıl boyunca çevredeki toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri ve (S, Fe, Mn, Cu, Cd, Pb, Ni, F, üreaz, fosfataz) değerlerini belirlemiştir. Sonuç olarak tesise yakın bölgelerde toprakların iz element seviyelerinin yüksek olduğu sonucuna varmıştır.

Prasad ve Bose (2001), Hindistan Muson yağmurları öncesi ve muson yağmurları sonrası aldıkları örneklerle bu çalışmayı yürütmüşlerdir. 8 farklı yüzey ve kaynak sularında Cu, Cd, Fe, Cr, Mn, Pb, Zn değerlerini belirlemişlerdir. Kalker madeni işletme kapasitesinin artmasına bağlı olarak bölgede ağır metal birikimi görülmemiştir.

Doğdu ve Bayarı (2002), Akarçay Havzası'nda jeotermal kökenli kirlenme, Nehirde su ve sediment kirliliğini belirlemek amacıyla bu çalışmayı yürütmüşlerdir. Akarçay Havzası'nda (Afyon) bulunan birkaç jeotermal alandan elde edilen sular çeşitli yollarla Akarçay Nehri'ne ulaşmaktadır. Özellikle Afjet ısıtma sisteminde bulunan sular Akarçay nehri sularının önemli derecede kalitesinin değişmesine neden olmaktadır. Normal koşullarda Ca-HCO<sub>3</sub> tipinde olan nehir suyunun Afjet ısıtma sistemi suyunun nehir suyuna karışmasıyla Na-Cl tipine dönüştüğü belirlenmiştir.

Szajdak vd (2006), Polonyo'daki arazilerde yer altı sularında yaptıkları çalışmada alt drenaj suyunda yüksek konsantrasyonda nitrat olduğu sonucuna varmışlardır.

Zein vd (2002), Mısır-Nil Deltasının Kuzey bölgesinde 1998-99, 1999-2000 yılları arasında toprakların ağır metal, yer altı suyu düzeyi ve sulama sularının karışması

ile sebze ve tarla bitkileri üzerine etkisini incelemişlerdir. Süzülen su ile yapılan sulamalarda anyon ve katyon değerlerinin yüksek olduğu siltli killi topraklarda Ni, Zn, Mn, Pb, Cd değerlerinin yüksek olduğu sonucuna varmışlardır.

Akar (2003). Denizli Sarayköy ve Aydın Salavatlı Jeotermal Santralinin atık sularının Büyük Menderes'e boşaltılması sonucu bu sularla sulanan arazilerde üretilen narenciye bitkisindeki birikimleri incelemek amacıyla bu çalışmayı yürütmüştür. Sonuç olarak Büyük Menderes'e karışan sularla sulanan hem bitkide hem de toprakta özellikle Bor konsantrasyonlarının olumsuz etki yarattığı sonucuna varmıştır.

Gonzalez vd. (2004), Güney Şili kuyu sularından 15 aylık dönemde örnek almışlar ve su kalitesi açısından değerlendirmişlerdir. Yoğun tarım yapılan alanlarında derin kuyularda nitrat düzeylerinin yüksek olduğu büyük tarım yapılan alanlarda pH ve P düzeyinin yüksek olduğu, geniş tarım alanlarında nitrit değerlerinin yüksek olduğu sonucuna varmışlardır.

Öngay (2004), Balıkesir ilinin Pamukçu beldesinde yer alan sıcak ve soğuk su kaynaklarında çalışmalar yapmış ve sıcak suların Na, SO<sub>4</sub>, Cl soğuk suların ise HCO<sub>3</sub>, Mg, Ca oranının yüksek olduğu sonucuna varmıştır.

Kitto vd. (2005), jeotermal sularda F, Cl, Br, I, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub> iyonlarının değerlerini ölçmüş ve Ba, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, Sr miktarlarını yüksek bulmuştur.

Florou, vd. (2006), Yunanistan'ın Ikaria adasındaki jeotermallerin (238U, 226Ra 222Rn) analizlerini yapmışlardır. Diğer kaynaklara göre değerlerin yüksek olduğu sonucuna varmışlardır.

Kurosova vd. (2006), Kuzey Vietnam'da yer altı sularının köy çiftliklerinde meydana getirdiği kirliliği değerlendirmişlerdir. Özellikle alüviyal topraklardaki yer altı sularında nitrat konsantrasyonunun düşük olduğu sonucuna varmışlardır.

Karataş vd. (2007), Konya ilinde yaptıkları çalışmada atık sular ile sulanan bölgelerdeki toprak ve bitkilerde ağır metal birikimlerini belirlemek amacıyla bu çalışmayı yürütmüşlerdir. 6 ay boyunca su ve toprak numunesi, 3 ay boyunca bitki numunesi olarak ağır metal analizlerini yapmışlardır. Araştırma sonucunda

topraktaki ağır metal birikiminin kanal suyuna göre fazla olduğu buğday bitkisindeki derişimin toksik düzeyde olmadığı sonucuna varmışlardır.

Kır, vd. (2007), 2005 ve 2006 yılında yürüttükleri çalışmada Kovada Gölündeki su ve sedimentteki bazı ağır metal birikimlerini incelemişlerdir. Kovada Gölü suyunda yaptıkları analizler sonucu suda en fazla bulunan metalin Fe olduğu belirlenmiştir. Belirlenen metallerin yaz ve ilkbahar aylarında arttığı sonucuna varmışlardır. Sonuç olarak Fe'in yaz-2005, Zn'nun ilkbahar 2005 ve kış 2006 dönemi dışında bir tehlike arz etmediği sonucuna varmışlardır.

Al Naeem (2008), Suudi Arabistan'ın Al Hassa Oasis bölgesinde bulunan 10 kaynak suyunun hidro kimyasal özellik ve ağır metal içeriklerini belirlemişlerdir. Bulunan değerler WHO tarafından verilen limitlerin üzerinde bulunmamıştır. Hidro kimyasal olarak  $C_4S_2$  sınıfına girmektedir.  $Cl^-$ ,  $Na^+$ ,  $NO_3^-$ , değerleri izin verilen değerlerin çok üzerindedir. Bu sular tuza hassas bitkiler tarafından sakıncalıdır.

Hudson ve Archer (2008), San Antonio de Los Cobres (Kuzeybatı Arjantin) jeotermal kaynak ve dere sularının içeriklerini incelemişlerdir. Dere suyundaki As miktarının mineral çökellemeyle azalacağı sonucuna varmışlardır.

Keser (2008), Büyük Menderes Nehri ile sulanan sebze ve meyvelerde ağır metal birikimini belirlemek amacıyla çalışmayı yürütmüşlerdir. Menderes nehri ile sulanan bölgelerden başlıca 9 ürün (börölce, bamya, mısır, biber, ıspanak, patlıcan, domates, karpuz ve fasulye) toplanmış ve Bakır (Cu), Çinko (Zn), Demir (Fe), Kurşun (Pb) ve Kadmiyum (Cd) değerlerine bakmıştır. Menderes suyuyla sulanmayan bölgelerden de örnekler toplamış ve karşılaştırmalar yapmıştır. Sonuç olarak Menderes Nehri ile sulanan bitkilerdeki metal birikimlerinin nehir suyuyla sulanmayan bitkilere göre daha yüksek olduğu sonucuna varmıştır.

Özen vd. (2009), Caferbey ve Sart (Manisa) jeotermal alanın hidrojeokimyasal özelliklerini araştırmış ve jeotermal alanındaki suların meteorik kökenli olduğu ortaya koymuşlardır. Su kimyası sınıflamalarının sonuçlarına göre Sart-Çamur kaplıcası  $Na-Ca-HCO_3$ , Cafer Bey kaplıcası  $Na-HCO_3$  su tipinde olduğu sonucuna varmışlardır.

Yağmur ve Okur (2009), Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi serasında gerçekleştirdikleri çalışmada materyal olarak kanola ve mısır bitkisi kullanmış sulama suyu olarak farklı dozlarla jeotermal su karışımları (tam termal su,  $\frac{1}{2}$  termal +  $\frac{1}{2}$  normal su ve  $\frac{1}{4}$  termal +  $\frac{3}{4}$  normal su) karışımlarını kullanmışlardır. Çalışma sonucunda bu bölgede her iki bitki içinde kullanılan jeotermal su karışımlarının şuan için bir sorun teşkil etmediği sonucuna varmışlardır.

Akkaş (2010), Hamam boğazı jeotermal sahasında toprak ve su kirliliğini belirlemek için 16 adet su örneğinde Arsenik, Bor, Flor analizleri yapmış sulama suyu olarak kullanılan bu suyun As, B, F değerlerinin sınır değerleri üzerinde olduğu sonucuna varmışlardır.

Bolca vd. (2010), Temmuz 2005 ve Aralık 2007 tarihleri arasında İzmir Seferihisar fay hattında yer alan termal sulara bu çalışmayı gerçekleştirmişlerdir. Alınan su örneklerinde radon ölçümleri yapmışlardır. Buna ek olarak suların kimyasal analizleri pH, EC,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^-$  ve B (Bor) analizleri yapmışlardır. Yapılan analizler sonucu radon seviyesinin dönem dönem değiştiği bor bakımından değerlerin yüksek olduğu ve sulama sularının  $\text{C}_4\text{S}_4$  sınıfına girdiği sonucuna varmışlardır. Tarımsal sulamaya elverişli olmadığı yüksek değerlerin fay hattından kaynaklandığı düşünüldüğünde dönem dönem analizlerinin yapılması gerektiği sonucuna varmışlardır.

Aslan (2010), Çalışmada Allan güllü havzasında bulunan jeotermal suların bulaştığı dere yatakları ve bunların sulama suyu olarak kullanan tarım arazilerden aldıkları toprakların analizini yapmışlardır. Bu alanda bulunan jeotermal suların boşaltıldığı derelerin sularının Hıdırbeyli Barajında biriktiği ve bu bakımdan baraj suyunun tuz içeriğinin oldukça yüksek olduğu ve bu sulama suyunun bünyesinde bulundurduğu yüksek Bor derişimi sonucu sulama sonucu toprakta biriktiği ve bitki bünyesine toksik etki yaptığı sonucuna varılmıştır. Bu tür sorunların azaltılması için re-enjeksiyon sisteminin düzgün şekilde kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Ölgen ve Gür (2011), Muğla ili Yatağan termik santrali çevresinde yaptıkları çalışmada ağır metallere karşı hassas olduğu bilinen likenlerde ağır metal birikimlerini belirlemek amacıyla bu çalışmayı yürütmüşlerdir. Eylül ve Kasım 2003 tarihleri arasında 16 adet liken örneği toplamışlardır. Bu örneklerde yapılan ağır metal analizleri sonucu en kirli alanın termik santrale yakın olan bölge

özellikle batı kesimi olduğu hakim rüzgar ve topoğrafya özelliklerine göre Yatağan Termik Santrali'nin güneydoğusundaki yamaçlarda olduğu sonucuna varılmıştır.

