



**BAZI TURŞULUK HIYAR ÇEŞİTLERİNDE ATIK  
SULARLA SULAMANIN VERİM, KALİTE VE AĞIR  
METAL İÇERİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Sıla ÖZKAN**



T.C

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI TURŞULUK HIYAR ÇEŞİTLERİNDE ATIK SULARLA SULAMANIN  
VERİM, KALİTE VE AĞIR METAL İÇERİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Sıla ÖZKAN**

Doç. Dr. Nuray AKBUDAK

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

BURSA-2019

## TEZ ONAYI

Sıla ÖZKAN tarafından hazırlanan “**Bazı Turşuluk Hıyar Çeşitlerinde Atık Sularla Sulamanın Verim, Kalite Ve Ağır Metal İçerikleri Üzerine Etkileri**” adlı tez çalışması Aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Doç. Dr. Nuray AKBUDAK

**Başkan:** Doç. Dr. Nuray AKBUDAK

Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi,  
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

İmza 

**Üye:** Prof. Dr. Gökhan Ekrem ÜSTÜN

Bursa Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi,  
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza 

**Üye:** Doç. Dr. Mustafa DEMİRKAYA

Kayseri Üniversitesi Safiye Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksek Okulu,  
Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü

İmza 

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN

Enstitü Müdürü

25.1.2019

**U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı beyan ederim.

.../.../...

**İmza**

**Sıla ÖZKAN**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAZI TURŞULUK HIYAR ÇEŞİTLERİNDE ATIK SULARLA SULAMANIN  
VERİM, KALİTE VE AĞIR METAL İÇERİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

**Sıla ÖZKAN**

Bursa Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

**Danışman:** Doç. Dr. Nuray AKBUDAK

Bu çalışma, 2017 yılı Temmuz ve Ekim ayları arasında gerçekleştirilmiş olup, turşuluk hıyar (*Cucumis sativus*), (Artist F<sub>1</sub>, Atik F<sub>1</sub>, Titanik F<sub>1</sub>) çeşitlerinde atık su ve arıtılmış atık su uygulamalarının ürün ve ürün kalitesi üzerine etkilerini değerlendirmek ve bitkilerdeki ağır metal kalıntı miktarlarını saptamak amacıyla yapılmıştır. Çalışmamızda, sulama kaynağı olarak; şebeke suyu, atık su ve arıtılmış atık su kullanılmıştır. Bitkilerin hasattan sonra fenolojik gözlemleri, büyüme kriterleri, verim ve genel kalite analizleri, ağır metal miktarları (Krom (Cr), Nikel (Ni), Bakır (Cu), Kadmiyum (Cd), Kurşun (Pb)) saptanmıştır. Genel analiz sonuçları incelendiğinde; önemli bir parametre olan toplam verim değeri Atik F<sub>1</sub> ve Titanik F<sub>1</sub> çeşitlerinde şebeke suyu uygulamasına göre atık su uygulamasında %40,90 ve %81,23, Artist F<sub>1</sub> çeşidinde ise arıtılmış atık su uygulamasında %48,32 daha yüksek bulunmuştur. Çalışma sonunda elde edilen veriler incelendiğinde Cr ve Ni içeriğinin kök ve yaprak kısımlarında şebeke suyu uygulanan bitkilerde daha fazla olduğu saptanmıştır. Cu kökte uygulamalar açısından birbirine yakın değerler vermiş, yaprak kısımlarında ise Titanik F<sub>1</sub> çeşidi hariç atık su uygulamalarında daha az miktarda gözlenmiştir. Cd içerikleri kök ve yaprak aksamlarında birbirine yakın değerler vermiş, bitki meyvelerinde ise tespit edilmemiştir. Pb içeriği kök kısmında şebeke suyu uygulaması hariç diğer uygulamalarda ve yaprak kısmında birbirine yakın sonuçlar vermiş bitki meyvelerinde ise sadece Artist F<sub>1</sub> çeşidinde arıtılmış atık su uygulamasında gözlenmiştir. Her üç çeşitte de ağır metal birikiminin en fazla yapraklarda olduğu, meyvelerde ağır metallere Cd'a hiç rastlanılmadığı ve Ni dışındaki diğer ağır metallere Türk Gıda Kodeksinin vermiş olduğu sınır değerlerini geçmediği saptanmıştır.