Kaasalainen ve Stefansson (2012), yılında İzlanda jeotermal su ve su buharındaki elementleri incelemek amacıyla bu çalışmayı yürütmüşler Cd, Co, Ni, Pb, Cr, Cu, Zn, Ba, Cs, Pb, Li, As, Sb, Mo, Mn, Fe, Al değerlerini belirlemişlerdir. Klorlu sulara Al, Fe, Mn, Cr, Zn, Ni, Cu, Ca, Ba, Sr içeriklerinin yüksek olduğu sonucuna varmışlardır.

Deveci (2012), Gaziantep atık sularıyla sulanan topraklardan ve bölgede yetişen bitkilerden örnek alıp Cu, Mn, Co, Fe, Zn değerlerini belirlemişlerdir. Bitkilerde bu değerler artma göstermiş, fakat toprakta birikime rastlanmamıştır.

Yılmaz (2013), yılında yaptığı çalışmada Aydın'da bulunan kaplıca sularının analizi yapmış ve sıcaklık değerleri bakımından diğer illere göre daha yüksek olduğu sonucuna varmıştır. Bundan dolayı. Aydın kaplıcalarının hem kaplıca turizmine, hem de ısıtma amaçlı kullanıma uygun olduğu sonucuna varmıştır. Yapılan analizler sonucu kaplıca sularının ağır metal düzeylerinin halk sağlığını etkilemeyecek derecede olduğu sonucuna varılmıştır.

Özkul (2013), Afyon'da yaptığı çalışmada ağır metal ve bor kirliliğini belirlemek amacıyla bu çalışmayı yürütmüştür. Toprak ve bu bölgede yetiştirilen bitkilerden örnek alınmış B, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Pb analizlerini yapmış elde edilen sonuçlara bakıldığında ağır metal yönünden kirlenme olmadığı ancak bor bakımından bitkide toprakta önemli ölçüde birikim olduğu sonucuna varmıştır.

Grassi vd. (2014), Larderello jeotermal alanında anyon katyon ve B, As analizleri yapmış ve sonuçları değerlendirdiklerinde yer altı sularının normal değerlerin üzerinde ve kirlilik yönünden sorun teşkil ettiği sonucuna varmışlardır.

Dağ (2015), 2013-2014 yılları arasında yaptıkları çalışmada jeotermal enerji tesislerinin incirde verim ve kalite üzerine etkilerini belirlemek amacıyla bu çalışmayı yürütmüşlerdir. Aydın ili Allan güllü bölgesindeki incir bahçelerinden 4 farklı uzaklık mesafesi belirleyip her mesafeyi ikişer sarılop incir çeşidi temsil etmiştir. Çalışma sonucunda jeotermal tesise yakın olan incir bahçelerinde ağır metal birikimlerinin arttığı mesafe uzaklaştıkça bu birikimlerin azaldığı sonucuna

varmışlardır. Verim ve kalite açısından da tesisten uzaklaştıkça verim ve kalitenin arttığı görülmüştür.

Er (2015), Büyük Menderes Nehrinden su ve sediment kirliliğini belirlemek amacıyla örnek almış ve pH, EC gibi parametreleri Büyük Menderes Nehrinde diğer element ve ağır metalleri ise laboratuvar koşullarında belirlemiş, sonuç olarak SAR değerinin çok yüksek olduğu özellikle bor konsantrasyonu bakımından tesisten uzaklaştıkça değerin azaldığı yakınlaştıkça arttığı sonucuna varmıştır.

Özyürek (2016), Nevşehir bölgesinde yaptığı çalışmada çeşitli su kaynakları ile sulanmış arazilerden toprak, su ve bitki örnekleri almıştır. Bu örneklerin ağır metal birikimlerini belirlemek amacıyla bölgede tarımsal olarak yetiştiriciliği yapılan 4 farklı bitki çeşidi (domates, biber, soğan, fasulye) belirlemiştir. Bu toprak bitki ve sularından (ırmak, kanal, dere) güz döneminde düzenli olarak almıştır. Pb, Cu, Cr, Cd, Ni analizleri yapılmış ve bu analizler sonucu en yüksek konsantrasyon Kızıllırmak ile sulanan Avanos bölgesinde, en düşük konsantrasyon ise kontrol noktası olarak belirlenen kuyu suyu ile sulanan Kavak bölgesindeki örneklerde olduğunu tespit etmiştir.

Akaroğlu ve Seferoğlu (2017), yaptıkları çalışmada Aydın ili Sultanhisar ilçesi Nazilli Sağ Sahil Sulama birliğinden farklı zamanlarda aldıkları su örneklerini kullanmışlardır. Aldıkları örneklerde yapılan analizler sonucunda  $\text{HCO}_3^-$  içeriği sakıncalı düzeyde olduğu görülmüştür. Sulamada kullanılan suyun kalitesinin  $\text{C}_2\text{S}_1$  sınıfından  $\text{C}_3\text{S}_1$  sınıfına geçtiği saptanmıştır. Kullanılan kanal suyunun meyve kalitesini de etkilediği belirlenmiştir. Kanal suyu ile sulanan bitkilerde bor değerinin kontrol grubu bitkilerine göre daha yüksek olduğu sonucuna varmışlardır.

Yavuz (2018), Kızılcahamam ilçesi yüzeysel su kaynaklarını ağır metal kirlilik parametreleri saptamak için 10 adet örnekleme noktası belirlemiş ve bu noktalardan aldıkları örnekleri yağışlı ve kurak olacak şekilde iki farklı döneme ayırmıştır. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standart'ında yer alan suların sınıflandırılmasındaki sınır değerlerle karşılaştırılmış ve iyon değişimleri belirgin özelliklerde olmamıştır. Yağışlı dönemde As değeri ham su arsenik sınır değerlerinin üzerinde olup, 10 ppm'in üzerinde ölçülmüştür. Analizler sonucu su kaynaklarında Al, As, Cr, Cu, Fe, Hg, Se değerlerinin yüksek olduğu sonucuna



varmışlardır. Ağır metallerin bölgenin volkanik yapısına bağlı olarak yağışlı dönemlerde yükseldiği kurak dönemlerde düştüğü sonucuna varmıştır.



## 3.MATERYAL VE YÖNTEM

### 3.1.Materyal

#### 3.1.1.Deneme Yeri ve Yılı

Aydın ili sınırları içerisinde Sultanhisar ilçesi Atça mahallesinde 2017-2018 sezonunda yetiştiricilik yapılmıştır. Deneme alanına ait iklim verileri Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Deneme alanına ait görüntü

Çalışmada test bitkisi olarak Rubiygem çilek çeşidi kullanılmıştır. Çilek bitkisi kullanılmasının sebebi Aydın ili önemli çilek üretim alanlarından biri olması ve bölgede çeşit olarak en çok bu çeşidin yetiştirilmesidir. Yetiştirme ortamı olarak 1/3 Yanmış Ahır Gübresi, 1/3 Dere kumu, 1/3 Bahçe Toprağı kullanılmıştır. Sulama suyu olarak dört farklı sulama suyu çeşidi (%100 kuyu suyu %25 jeotermal su+kuyu suyu, %50 jeotermal su+kuyu suyu, %100 kuyu suyu) kullanılmıştır. Kullanılan jeotermal suyun sıcaklığı 161 °C’dir. Gübreleme damlama şeklinde uygulanmış olup Accord Plus dengeli gübre (18.18.18+ me) kullanılmış gerekli görüldüğü durumlarda yapraktan ve damlamadan ek gübreleme yapılmıştır.

Denemede kullandığımız gübrenin bileşimi; Toplam Azot (N):% 18 Amonyum Azotu (N-NH<sub>4</sub>), % 5, Nitrat Azotu (N-NO<sub>3</sub>) % 5, Üre Azotu [N-CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>] % 8'dir. Suda Çözünür Fosfor Pentaoksit (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>): % 18, Suda Çözünür Potasyum Oksit (K<sub>2</sub>O):% 18, Suda Çözünür Bakır (Cu): % 0.01, Suda Çözünür Demir (Fe): % 0.02, Suda Çözünür Mangan (Mn):% 0.01, Suda Çözünür Çinko (Zn):% 0.01'dir. Üretim sezonu boyunca gerekli görüldüğü durumlarda yapraktan ve damladan insektisit ve fungusit kullanılmıştır. Deneme alanı bahçe toprağı analiz sonuçları ve kullanılan sulama suyu analiz sonuçları Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3'de verilmiştir.



Çizelge 3.1. Deneme alanına ait iklim verileri (Anonim 2019)

Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)												
Yıl/ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2017	17.8	20.3	25.7	30.7	33.5	<b>44.0</b>	43.6	39.3	37.8	29.9	24.0	22.1
2018	18.9	22.4	24.9	34.5	36.0	38.6	<b>40.4</b>	<b>40.4</b>	38.1	30.8	29.8	16.3
Aylık Minimum Sıcaklık (°C)												
Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2017	<b>-3.2</b>	-2.6	1.2	5.0	10.2	14.1	18.1	17.4	11.6	6.8	0.8	0.0
2018	<b>-0.2</b>	2.0	2.5	7.1	11.3	15.1	18.0	17.9	15.1	3.9	4.9	<b>-0.7</b>
Aylık Toplam Yağış (mm=kg÷m <sup>2</sup> ) OMGİ												
Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2017	<b>204.2</b>	21.2	67.0	59.2	94.2	8.6	0.0	37.2	0.0	65.6	95.4	89.8
2018	98.6	92.8	63.6	2.2	75.0	44.8	4.6	29.0	5.4	29.0	92.4	<b>122.0</b>
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)												
Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2017	6.1	9.6	12.7	15.9	20.2	25.5	29.7	28.2	24.1	18.1	11.8	10.2
2018	8.2	11.3	14.0	19.3	22.6	25.3	28.6	28.1	25.2	18.9	14.3	8.3

### 3.1.2. Denemede Kullanılan Bahçe Toprağı Analiz Sonuçları

Denemede kullanılan saksı toprağı 1/3 Yanmış Ahır Gübresi, 1/3 Dere kumu, 1/3 Bahçe Toprağı olacak şekilde karışım hazırlanmıştır. Bu toprağın fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Denemede kullanılan bahçe toprağına ait analiz sonuçları

Bünye	pH	EC ( $\mu$ S/cm)	Organik Madde (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Toplam N (%)	P (mg/l)
Kumlu Tınlı	7.88 Hafif Alkali	0.016	2.72 Orta	1.46 Düşük	0.14 Orta	2.34 Düşük
(mg/l)						
K	Na	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn
117 Düşük	11.5 Çok Düşük	1450 Orta	241 Orta	2.99 Düşük	3.55 Yeterli	0.46 Düşük
Mn	B	Pb	Cd	Cr	Ni	Co
2.54 Düşük	1.16 Yeterli	3.75 Düşük	1.65 Düşük	104.7 Yeterli	3.97 Düşük	29.72 Düşük

### 3.1.3. Denemede Kullanılan Sulama Suyu Analiz Sonuçları

Denemede sulama amacıyla kullandığımız kuyu suyunun ve karışım hazırladığımız jeotermal suyun analiz Sonuçları çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Sulama suyu analiz sonuçları

	mg/l			( $\mu$ s/cm)	(me/l)				
Sulama Suyu	B.K	E.K.M	pH	EC	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	
Kuyu Suyu	1200	7000	7.35	1746	3.26	1.1	41.7	0.16	
%100Jeotermal	3000	3000	7.91	5020	62.82	2.07	235	3.21	
	(me/l)			mg/l					
Cl <sup>-</sup>	CO <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Bor	Geçici Sertlik	Bütün Sertlik	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	
2.18 Sorun Yok	0	9.43 Yüksek	4.15 İyi	0.20 Çok İyi	8.29	10.42 Orta Sert	15.56	0.11	
6.81 Sorun Artıyor	0	46.26 Çok Yüksek	4.41 İyi	21.46 Kullanılmaz	123.45	9.30 Orta Sert	7.97	0.15	
	mg/l								
	Fe	Cu	Zn	Mn	Pb	Cd	Cr	Ni	Co
Kuyu Suyu	1.26	0.016	0.06	0.40	0.12	0.58	0.04	0.00	0.18
%100jeotermal	3.20	0.80	0.12	0.83	0.86	1.38	1.89	2.04	0.44



Şekil 3.2. Deneme alanı sulama sistemine ait görüntü

### 3.2.Yöntem

Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Denemede tek çeşit kullanılmış ve 4 farklı sulama suyu (%100 kuyu suyu, %25 jeotermal su+ kuyu suyu, %50 jeotermal su +kuyu suyu, %100 jeotermal su ) uygulanmıştır. Uygulama 4 tekerürlü yapılmış olup, sulama ve gübreleme damla sulama şeklinde yapılmıştır. Gübrelemede temel gübreleme uygulanmış olup bölgede çilek üreticilerinin de fazlaca kullandığı Accord Plus (18.18.18+m.e) gübresi üretim sezonu boyunca kullanılmıştır. Her tekerrür 1 saksı ve her saksıda 6 adet bitki olacak şekilde hazırlanmıştır. Fideler 7 Kasım'da dikildi ve 10 Aralık'ta fidelerin üzeri naylonla örtülmüştür. Mart ayında gerekli ilaçlamalar yapıldı (mantar ve kırmızı örümcek ilacı) ve 2 Nisan'da damlama sulamaya başlandı. Ayda bir bitki, meyve, yaprak, çiçek sayımları yapılmıştır.

#### 3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanmasında Kullanılan Yöntemler

17 adet toprak örneği bitki hasadından hemen sonra Nisan ayında alınmıştır. Toprak örnekleri her bir tekerrürü bir adet örnek temsil edecek şekilde alınmış

yetiştirme ortamında kullanılan bahçe toprağından bahçeyi temsil edecek şekilde 0-30cm derinlikten örnek alınmıştır. Örnekler iyice karıştırılıp hava kurusu hale gelinceye kadar bekletilmiş ağaç çekiçlerle dövüldükten sonra 2mm'lik elekten elenerek analize hazır hale getirilmiştir (Chapman ve Pratt,1961).

### **3.2.2.Toprak Analizinde Uygulanan Yöntemler**

#### **3.2.2.1. Toprak bünyesi**

Hidrometre yöntemi kullanılarak toprak örneklerinin %kum, %silt, %kil, miktarları belirlenmiş sonuçlar tekstür üçgeninde değerlendirilmiştir (Bouyoucos, 1955). Sınıflandırma Black'e (1957) göre yapılmıştır.

#### **3.2.2.2. Toprak reaksiyonu (pH)**

Havada kurutulmuş ve 2 mm'lik elekten geirilmif toprak rneği 1/ 2.5 sulandırılarak süspansiyon çalkalama makinesinde 30 dakika çalkalanmış cam elektrotlu pH metrede ölüm yapılmıştır (Jackson,1958).

#### **3.2.2.3. Elektriksel iletkenlik (EC) (mS/cm)**

Elektriksel iletkenlik, toprak saturasyon ekstraktında, Elektriki Conductivity aleti ile llmştir (Rhodes,1982).

#### **3.2.2.4. Kireç (CaCO<sub>3</sub>) (%)**

Scheibler kalsimetresinde volümetrik olarak llmş sonuçlar % olarak hesaplanmıştır (ağlar,1958). Sınıflandırma Aeroboe ve Falke'ye göre yapılmıştır (Evliya, 1964).

#### **3.2.2.5. Organik madde (%)**

Modifiye edilmiş Walkley-Black yöntemiyle belirlenmiş sonuçlar % olarak hesaplanmıştır (Black,1965).



### **3.2.2.6. Alınabilir fosfor**

Fosfor içerikleri Olsen yöntemine göre 0.5 M sodyum bikarbonat çözeltisi ile ekstrakte edilip, elde edilen süzükteki fosfor (P) spektrofotometrede okunmuş sonuçlar ppm olarak verilmiştir (Olsen and Dean 1965).

### **3.2.2.7. Toplam azot (%)**

Modifiye kjedahl yöntemine göre belirlenmiş sonuçlar % olarak hesaplanmıştır (Bremner, 1965).

### **3.2.2.8. Ekstrakte edilebilir K, Ca, Mg, Na**

1N Amonyum Asetat (pH=7.0) çözeltisi ile ekstrakte edilerek elde edilen süzükte, potasyum (K), kalsiyum (Ca), sodyum (Na) içerikleri flame fotometrede, magnezyum (Mg) Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrede okunmuştur. (Kacar, 1996).

### **3.2.2.9. Alınabilir bor**

Sıcak su ile ekstrakte edilebilir Azometin-H yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Wolf, 1971).

### **3.2.2.10. Ekstrakte edilebilir Fe, Cu, Zn ve Mn miktarları**

Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirildiği şekilde DTPA ile ekstrakte edilerek ICP-OES'de belirlenmiş sonuçlar ppm olarak verilmiştir (Kacar,1996).

### **3.2.2.11. Toplam potansiyel toksik element analizi**

Toplam potansiyel toksik element (Cu, Zn, Ni, Cd, Cr, Pb, Co) analizleri ise Kacar (1972)'ye göre 0.05mm elekten geçen toprak örneğinin HNO<sub>3</sub> ve HCl asitle (kral suyu 3:1) rodajlı balonlarda geri soğutmalı soksalet sisteminde yaş yakılarak elde edilen ICP-OES ile belirlenmiştir (Kacar, 1996).

### **3.2.3. Su Örneklerinin Alınması Analize Hazırlanmasında Kullanılan Yöntemler**

Araştırmada kullanılan 4 farklı sulama suları önceden saf sudan geçirilip hazır hale getirilen örnek kapları içerisinde laboratuvara getirilmiş koyu renk şişeler içerisinde üzerine bilgileri yazılarak buzdolabında saklanmıştır.

### **3.2.4. Su Örneklerinin Analizinde Kullanılan Yöntemler**

#### **3.2.4.1. Buharlaştırma kalıntısı**

Beher içine konulan suyun 105 °C etüv içerisinde buharlaştırılmasından sonra arta kalan tortunun tartılması ile yapılmıştır (Tuncay,1994).

#### **3.2.4.2. Erimiş katı madde**

Süzme kağıdı ile süzülüp beher içine konulan suyun 105°C etüvde buharlaştırılarak beher içinde kalan tortunun tartılması ile yapılmıştır (Tuncay,1994).

#### **3.2.4.3. pH tayini:**

Su örneklerinin pH'ları cam elektrot ile doğrudan ölçülmüştür (Richards,1954).

#### **3.2.4.4. Elektriksel iletkenlik (EC)**

Elektriksel iletkenlik kondaktivite aletiyle direkt olarak ölçülmüştür (Richardas,1954). Okunan değerlere SAR ve elektriksel iletkenlik değerlerinin bir arada ele alınmasıyla hazırlanmış tuzluluk ve sodyum ile ilgili sınıflandırmayı belirleyen diyagram uygulanmıştır (U.S Salinity Lap.Staff, 1954).

#### **3.2.4.5. Sodyum, kalsiyum ve potasyum tayini**

Su örneklerinde Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup> ve K<sup>+</sup> kanyonları dalga boyları ayarlanmış Flame Fotometre cihazında yapılan ölçümlerle tayin edilmiştir (Tuncay,1994).

#### **3.2.4.6. Klor tayini**

Klorür analizi, normalitesi belli AgNO<sub>3</sub> çözeltisi ve %5'lik potasyum kromat indikatörü kullanılarak hacimsel olarak tayin edilmiştir (Richards, 1954).

### **3.2.4.7. Karbonat ve bikarbonat tayini**

Karbonat analizi fenol fitalein, bikarbonat analizi, metil oranj indikatörü kullanılarak normalitesi belli  $H_2SO_4$  ile titre edilerek yapılmıştır (Richards,1954).

### **3.2.4.8. Sülfat tayini**

Mevcut sülfat anyonu  $BaSO_4$  ile çöktürülerek gravimetrik olarak tayin edilmiştir (Richards,1954).

### **3.2.4.9. Bor tayini**

Bor analizleri Azomethin-H yöntemi ile klorimetrik olarak yapılmıştır (Wolf,1971).

### **3.2.4.10. Sertlik analizi**

Lunge ve Wartha-Pfeifer yöntemine göre yapılmıştır (Tuncay,1995).

### **3.2.4.11. Amonyum ve nitrat tayini**

Dalga boyu ayarlanmış UV-Spektrofotometre cihazında yapılan ölçümle yapılmıştır (Tokaloğlu ve Kartal, 2002).

### **3.2.4.12. Fe, Cu, Zn, Mn, Co, Cr, Ni, Cd ve Pb tayini**

Örneklerin ağır metal içerikleri Atomik Absorbsion Spektrofotometre ile doğrudan ölçüm yoluyla belirlenmiştir (Munoz,1968).

Analizleri yapılan sular sulama suyu amaçlı kullanıldığı için Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ve Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliğindeki kalite parametrelerine göre değerlendirilip karşılaştırılarak sınıflandırmaları yapılmıştır.

### **3.2.5. Bitki Örneklerinin Alınması Analize Hazırlanmasında Kullanılan Yöntemler**

Bitki örnekleri 4 uygulamadan 4'er tekerrürle toplamda 16 adet olacak şekilde her bir uygulama ve tekerrürden ayrı ayrı örnek alınarak analizleri yapılmış ve

sonuçların ortalamaları alınarak analiz tabloları oluşturulmuştur. Alınan yaprak örnekleri yıkayıp saf sudan geçirildikten sonra kurtulup öğütülerek laboratuvarında analize hazır hale getirilmiştir.

### **3.2.6. Bitki Örnekleri Analizinde Kullanılan Yöntemler**

#### **3.2.6.1. Toplam azot içeriğinin belirlenmesi**

Azot analizi modifiye edilmiş Kjeldahl yöntemi ile belirlenecektir. Bu amaçla 0.25 g örnek yaş yakma ünitesinde (Velp Scientifica, DK20) yakılıp ve destilasyon ünitesinde (Velp Scientifica, UDK 126A) destile edilecektir. Destilat 0.1 N HCl ile pembe renk alana kadar titre edilecektir. Sonuçlar % olarak ifade edilecektir (Kacar ve İnal, 2008).

#### **3.2.6.2. P, K, Ca, Mg içeriklerinin belirlenmesi**

Bitki örnekler önce nitrik asit: perklorik asit ( $\text{HNO}_3:\text{HClO}_4$ ) (4:1) karışımında yakılmış ve 100 ml'ye saf su ile tamamlanmıştır. Daha sonra hazırlanan yaş yakma ekstraktında. P analizi Vanadomolibdat sarı renk yöntemi ile Spektrofotometrede. K. Ca Flame fotometrede Mg ise Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi ile okunmuştur (Kacar,1972).

#### **3.2.6.3. Demir, çinko, mangan, bakır, kadmiyum, nikel, krom, kurşun, kobalt analizleri**

Analize hazır hale getirilen örneklerin ölçümleri Atomik Absorbsiyon spektrofotometre cihazı (Varian Spectra 220FS) ile yapılmış olup sonuçlar  $\text{mg kg}^{-1}$  olarak ifade edilmiştir (Kacar ve İnal,2008).

### **3.2.7. Meyve Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanmasında Kullanılan Yöntemler**

Uygulama sonucu 3. ve 4.dozda (%50 jeotermal ve %100 jeotermal) meyve oluşumu gözlemlenmediği için bu uygulamalardan örnek alınamamıştır. Diğer kontrol (%100 kuyu suyu) ve 2. doz (%25 jeotermal su) ile sulanan saksılardan her bir tekerrürden ayrı ayrı olacak şekilde 25 Nisan tarihinde örnek alınmıştır. Örnekler numaralandırılıp etiketlendikten sonra laboratuvara getirilip buzdolabında saklanmıştır.

### **3.2.8. Meyve Örneklerinin Analizinde Kullanılan Yöntemler**

#### **3.2.8.1. Meyvelerde boy, maksimum-minimum enin belirlenmesi**

Deneme alanından homojen olarak alınan çilek meyvelerinin boy ölçümleri yapıp ortalamaları alınmıştır.

#### **3.2.8.2. Meyvelerde sitrik-malik asitin belirlenmesi**

Meyve parçalayıcı ile parçalanmış meyvelerden suyu süzölmüş olan oda sıcaklığındaki meyve sularından 10'ar ml pipet yardımı ile alınıp üzerine 20 ml saf su ilave edilip seyreltilmesi sağlanan meyve suyuna 2-3 damla fenolftalein indikatörü alkol çözeltisine damlatılmıştır. Daha önceden hazırlanan 0.1 N'lik NaOH çözeltisi ile renk gül kurusu kırmızı oluncaya kadar titre edilmiştir (Karaçalı,1985).

#### **3.2.8.3. Meyve renginin belirlenmesi**

Yetiştirme ortamından homojen ve farklı yerlerden alınan çilek örneğinin renk farklılıkları Mindta Cr 300 renk ölçer aleti ile Hunter sistemi CIE L\*a\*b(üç boyutlu renk ölçme yöntemine göre a:kırmızılığı. b:sarılığı ifade eder)'e göre belirlenmiştir (Üren,1999). L değeri parlaklığı, a değeri kırmızıdan yeşile, b değeri ise sarıdan maviye renk değişimlerini göstermektedir.

Değerlendirmede, L=0 siyah, L=100 beyaz değerlerini gösterirken, a değerinin negatif değerleri yeşili, pozitif değerleri ise kırmızıyı işaret etmektedir. b değerinin ise negatif değerleri maviyi gösterirken, pozitif değerleri sarıyı göstermektedir (Wang vd., 1998).

#### **3.2.8.4. % suda çözülebilir kuru maddelerin belirlenmesi**

Örnekler blendırla ezilerek elde edilen süzükten alınan sıvı Refraktometresinde okuma yapıp ortalamaları alınmıştır (Horwitz,1970).

#### **3.2.8.5. Meyve suyu pH'nın belirlenmesi**

Meyve örnekleri cam bir kap içinde ezilip filtre kağıtından süzölüp doğrudan pH-metre ile okuması yapılmıştır (Hortwiz, 1970).

### **3.2.8.6. Ortalama meyve ağırlığının belirlenmesi**

Ortalama meyve ağırlığı (gr/meyve) olarak belirlenmesinde meyvelerin toplam ağırlığının toplam meyve sayısına bölünmesi şeklinde bulunup ortalaması alınarak bulunmuştur.

İstatistik Analiz Yöntemleri:Araştırma sonucu elde edilen toprak, yaprak ve meyve analiz sonuçları SPSS istatistik paket programından yararlanılarak varyans analizi yapıp sonuçlar LSD testi (%5- %1) uygulanıp deneme faktöriyel düzeyde tesadüf blokları deneme desenine değerlendirilmiştir (Little and Hills,1978). Elde edilen analiz sonuçları karşılaştırılarak uygun kalite parametrelerine ilişkin sınıflandırmalar Çizelge 3.1. 3.2. 3.3. 3.4. 3.5. 3.6. 3.7. 3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.4.Kıtaçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Anonim, 2015)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları <sup>(a)</sup>			
	I	II	III	IV
<b>Genel Şartlar</b>				
Sıcaklık (°C)	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30
Renk (m <sup>-1</sup> )	RES 436 nm: ≤ 1.5 RES 525 nm: ≤ 1.2 RES 620 nm: ≤ 0.8	RES 436 nm: 3 RES 525 nm: 2.4 RES 620 nm: 1.7	RES 436 nm: 4.3 RES 525 nm: 3.7 RES 620 nm: 2.5	RES 436 nm: >4.3 RES 525 nm: >3.7 RES 620 nm: >2.5
pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	< 6.0 veya >9.0
İletkenlik (µS/cm)	<400	1000	3000	> 3000
Yağ ve Gres	Yüzer halde yağ, katran gibi sıvı maddeler, çöp ve benzeri katı maddeler ile köpük bulunamaz.			-
<b>(A)Oksijenlendirme Parametreleri</b>				
Oksijen doygunluğu (%) <sup>(b)</sup>	>90	70	40	< 40
Çözünmüş oksijen (mg O <sub>2</sub> /L) <sup>(b)</sup>	> 8	6	3	< 3
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	< 25	50	70	> 70
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ <sub>5</sub> ) (mg/L)	< 4	8	20	> 20
<b>B) (Besin Elementleri) Parametreleri</b>				
Amonyum azotu (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N/L) <sup>(c)</sup>	< 0.2	1	2	> 2
Nitrat azotu (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N/L)	< 5	10	20	> 20
Nitrit azotu (mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N/L)	< 0.01	0.06	0.12	> 0.3
Toplam kjeldahl-azotu (mg N/L)	< 0.5	1.5	5	> 5
Toplam fosfor (mg P/L)	< 0.03	0.16	0.65	> 0.65

Çizelge 3.4. Kıtaiçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Anonim, 2015) (Devamı)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları <sup>(a)</sup>			
	I	II	III	IV
<b>C) Mikro Besin Elementleri (Metaller) ve İnorganik Kirlilik Parametreleri <sup>(d)</sup></b>				
Alüminyum (mg Al/L)	≤ 0.3	≤ 0.3	1	> 1
Arsenik (µg As/L)	≤ 20	50	100	> 100
Bakır (µg Cu/L)	≤ 20	50	200	> 200
Baryum (µgBa/L)	≤ 1000	2000	2000	> 2000
Bor (µg B/L)	≤ 1000	≤ 1000	≤ 1000	> 1000
Civa (µg Hg/L)	≤ 0.1	0.5	2	> 2
Çinko (µgZn/L)	≤ 200	500	2000	> 2000
Demir (µg Fe/L)	≤ 300	1000	5000	> 5000
Florür (µg F/L)	≤ 1000	1500	2000	> 2000
Kadmiyum (µgCd/L)	≤ 2	5	7	> 7
Kobalt (µgCo/L)	≤ 10	20	200	> 200
Krom (µg Cr+6/L)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50
Krom (toplam) (µg Cr/L)	≤ 20	50	200	> 200
Kurşun (µg Pb/L)	≤ 10	20	50	> 50
Mangan (µg Mn/L)	≤ 100	500	3000	> 3000
Nikel (µgNi/L)	≤ 20	50	200	> 200
Selenyum (µg Se/L)	≤ 10	≤ 10	20	> 20
Serbest klor (µg Cl <sub>2</sub> /L)	≤ 10	≤ 10	50	> 50
Siyanür (toplam) (µg CN/L)	≤ 10	50	100	> 100
Sülfür (µg S=/L)	≤ 2	≤ 2	10	> 10
Tehlikeli maddeler	Tehlikeli maddeler ve bu tabloda verilmeyen diğer kirlenmeler konuyla ilgili ülke envanteri (referans değerler) oluşturulduktan sonra. 1 Ocak 2016'den itibaren değerlendirilecektir.			
<b>D) Bakteriyolojik Parametreler</b>				
Fekalkoliform (Membran)	≤10	200	2000	> 2000
Toplam koliform (Membran)	≤100	20000	100000	> 100000



Çizelge 3.5. Sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan sulama suyu kalite parametreleri (Annim,1991)

Kalite Kriterleri	Sulama Suyu Sınıfı				
	I. Sınıf Su (Çok İyi)	II. Sınıf Su (İyi)	III. Sınıf Su (Kullanılabilir)	IV. Sınıf Su (İhtiyatla Kullanılmalı)	V. Sınıf Su (Zararlı) Uygun Değil
EC <sub>25</sub> x10 <sup>6</sup>	0-250	250-750	750-2000	2000-3000	> 3000
Değişebilir Sodyum Yüzdesi(% Na)	< 20	20-40	40-60	60-80	> 80
Sodyum Adsorbsiyon oranı (SAR)	< 10	10-18	18-26	> 26	
Sodyum karbonat kalıntısı (RSC) meq/lmg/l	> 1.25 < 66	1.25-2.5 66-133	> 2.5 > 133		
Klorür (Cl <sup>-</sup> ). meq/lmg/l	0-4 0-142	4-7 142-249	7-12 249-426	12-20 426-710	> 20 > 710
Sülfat (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) meq/lmg/l	0-4 0-192	4-7 192-336	7-12 336-575	12-20 575-960	> 20 > 960
Toplam tuz konsantrasyonu (mg/l)	0-175	175-525	525-1400	1400-2100	> 2100
Bor konsantrasyonu (mg/l)	0-0.5	0.5-1.12	1.12-2.0	> 2.0	-
Sulama suyu sınıfı*	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>2</sub> . C <sub>2</sub> S <sub>2</sub> . C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>3</sub> . C <sub>2</sub> S <sub>3</sub> . C <sub>3</sub> S <sub>3</sub> . C <sub>3</sub> S <sub>2</sub> . C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>4</sub> . C <sub>2</sub> S <sub>4</sub> . C <sub>3</sub> S <sub>4</sub> . C <sub>4</sub> S <sub>4</sub> . C <sub>4</sub> S <sub>3</sub> . C <sub>4</sub> S <sub>2</sub> . C <sub>4</sub> S <sub>1</sub>	-
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> veya NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	0-5	5-10	10-30	30-50	> 50
Fekal Koliform ** 1/100 ml	0-2	2-20	20-100	100-1000	> 1000
BOİ <sub>5</sub> (mg/l)	0-25	25-50	50-100	100-200	> 200
Askıda katı madde (mg/l)	20	30	45	60	> 100
pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-9	< 6 veya > 9
Sıcaklık	30	30	35	40	> 40

Çizelge3.6. Sulama sularında izin verilebilen maksimum ağır metal ve toksik elementlerin konsantrasyonları (Anonim,1991)

Elementler	Birim Alana Verilebilecek Maksimum Toplam Miktarlar. kg /ha	İzin Verilen Maksimum Konsantrasyonlar	
		Her Türlü Zeminde Sürekli Sulama Yapılması Durumun Da Sınır Değerler mg/1	pH Değeri 6 .0-8.5 Arasında Olan Killi Zeminlerde 24 Yıldan Daha Az Sulama Yapıldığında. mg/1
Alüminyum (Al)	4600	5.0	20.0
Arsenik (As)	90	0.1	2.0
Berilyum(Be)	90	0.1	0.5
Bor (B)	680	- <sup>3</sup>	2.0
Kadmiyum (Cd)	9	0.01	0.05
Krom (Cr)	90	0.1	1.0
Kobalt (Co)	45	0.05	5.0
Bakır (Cu)	190	0.2	5.0
Florür (F)	920	1.0	15.0
Demir (Fe)	4600	5.0	20.0
Kurşun (Pb)	4600	5.0	10.0
Lityum (Li) <sup>1</sup>	-	2.5	2.5
Manganez (Mn)	920	0.2	10.0
Molibden (Mo)	9	0.01	0.05 <sup>2</sup>
Nikel (Ni)	920	0.2	2.0
Selenyum (Se)	16	0.02	0.02
Vanadyum (V)	-	0.1	1.0
Çinko (Zn)	1840	2.0	10.0

<sup>1</sup>Sulanan narenciye için 0.075 mg/1'dir.

<sup>2</sup>Yalnız demir içeriği fazla olan asitli killi topraklarda izin verilen konsantrasyondur.

Çizelge 3.7. Toprak örneklerinin sınıflandırılmasında kullanılan sınır değerleri (Kacar,2009)

Element	Sınır Değeri	Değerlendirme
Toplam N (%)	0.05>	Azotça Fakir
	0.05-0.10	Azotça Orta
	0.10-0.15	Azotça İyi
	0.15<	Azotça Zengin
Alınabilir P (ppm)	<1.3	Fakir
	1.3-3.26	Orta
	3.26<	İyi
Alınabilir K (ppm)	<150	Noksan
	150-200	Düşük
	200-300	Yeterli
	300-400	Yüksek
	400<	Çok Yüksek
Alınabilir Na (ppm)	<34	Çok Düşük
	34-68	Düşük
	68-230	Orta

Çizelge 3.8. Toprakların alınabilir bazı makro ve mikro element yönünden sınıflandırılması (Kacar,2009)

Toprak Özellikleri	Sınır Değeri	Değerlendirme
Bünye sınıfları (%)		Kil (C)
		Killi tın (CL)
		Tın (L)
		Tınlı kum (LS)
		Kumlu killi tın (SCL)
		Kumlu tın (SL)
pH	<4.5	Kuvvetli asit
	4.5-5.5	Orta asit
	5.5-6.5	Hafif asit
	6.5-7.5	Nötr
	7.5-8.5	Hafif alkali
	>8.5	Kuvvetli alkali
EC(dS m <sup>-1</sup> )	< 2	Tuzsuz
	2-4	Hafif tuzlu
	8-16	Orta derecede tuzlu
	<16	Çok fazla tuzlu
CaCO <sub>3</sub> (%)	<2.5	Az kireçli
	2.5-5.0	Kireçli
	5.0-10	Orta kireçli
	15.0-25.0	Bünye +Marn
	>25.0	Bünye+Kireç

Çizelge 3.8. Toprakların alınabilir bazı makro ve mikro element yönünden sınıflandırılması (Kacar,2009) (Devamı)

Toprak Özellikleri	Sınır Değeri	Değerlendirme
Organik madde (%)	<1.0	Çok az
	1.0-2.0	Az
	2.0-3.0	Orta
	3.0-4.0	İyi
	>4.0	Yüksek

Çizelge 3.9. Topraktaki toplam potansiyel toksik element sınır değerleri (Anonim, 2010)

	6≤pH<7	≥7
<b>Ağır Metal (Toplam)</b>	<b>mg.kg<sup>-1</sup> Fırın Kuru Toprak</b>	<b>mg.kg<sup>-1</sup> Fırın Kuru Toprak</b>
Kurşun	70	100
Kadmiyum	1	1.5
Krom	60	100
Bakır	50	100
Nikel	50	70
Çinko	150	200
Civa	0.5	1

Çizelge 3.10. Çilek yaprakları için yeterlilik sınır değerleri (Jones vd,1991)

Besin Elementi	Yeterlilik Sınırı (%)	Besin Elementi	Yeterlilik Sınırı (mg/l)
N	2.50-4.00	Fe	50-200
P	0.25-0.45	Zn	20-200
K	1.30-3.00	Mn	50-200
Ca	1.00-2.50	Cu	6-50
Mg	0.25-1.00	B	23-50

## 4.BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1. Toprak Örneklerinin Analiz Sonuçları

Çalışmanın yapıldığı Aydın ili Sultanhisar ilçesindeki seradan her bir saksıdan ayrı ayrı olmak üzere toplam 16 adet toprak örneğinde fiziksel ve kimyasal analizleri yapıp, her bir tekerrürün ortalamaları alınmıştır. Toprakların fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1 ve 4.2’de verilmiştir. Numaralandırma şu şekildedir;T1kuyu suyu ile sulanan saksılar, T2 %25 Jeotermal su ile sulanan saksılar, T3 %50 jeotermal su ile sulanan saksılar, T4 %100 Jeotermal su ile sulanan saksıdaki topraklardır.



Şekil 4.1 Deneme alanında bitki gelişim durumu

Çizelge 4.1. Uygulamaların toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkisi

Uygulamalar	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	pH	EC (mS/cm)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Organik Madde (%)
T1	66.12	30.99	2.9	7.51	2.4	1.78	4.92
T2	65.07	31.25	3.68	7.45	2.4	2.27	4.11
T3	65.34	31.51	3.16	7.43	2.27	2.15	4.51
T4	65.60	30.99	3.42	7.59	2.30	1.85	5.00
Ortalama	65.53	31.19	3.29	7.50	2.34	2.01	4.63
LSD				<b>ö.d</b>	<b>ö.d</b>	<b>ö.d</b>	<b>ö.d</b>

ö.d:İstatistiksel açıdan önemli değil

$p \leq 0.05^*$

$p \leq 0.01^{**}$

Toprak örneklerinin Çizelge 4.1'deki analiz sonuçlarına baktığımızda bünye bakımından Kumlu-Tınlı, pH değerlerinin 7.51-7.59 hafif alkali organik madde bakımından zengin olduğu istatistiksel açıdan uygulamalar arasında her bir özellik için fark olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.2 Uygulamaların toprağın makro elementleri üzerine etkisi

Uygulamalar	N %	P	K	Ca mg/l	Mg	Na
T1	0.34	12.20	850.25	1382.50 <sup>b</sup>	651.25	97.75 <sup>c</sup>
T2	0.27	11.13	840.00	2150.00 <sup>a</sup>	718.50	103.75 <sup>c</sup>
T3	0.24	11.34	786.75	1742.50 <sup>ab</sup>	720.00	156.00 <sup>b</sup>
T4	0.28	13.43	965.50	2232.50 <sup>a</sup>	642.00	310.75 <sup>a</sup>
ORT	0.28	12.02	850.25	1876.88	682.94	167.06
LSD	<b>ö. d</b>	<b>ö. d</b>	<b>ö. D</b>	<b>542.9*</b>	<b>ö. d</b>	<b>35.05**</b>

ö.d:İstatistiksel açıdan önemli değil

p≤0.05\*

p≤0.01\*\*

Farklı dozlarda uygulanan jeotermal suların sulama suları ile birlikte kullanılmasının toprak üzerine etkileri ve birikimleri incelendiğinde topraktaki % N değerlerinin %0.34 ve 0.28 arasında olduğu ve istatistiksel açıdan bir önemi olmadığı sonucuna varılmıştır.

Toprakların P ve Mg değerleri incelendiğinde Çizelge 4.1'e göre topraktaki birikimleri P'un 12.20 ve 13.43 mg/l arasında değiştiği kontrole göre P değerlerinde düşme olduğu en yüksek değer T4 de görüldüğü, Mg değerlerinin 651.25 ve 642.0 mg/l arasında değiştiği en yüksek değer T3 te görüldüğü ancak bu farklılıkların istatistiksel açıdan önemsiz bulunduğu sonucuna varılmıştır.

Toprakların K değerleri incelendiğinde 850.25-965.50 mg/l arasında değiştiği en yüksek değer T4 te görüldüğü fakat istatistiksel açıdan önemsiz bulunduğu sonucuna varılmıştır.

Uygulama sonucu toprakların Ca değerleri bakımından karşılaştırıldığında kontrole göre düzenli olarak artan dozlarda Ca içeriğinin de uygulamaya paralel olarak arttığı en yüksek değer ise %100 jeotermal su uygulanan toprakta olduğu 2232.0 mg/l belirlenmiştir. Artan dozlarla birlikte topraktaki Ca değerinin artmasının sebebi jeotermal suyun Ca içeriğinin yüksek olmasıdır. Kara ve Nalbantçılar ve Kara (2007) Sivas ili Sarkışla ilçesindeki jeotermal sularda yaptıkları çalışmada benzer sonuçlara ulaşmışlardır.

Farklı dozlarda jeotermal su uygulamaları sonucu Na değerleri artan dozlara paralel olarak toprakların Na içeriklerinin de arttığı 97.75-310.75 mg/l değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu artış istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Er (2015) yılı Büyük Menderes Nehrinde yaptığı çalışmada jeotermal enerji tesisine yaklaştıkça SAR değerinin yükseldiği sonucuna varmıştır. Na değerinin artan dozlara paralel olarak artmasının sebebi jeotermal suyun Na değerinin yüksek olması sonucu toprakta birikme olmasıdır. Öngay (2004) yaptığı çalışmada benzer sonuçlara elde etmiştir.

Jeotermal suların farklı dozlarının toprakların makro besin maddesi içerikleri üzerine etkisi incelenmiştir Çizelge 4.2. Toprakların Ca ve Na içerikleri dışında artan dozların toprakların N, P, K, Mg içeriklerinde kontrole göre farklılıklar olduğu ancak bu farklılıklar istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir. Toprakların Ca ve Na içerikleri kuyu suyuna göre artan doza paralel olarak artmış ve önemli bulunmuştur. Buda jeotermal suların Ca ve Na içeriklerinin yüksek konsantrasyonlu olması ile açıklanabilir.

Çizelge 4.3. Uygulamaların toprağın mikro elementleri üzerine etkisi

Uygulamalar	(mg/l)				
	Fe	Zn	Cu	Mn	B
T1	8.70	1.36	3.42b	2.76	1.93b
T2	10.16	1.45	4.35a	2.76	2.44b
T3	8.69	1.49	3.51b	2.88	3.03b
T4	7.48	1.61	3.46b	2.90	7.23a
Ortalama	8.76	1.48	3.68	2.82	3.66
LSD	ö.d	ö.d	0.64*	ö.d	1.41**

ö.d:İstatistiksel açıdan önemli değil

p≤0.05\*

p≤0.01\*\*

Topraklarının Fe, Zn, Mn değerleri incelendiğinde kontrole göre artan dozlarda uygulamalar arasında istatistiksel açıdan bir farklılık görülmediği sonucuna varılmıştır. Cu değerlerine bakıldığında ise en yüksek dozun T2 uygulamasında olduğu görülmektedir.2. doz saksıdaki birikimin sebebinin damladan kullanılan bakırlı ilaçlar olduğu düşünülmektedir.

Artan dozlarda uygulanan jeotermal su toprakların Bor konsantrasyonları üzerine etkisi incelendiğinde Tablo 4.3'de topraklardaki Bor konsantrasyonlarının 1.93-7.23 mg/l arasında değiştiği artan dozlara paralel olarak topraktaki konsantrasyonlarında arttığı görülmektedir. Bu sonuç istatistiksel açıdan önemli





Farklı dozlarda jeotermal su ile sulanan bitkilerin N değerleri incelendiğinde % toplam azot içerikleri % 2.84-3.22 arasında değişmektedir. En yüksek değer 3.22 olarak %100 jeotermal uygulanan bitkide bulunmuştur. Jeotermal suyun azot değerinin yüksek olması 4.uygulamada birikime sebep olmuştur.

Artan dozlarda jeotermal suların sulama suları ile birlikte kullanılmasının ilek bitkisinin besin maddeleri üzerine etkileri incelendiğinde kontrole göre artan dozlara paralel olarak yaprakların P değerlerinde düşme belirlenmiştir. Ancak bu düşüş istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur.

Yaprakların K içerikleri incelendiğinde, potasyum miktarı % 1.97- 3.20 arasında değiştii belirlenmiştir. Artan dozlara paralel olarak yaprakların K içeriklerinde artma görölmüştür. En yüksek değer %100 jeotermal su ile sulanan bitkide görölmüş ve istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bunun sebebinin de %100 jeotermal suyun K içeriğinin yüksek olması ile açıklanabilir. Mengel ve Arneke, 1982'de potasyumun bitkilerde su dengesi üzerine olağan üstü öneme sahip olduğunu ve potasyumun hücrede dolayısı ile bitkinde su dengesinin sağlanması büyük bir öneme sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Artan dozlarda jeotermal su karışımı ile sulanan ilek bitkisinin Ca değerleri incelendiğinde kontrole göre (kuyu suyu) artan dozlara paralel olarak yaprakların Ca değerlerinde de düzenli bir artış belirlenmiş ve istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Kalsiyum besin elementine duyarlı olan ilek bitkisi için bu olumlu bir özellik olarak kabul edilebilir. Wills vd. 1977'de meyvelerde Ca içeriğinin artmasının dokuların daha güçlü olmasına e olgunlaşma süresinin de bir ölçüde uzamasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Kılıç 2004 Ca'lu gübrelere yaptığı çalışmada ilek bitkisinin Ca ile beslenmesinin çok önemli olduğunu bildirmiştir.

Yaprakların Mg değerlerine bakıldığında % 0.36-0.42 arasında değiştii en yüksek değerin %100 jeotermal su ile sulanan bitkide göröldüğü, fakat bu değerin istatistiksel açıdan önemsiz bulunduğu sonucuna varılmıştır.

Artan dozlarda jeotermal suların sulama suları ile birlikte kullanılmasının ilek bitkisinin besin maddeleri içeriklerine etkileri incelendiğinde %0.02-0.09 arasında olduğu belirlenmiştir. Sonuçta kontrole göre artan dozlara paralel olarak Na değerlerinde de artış görölmüştür. En yüksek değerin %100 jeotermal su ile sulanan bitkide olduğu sonucuna varılmış istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Jeotermal suların Na içeriğinin yüksek olması önce topraklarda Na

konsantrasyonunun artmasına daha sonrada bitkide Na değerin artmasına neden olduğu belirlenmiştir. Bu artış bitkilerde alkalilik zararının oluşmasına neden olmaktadır.Özen vd 2009 yılında yaptıkları çakışmada benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Çizelge 4.6. Uygulamaların çilek bitkisinin mikro element içeriklerine etkisi

Uygulamalar	(mg/l)				
	Fe	Zn	Cu	Mn	B
T1	392.68	30.89	8.10	75.8	80.0d
T2	482.08	30.25	12.60	62.3	190.8c
T3	651.9	30.19	17.36	53.4	282.2b
T4	639.7	37.53	22.80	51.2	387.6a
Ortalama	541.59	32.21	10.90	60.7	235.2
LSD	ö.d	ö.d	ö.d	ö.d	32.4**

ö.d:İstatistiksel açıdan önemli değil      p≤0.05\*      p≤0.01\*\*

Uygulamaların çilek bitkisinin mikro element içerikleri üzerine etkileri Çizelge 4.6'da incelendiğinde Fe, Zn, Cu, Mn değerlerinde kuyu suyuna göre artışlar elde edilmiş ancak bu artışlar istatistiksel açıdan bir önem bulunmamıştır. Farklı dozlarda jeotermal su karışımlarının bitkilerin bor içeriklerine etkisi incelendiğinde ise 80.0-387.6 mg/l arasında belirlenmiştir. Bu değerler kontrole göre artan dozlara paralel olarak yaprakların B değerinin de arttığı en yüksek değerin %100 jeotermal su ile sulanan bitkide 387.6 değerinde olduğu belirlenmiştir. Aslan 2010 ve Arslan vd 2001'de, Saatçı ve Tuncay 1973, Akar 2003, Özkul 2013 yılında yaptıkları çalışmalarda bor açısından benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Çizelge 4.7. Uygulamaların çilek bitkisinin ağır metal konsantrasyonları üzerine etkisi

Uygulamalar	(mg/l)				
	Ni	Co	Cd	Cr	Pb
T1	1.40b	43.78	5.75b	146.50b	15.50
T2	1.83b	54.50	13.05b	177.40b	10.75
T3	1.15b	36.55	15.85b	586.35a	16.50
T4	2.80a	29.06	17.37a	679.43a	22.75
Ortalama	1.80	40.97	13.01	397.42	16.38
LSD	1.31*	ö.d	5.55**	206.33**	ö.d

ö.d:İstatistiksel açıdan önemli değil      p≤0.05\*      p≤0.01\*\*

Çilek bitkisi örneklerinin Ni içeriklerine bakıldığında 1.40-2.80mg/l arasında değiştiği en yüksek değer in ise kuyu suyuna göre %100 jeotermal su ile sulanan bitkide görüldüğü sonucuna varılmıştır. Bunun nedeninin %100 jeotermal suyun Ni içeriğinin yüksek olmasıdır.

Uygulamaların çilek bitkisi Co değerleri incelendiğinde kontrole göre en yüksek dozun T2 (%25 jeotermal su) ile sulanan bitkide olduğu görülmüştür. Fakat bu değerler istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Bitkilerin Cd değerleri incelendiğinde 5.75-17.37 mg/l arasında değiştiği çilek bitkisi yapraklarında en yüksek Cd değerinin T4 (%100 jeotermal su) ile sulanan bitkide olduğu sonucuna varılmıştır. Bu artış istatistiki açıdan da önemli bulunmuştur. Bunun sebebinin de T4 uygulamasının (%100 jeotermal suyun) Cd içeriğinin yüksek olmasıdır.

Bitkilerin Cr değerleri incelendiğinde değer in 146.50-679.43 mg/l arasında değiştiği görülmektedir. Artan jeotermal su konsantrasyonuna paralel arttığı ve bu artış önemli bulunmuştur. En yüksek değer in T4 (%100 jeotermal su) ile sulanan bitkide olduğu belirlenmiştir. Bu artış jeotermal suyun Cr içeriğinin yüksek olması ile açıklanabilir. Er 2015 yılında yaptığı çalışmada jeotermal tesise yakın alanlardan alınan incir bitkisinde ağır metal birikimi olduğu sonucuna varmıştır.

Pb değerleri incelendiğinde artan dozlara paralel olarak Pb değerlerinin arttığı en yüksek değer in %100 jeotermal su ile sulanan bitkide olduğu belirlenmiştir. Fakat bu değer istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Keser 2008 yılında yaptığı çalışmada Cu, Cd, Pb, Fe, Zn, değerleri açısından bitkide toksik derecede olduğu sonucuna varmıştır.

### 4.3. Meyve Analiz Sonuçları

Çizelge:4.8. Meyvelerin morfolojik özellikleri

Uygulamalar/ Tarih (18 /04/2018)	Yaprak Sayısı (adet)	Çiçek Sayısı(adet)	Meyve Sayısı(adet)
T1	7	2	3
T2	7	2	1
T3	5	1	1
T4	3	1	0
Uygulamalar/ Tarih (08 /05/2018)	Yaprak Sayısı(adet)	Çiçek Sayısı(adet)	Meyve Sayısı(adet)
T1	13	5	7
T2	10	3	4
T3	7	0	0
T4	4	0	0

Çizelge 4.9. Meyve analiz sonuçları

	<b>T1</b>	<b>T2</b>
Max ağırlık (mg)	16.43	15.63
Min. Ağırlık (mg)	13.81	7.38
Ort. Ağırlık (mg)	14.65	11.76
Max Boy (mm)	46.15	41.85
Min. Boy (mm)	32.03	28.94
Max. En (mm)	34.34	30.92
Min. En (mm)	26.79	25.8
Ort. Boy (mm)	39.22	35.22
Ort. En (mm)	30.05	28.56
S.Ç.K.M (%)	10.57	11
Meyve Suyu pH	3.38	3.48
Sitrik Asit	0.0006	0.0007
Malik Asit	0.0007	0.0008
L	23.15	21.61
a	16.32	15.63
b	7.2	7.04



Şekil 4.2. T1 (kuyu suyu)



Şekil 4.3. T2 (%25 jeotermal karışımı) uygulanan bitki



Şekil 4.4. T3 (%50 jeotermal karışımı) uygulanan bitki





Şekil 4.5. T4 ( %100 jeotermal su) uygulanan bitki

Çilek bitkisinin yaprak çiçek ve meyve sayılarına bakıldığında Nisan ayında sulama suyu olarak kullanılan jeotermal su dozları arttıkça bitkideki yaprak meyve çiçek sayılarında düşme olduğu gözlemlenmiştir. Mayıs ayında kuyu suyu ile sulanan bitkide ve T2 Dozunda (%25 jeotermal su) bitkide yaprak meyve ve çiçek sayılarında artış olduğu diğer T3 (%50) ve T4 (%100) dozunda su uygulanan bitkilerin kurumaya başladığı gözlemlenmiştir. Meyvelerin en boy ve ağırlıkları incelendiğinde artan dozlarda değerlerde düşüş olduğu en yüksek değerlerin ise T1 (kuyu suyu yani kontrolde) olduğu belirlenmiştir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma 4 farklı sulama suyu karışımı uygulanarak, 4 farklı dozda gerçekleştirilmiştir. Topraktaki element birikimleri incelendiğinde Ca, Na, B, Co içerikleri üzerine etkisi T4 Dozunda (%100 jeotermal su) saksı topraklarında en fazla birikim olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebi jeotermal suyun Ca, Na, B, Co içeriklerinin yüksek olmasıdır. Bitkiler üzerindeki etkileri incelendiğinde bitki yapraklarında N, K, Ca, Na, B, Ni, Cd, Cr değerlerinin dozlara paralel olarak arttığı belirlenmiştir. En yüksek değer T4 (%100 jeotermal su) uygulanan saksılarda olduğu sonucuna varılmıştır.

Jeotermal suyun analiz sonuçlarına bakıldığında özellikle EC (tuz) ve bor bakımından değerlerin kullanılamaz olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sebeple artan dozlara paralel olarak bitkilere etkileri incelendiğinde, bu değerlerin arttığı ve bu artışın toprakta ve bitkide de benzer olduğu belirlenmiştir. Artan uygulamalar ayrıca toprakta ve bitkide de ağır metal birikimlerine neden olduğu belirlenmiştir.

T3 (%50 ) ve T4 (%100) jeotermal su dozunda bitkilerde çiçeklenme ve meyve oluşumu meydana gelmemiş, bu saksılarda bitkiler çok kısa sürede kurumuş ve örneklemeler yapılamamıştır. Bu sebeple jeotermal suyun besin maddesi kaynağı olarak ya da sulama suyu olarak kullanılması sakıncalıdır. Toprakta birikimlerinin belirlenebilmesi için aynı alanda uzun süren çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Aydın bölgesi coğrafi konumu ve jeolojik yapısından dolayı yüksek bir jeotermal enerjiye sahiptir. Geçmişten günümüze bakılacak olursa üretim miktarı ve kullanım alanlarının arttığını görmekteyiz. Bu sebeple jeotermal enerjinin sağlıklı bir biçimde kullanılabilmesi için, re-enjeksiyon sistemi kurulması ve kullanılması gereklidir. Bu tür önlemlerin alınması, jeotermal suların sulama sularına karışmasını ve ağır metal kirliliğini önleyecektir. İleride bitkisel üretim, sulama suları, çevreye etkisi bakımından daha büyük sorunlar yaşanmaması için gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir.





## KAYNAKLAR

- Akar, D. 2003. Jeotermal Santrallerin Çevresel Etkileri. **Jeotermal Enerji Semineri Kitabı**, pp. 161-170, İzmir.
- Akaroğlu N.Ş. Seferoğlu S. (2012). Yüksek Tünel altında Yetiştirilen Camarosa Çilek çeşidinde CO2 Zenginleştirmesinin Klorofil İçeriği Üzerine etkisi. **The 8th International Soil Science Congress** (Poster)(Yayın No:1680031)
- Akkaş, B. 2010. Banaz-Hamamboğazı (Uşak) Jeotermal Sahasında Su ve Toprak Kirlilik Etkilerinin İncelenmesi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
- Al-Naeem, A.A., 2008, Hydrochemical Process and Metal Composition of Ain Umm-Sabah Natural Spring in Al-Hassa Oasis Eastern Province, **Saudi Arabia, Pakistan Journal of Biological Sciences**, 11 (2): 244- 249.
- Al-Saadi, H.A., A.A. Al-Lami, F.A. Hassan, and A.A. Al-Dulymi. 2002. Heavy Metals in Water, Suspended Particles, Sediments and Aquatic Plants of Habbaniya Lake, Iraq. *Intern. J. Environ. Studies*. 59 (5): 589-598.
- Altınbaş Ü. ve Bolca. M. 1995. İçmeler (Seferihisar-İzmir) Jeotermal Kaynakların Çevre Kirliliğine Olan Etkileri Üzerine Araştırmalar.**Türkiye Toprak İlimi Derneği İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu**. Ankara.
- Anonim 1991. Resmi Gazete, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Numune Alma ve Analiz Metodları Tekniği, 7.1.1991 Tarihli, Sayı: 20748, 2-39 S.
- Anonim 2010. Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği (AATTUT), 20.03.2010 Tarih ve 27527 Sayılı Resmi Gazete.
- Anonim 2015. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150415-18>.
- Anonim 2018.Devlet Meteoroloji İşleri Bölge Müdürlüğü, [www.mgm.gov.tr](http://www.mgm.gov.tr) Erişim tarihi: 18.10.2019
- Arslan.S.. Darıcı.M.. Karahan.Ç. 2001.Türkiye'nin Jeotermal Enerji Potansiyali.Jeotermal Enerji Semineri.

- Aslan.E., 2010.Alangüllü (aydın) Jeotermal Kaynağının Kimyasal Özellikleri ve Çevreye Olan Etkilerinin Uzaktan Algılama ve CBS Kullanılarak Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir Bornova.
- Aydın G., Seferoğlu S. 1999. Investigation of Boron Concentration of some Irrigation Waters Used in Aydın Region for Plant Nutrient and Soil Pollution. Proceedings of International Symposium on Desertification (Yayın No: 2407240).
- Ayers, R.S. and Westcot, D.W. 1989. Water Quality For
- Bakaç M, Kumru.M.N., 2000.Menemen (İzmir) Ovası Su ve Topraklarında Radyoaktivite Araştırması ve Ağır Metal Kirliliği. **Ekoloji Çevre Dergisi Nisan-Mayıs-Haziran**, 35, 26-30.
- Black, C.A., 1957. Methods of soil analysis part. II. American Soc. Of agronomy. inc., publisher Madison, Wisconsin. U.S.A. 1372-1376.
- Black, C.A., 1964. Methods of soil analysis part. II. American Soc. Of agronomy. inc., publisher Madison, Wisconsin. U.S.A. 1372-1376.
- Bolca, M., Kılınç, R., Altınbaş, Ü., Saç, M.M., Kumru, M.N., Çolak Estetlili, B., Estetlili, T., Özen, F., 2010. Alangüllü (Aydın) Bölgesindeki Jeotermal Kaynakların Kimyasal Özelliklerinin ve İçerdikleri Radyoaktif Maddelerin Su Kaynakları, Tarım Toprakları ve Kültür Bitkilerine Etkilerinin Multidisipliner Yaklaşımla Saptanması Üzerine Araştırmalar, İzmir.
- Bouyoucos,G.J. 1955.A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils. Agronomy Journal, 4(9):434
- Börekçi, M., 1986. Borla Kirlenen Simav Çayının Sulamada Kullanılmasının Toprakta Oluşabilecek Bor Birikmesine Etkilen TGAE. Müd. Yay., Genel Yay. No: 113, R. Sen No: 51, Ankara.
- Bremner, J.M.,1965. Methods of soil Analysis.Part 2. Chemical and Microbiological Methods.American Society of Agronomy Inc. Madison, Wise S-1149-1178,U.S.A.
- Chapman, H.D., and Pratt, P.F., 1961. Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters, University of California, Division of Agricultural Sciences, 1-6.
- Çağlar, K., Ö. 1958. Soil ScienceAgricultural Faculty, University of Ankara.

- Dağ. S.. 2015.İncirde Verim ve Kalite Üzerine Jeotermal Enerji Tesislerinin Olası Etkilerinin Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi. Aydın.
- Deveci.T.,2012.Gaziantep’te Atık Sulardan Etkilenen Toprak ve Bitkilerde Eser Element (Cu, Co, Mn ve Zn) ve Fe Konsantrasyonlarının İcp-İms İle Tayini.Kilis 7 Aralık Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.
- Doğdu.M.Ş.. Bayarı.S.C.. 2002. Akarçay Havzasında (Afyon) jeotermal kökenli kirlenme:1. Akarçay Nehrinde su ve sediment kirliliği. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni. Yerbilimleri. 25 (2002). 21-33.
- Ellis, A.J., Mahon, W.A.J., 1977. Chemistry and Geothermal Systems. Academic Press, New York.
- Er. S. 2015. Aydın-Buharkent Yöresindeki Jeotermal Sularında Bazı Kirlenici Parametrelerin Araştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. Aydın.
- Florou, H., Kehagia, K., Savidou, A. And Trabidou, G., 2006. The Radiological Evaluation of Uranium, Radium and Radon in Metallic and ThermoMetallic Springs in Ikaria Island, The Eastern Aegean Sea, **Greece. Radioactivity in the Environment**, Volume 8, Pages 235-242.
- Gonzalez, M.L., Lopez,D.A., Gatica, C., 2004. Effect of soil-use on deep groundwater quality in Southern Chile. **International Journal of Environment and Pollution** 2004-Vol. 21,No: 3, p 240-252.
- Grassi. S.. Amadori.M.. Pennisi. M.. Cortecchi.G. 2014.İdentifying sources of B and As contamination in surface water and groundwater downstream of the **Larderello geothermal** – İndustrial area (Tuscany–Central Italy). Journal of Hydrology. Elsevier. 509:66-82
- Hashem, A.R., 1993. Heavy Metal Analysis of Water and Soils from Saudi Arabia. J. King Saud Univ., Vol.5, Science (1), pp.39-46.
- Horwitz, W. 1970. Official methods analysis. A.O.A.C. 11<sup>th</sup> edition. Washington D.C., USA.izers. 4<sup>th</sup> Ed. P. 1-754. Macmillan Publishing Company, New York.

- Hudson-Edwards , KA, J Archer, J., 2008. Geochemistry of arsenic (As) in spring and stream waters from San Antonio de los Cobres, NW Argentina
- Ilgar, R., 2005. Ekolojik Bakışla Jeotermal Kaynaklara Dualist Yaklaşım, **Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi**, C.4, S.13: 88-98.
- Jackson, M. 1958. Soil chemical analysis.p.498. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Jones, J. B. Jr., B. Wolf and H. A. Mills, 1991. Plant analysis handbook. Micro-Macro Publishing, Inc. Georgia 30607, USA.
- Kaasalainen, H., Stefánsson, A., 2012. The chemistry of trace elements in surface geothermal waters and steam. Iceland. **Chemical Geology**. Elsevier. 330-331; 60-85.
- Kacar B., İnal A., 2008. Bitki Analizleri, Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti. Yayınları, Yayın No: 1241; Fen Bilimleri: 63, (I. Basım) Ankara.
- Kacar, B.,1972.Bitki ve Toprağın Analizleri, II. Bitki Analizleri, A.Ü. Zir. Fak. Yayınları, 453m.
- Kacar, B., 2009. Toprak Analizleri. (Genişletilmiş 2. Basım) Nobel Yayın Dağıtım. Ankara.
- Kacar, B.,1996. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III Toprak Analizleri A.Ü.Zir.Fak,vakfı Yayınları No=3.
- Karaca, A., 2000. Afşin-Elbistan termik santrali emisyonlarının çevre topraklarının fiziksel. kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine etkileri. **Mühendislik Bilimleri Dergisi**. 7:95-102.
- Karaçalı İ., 1985., Ders Notları Teksir No: 81-II Bahçe Ürünlerini Pazara Hazırlama Tekniği Uygulama Esasları.
- Karadede, H., and E. Ünlü. 2000. Concentrations of Some Heavy Metals in Water, Sediment and Fish Species from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. *Chemosphere*. 41: 1371-1376.
- Karataş M., Güler, E., Dursun, Ş., Özdemir, C., Argun, M.E., 2007. Konya Ana Tahliye Kanalının Çengilli Bölgesi Tarım Topraklarında ve Buğdayda Cu,

Cr, Ni ve Pb Derişimlerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Çevre Müh. Bölümü, KONYA.

- Kepenek.K.,Koyuncu.M.A., Koyuncu.F. 2002. Bazı Çilek Çeşitlerinin Isparta Koşullarında Adaptasyonu. Bahçe 31 (1-2): 17 – 23.Isparta.
- Keser, B.. 2008. Aydınİlinde Büyük Menderes Nehri ile Sulanan Bölgelerde Yetisen Bazı Sebze ve Meyvelerdeki Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması.Adnan Menderes Üniverstesi Fen BilimleriEnstitüsü Kimya Anabilim Dalı.Yüksek Lisans Tezi.Aydın.
- Kılıç, İ., 2004, Aydın yöresinde yetiştirilen çileklerde farklı kalsiyumlu gübrelerin verim ve kalite etkilerinin araştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Toprak Anabilim Dalı (Yüksek Lisans tezi)
- Kılınç, R. ve Yokaş, İ., 1987. Toprak, Bitki ve Su Kaynaklarında Bulunan Radyasyon Miktarları ve Çevresel Önemi, **E.Ü.Z.F. Dergisi**.
- Kır, I., Özcan, T.S., Tuncay, 2007.Kovada Gölü'nün Su ve Sedimentindeki Bazı Ağır Metallerin Mevsimsel Değişimi, **E.Ü. Su Ürünleri Dergisi**,Cilt/Volume 24, Sayı/Issue (1-2): 155–158
- Kitto, M. E., Parekh, P. P., Torres, M. A., Schneider, D., 2005. Radionuclide and Chemical Concentrations in Mineral Waters at Saratoga Springs, New York, **Journal of Environmental Radioactivity**, 80, 327-339.
- Kurosawa, K.,Do Nguyen Hai; Nguyen Huu Thanh; Ho Thi Lam Tra; Tran Thi Le Ha; Nguyen Tat Canh; Egashira, K. 2006. Temporal And Spatial Variations Of\_norganic Nitrogen Levels in Surface And Groundwater Around Hanoi, Vietnam. **Communications in Soil Science and Plant Analysis** 37 (3/4).
- Little, T.M. and Hilis, F.J. 1978. Agricultural experimentation design and analysis. John Wiley and Sons Inc., New York.
- Lindsay, W.I. and Norvell, E.A., 1978. Development of DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421-428.
- Mengel, D.B., and W.W. Arneke, 1982.Effect of Potassium on the water potential, the pressure potential, the osmotic potential and cell elongation in leaves of **Phaseolus vulgaris**. *Physiol Plant*. 54:402-408.

- Munoz, J., 1968. Atomic Absorbption Spectroscopy and Analysis by Atomic-Absorbption Flame Photometry. Elsevier Publishing Company Amsterdam, London, New York.
- Nalbantçılar M.O Kara, E., 2007. Ortaköy (Sivas) Jeotermal Sahasının Özellikleri, **S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg.**, c.23, s.3, Sivas
- Odokuma, L.O., and S.O. Ijeomah. 2003. Seasonal Changes in the Heavy Metal Resistant Bacterial Population of the New Calabar River, Nigeria. **Global Journal of Pure and Applied Sciences**. 9 (4): 425-434.
- Olsen, S. R. And L. A. Dean, 1965. Phosphorus (Ed. C.A. Black) Methods of Soil Analysis. Part 2. American Society of Agronomy. Inc. Publisher Madison Wisconsin U.S.A. 1965, 1035-1049.
- Ölgen ve Gür. 2011. Yatağan Termik Santrali Çevresinden Toplanan Likenlerde (Xanthoria parietina) Saptanan Ağır Metal Kirliliğinin Coğrafi Dağılışı. **Türkiye Coğrafya Dergisi**. 57:43-54. İstanbul
- Öngay, E. 2004. Balıkesir-Pamukçu Jeotermal Alanı ve Çevresinin Hidrojeolojik ve Hidrojeokimyasal İncelemesi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Özen-Balaban, T., Tarcan G., 2009. Caferbey ve Sart-Çamur (Salihli), Jeotermal Alanlarının Hidrojeokimyasal İncelenmesi, Türkiye Jeoloji Bülteni. 53, 3. Erişim Tarihi: 10.04.2019 [http://dergipark.gov.tr/download/article\\_file/1288073](http://dergipark.gov.tr/download/article_file/1288073)
- Özkul. M.. 2013. Afyonkarahisar İlindeki Organize Sanayi ve Jeotermal Turizm Tesislerinden Kaynaklanma Olasılığı Olan Ağır Metal ve Bor Kirliliğinin Araştırılması. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. ,Muğla
- Özmen, H., F. Külahçı, A. Çukurovalı, and M. Doğru. 2004. Concentrations of Heavy Metal and Radioactivity in Surface Water and Sediment of Hazar Lake (Elazığ, Turkey). *Chemosphere*. 55: 401-408.
- Özyürek F, 2016, Nevşehir’de Farklı Su Kaynaklarıyla Sulanan Sebzelerde Ağır Metal (cd, cr, cu, fe, ni, pb, zn) Birikimi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi

- Prasad, B. and Bose, J.M., 2001, Evaluation of the Heavy Metal Pollution Index for Surface and Spring Water Near a Limestone Mining Area of the Lower Himalayas, *Environmental Geology*.
- Rashed, M.N. 2001. Monitoring of Environmental Heavy Metals in Fish From Nasser Lake. *Environment International*. 27: 27-33
- Rhoades, J.D. 1982., Soluble salts. *Methods of soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Editors: AL. Page R.H. Miller, D.R Keeney, 167-179, Winconsin. Vol., 135:67-71.
- Richards, L. A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, **Agriculture Handbook** No:60, U.S. Department of Agriculture. U.S. Govt. Printing Office . Washington, D.C.
- Saatçi, F. ve Tuncay, H., 1973, İzmir İli Balçova Bölgesinde Sulamada Kullanılan Bazı Kuyu, Artezyen, Kaynak ve Dere Sularının Sulama Yönünden Kalitelerinin Tespiti Üzerine Araştırmalar, **E.Ü Ziraat Fakültesi Yayın: 197**, Bornova-İzmir.
- Süzer.S..2014. Çilek Yetiştiriciliği. Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü.
- Szajdak, L.; Zyczynska-Baloniak, I.; Szczepanski, M. 2006. Efficiency of The Small Pond As A Biogeochemical Barrier To Decrease Different Kinds Of Nitrogen \_n The Agricultural Landscape. **Polish Journal of Soil Science** 39 (1).
- Şahin.A..2013. Jeotermal Enerji ve Türkiye. "Jeotermal Enerji Yatırımları Açısından Değerlendirme". MEGE.
- Şener, S. ve Özkara, M., 1986, Balıkesir Bigadiç Yöresindeki Bor Madeni Atık Sularının Simav Çayı'na Karışmasının Bölge Topraklarında Meydana Getirdiği Kirlilik ve Bunun Tarımsal Üretime Etkileri, **86. Çevre Sempozyumu**, İzmir.
- Tekin-Özan, S., İ. Kır, and M. Barlas. 2004. Determination of some heavy metals in water of Kovada Lake (Isparta) and pike perch (*Stizostedion lucioperca* L., 1758), (in Turkish). I. Ulusal Limnoloji Çalıştayı, İstanbul Üniversitesi, 16-19 Mayıs 2004, Sapanca
- Tokalioğlu Ş., ve Kartal Ş., 2002. Chemometrical Interpretation of Lake Waters after Their Chemical Analysis by Using AAS, Flame Photometry and

- Titrimetric Techniques. **International Journal of Environmental Analytical Journal Chemistry**, Cilt 82, No:5, 291-305.
- Tuncay, H.,1994.Su Kalitesi Ders Notu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayın No:312, İzmir.
- TÜİK, 2019.,www.tuik.gov.tr
- U.S. Salinity Lap. Staff., 1954. Diagnosis Improvement of Saline and Alkali Soils **Agriculture Handbook**, No:6. U.S. Govt. Print Office, Washington D.C.
- Ülker, İ., 1988. Türkiye’de sağlık turizmi ve kaplıca planlaması. Turizm Bakanlığı yayını, No,1006/129, 317s., Ankara.
- Üren, A. 1999.Üç Boyutlu Renk Ölçme Yöntemleri. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, **Gıda Mühendisliği Bölüm Dergisi** 24(3):193-200 İzmir.
- Václav, B., Vladimír, P., Jaroslav, S., Jaroslav, U., 1989.Impact Of Diffuse Nitrate Pollution Sources On Groundwater Quality Some Examples From Czechoslovakia. *Environmental Health Perspectives* Vol. 83, pp. 5–24.
- Wang, H., Cao, G., Prior, R. L. 1998. Total Antioxidant Capacity of Fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 44: 701-705.
- Wills, R.B.H., Tirmazi, S.I.H., and Scott, K.J., 1977. Use of Calcium to delay ripening of tomatoes. *Hort. Science* 12:551-552.
- Wolf, B., 1971. Detarmination of Boron in Soil Extractes Plant Materiels, Compost Manures, Waters and Nutrient Solution. **Soil Science and Plant Analysis**, 2 (5): 363-374.
- Yağmur,B., Okur.B, 2009,Bitkisel Üretimde Termal Suların Kullanım Olanakları. **Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.**, 46 (2): 123-128 ISSN 1018 – 8851,İzmir
- Yavuz E., 2018.,Kızılcahamam Yüzeysel Su Kaynaklarının Ağır Metal Kirliliği Yönünden İncelenmesi, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği AnabilimDalı.
- Yılğör.A..2009. Büyük Menderes Nehri Çökellerinde Ağır Metal Kirliliği ve Deltaya Olan Etkileri, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı.Yüksek Lisans Tezi.İzmir.
- Yılmaz, H., (2009), Çilek, Hasad Yayıncılık,İstanbul.



Yılmaz,N., 2013,.Aydın ve Çevresindeki Jeotermal Sulardaki Bazı Elementlerin ve İyonların ıcp-oes ve ıç ile Analizi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Aydın.

Zein, F.I., Omar, E.H.; Abd-Allah, M.A.A.; El-Yamani, M.S., 2002. Influence of irrigation water quality on heavy metals content of soils, water table and some crops at the Nortern Nile Delta (Egypt), **Egyptian Journal of Soil Science**, 0302-6701, v. 42 (4), 739-750.



## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Müge AR

Doğum Yeri ve Tarihi : AYDIN:1992

### EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme

Yüksek Lisans Öğrenimi :Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı ,

Yabancı Diller :İngilizce

### İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl :Anadolu Tarım ve Danışmanlık-2016

### İLETİŞİM

E-Posta Adresi :mugearr@gmail.com

Tarih :05/11/2019