Sonuç olarak, arıtılmış ve atık suların kontrollü bir şekilde kullanılabilmesi öngörülmüştür. Ancak, atık suların özellikleri; arıtılma durumuna, kaynağına ve mevsimlere göre farklılık gösterebileceğinden, sulama uygulamaları için atıksuların kontrollü ve denetimli kullanımı önem arz etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Turşuluk hıyar, atıksu, ağır metal, yetiştiricilik, kalıntı  
**2019, viii + 79 sayfa**

## ABSTRACT

Msc Thesis

EFFECTS OF IRRIGATION WITH WASTEWATER ON THE YIELD, QUALITY  
AND HEAVY METAL CONTENTS IN PICKLING CUCUMBER

Sıla ÖZKAN

Bursa Uludağ University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Horticulture

**Supervisor:** Doç. Dr. Nuray Akbudak

This study was carried out between July and October of 2017 and evaluated the effects of wastewater and treated wastewater applications on the product and product quality in pickling cucumber (*Cucumis sativus*), (Artist F<sub>1</sub>, Atik F<sub>1</sub>, Titanic F<sub>1</sub>) and the heavy metal residue in plants in order to determine the amount. In our study, as a source of irrigation; freshwater, wastewater and treated wastewater were used. After harvest, phenological observations, growth criteria, yield, and general quality analysis, heavy metal quantities ((Chrome (Cr), Nickel (Ni), Copper (Cu), Cadmium (Cd), Lead (Pb)) were determined. When the general analysis results are examined; The total yield value, which is an important parameter, was found to be %40,90 and %81,23 in wastewater application in Atik F<sub>1</sub> and Titanic F<sub>1</sub> types in wastewater application and %48,32 in treated wastewater application in Artist F<sub>1</sub>. When the data obtained at the end of the study were examined, it was found that Cr and Ni contents were higher in the root and leaf parts of the plants which were applied in the freshwater. Cu gave similar values in terms of applications in the root, but less amount in wastewater applications except leaf Titanic F<sub>1</sub>. The contents of the Cd gave similar values to each other in root and leaf components and not in plant fruits. Pb content in the root part, except for the application of water in the other side of the plant and the leaves yielded similar results in the fruit of the plant only in the treatment of Artist F<sub>1</sub> was observed in treated wastewater application. It was found that heavy metal accumulation was highest in leaves in all three varieties, no heavy metals were found in the fruits and that the other heavy metals other than Ni did not exceed the limit values given by Turkish Food Codex.

As a result, it is envisaged that treated and wastewater can be used in a controlled manner. However, the characteristics of waste water; controlled and controlled use of wastewater is important for irrigation applications as it may vary according to the treatment status, source and seasons.

**Key words:** Pickling cucumber, wastewater, heavy metal, cultivation, residual

**2019, viii + 79 pages.**

## TEŐEKKÖR

“Bazı turşuluk hıyar çeşitlerinde atık sularla sulamanın verim, kalite ve ağır metal içerikleri üzerine etkileri” konulu yüksek lisans tezimin her aşamasında yardım ve desteklerini esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Nuray AKBUDAK’a teőkrlerimi bir borç bilirim.

Çalışma süresince bana maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz teőkr ederim. Ayrıca çalışmalarımnda yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Zir. Müh. Burhanettin YURTTAŐ, Zir. Müh. Serap BAYAR, Zir. Müh. Emel ULUTAŐ, Zir. Müh. Selcen Begüm Bozkurt ve Yük Zir Müh. Ozan ZAMBİ’ye teőkr ederim.



Sıla ÖZKAN

.../.../...

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
1.GİRİŞ .....	1
2.KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	12
3.MATERYAL ve YÖNTEM .....	17
3.1 Materyal .....	17
3.2 Yöntem .....	18
3.2.1. Bitkilerin Yetiştirilmesi .....	18
3.2.2. Bitkilerde Yapılan Fenolojik Gözlemler .....	20
3.2.3. Bitki Örneklerinde Yapılan Bazı Fiziksel Analizler .....	21
3.2.4. Verim ile İlgili Ölçümler .....	23
3.2.5. Meyve Kalitesi ile İlgili Ölçümler ve Analizler .....	24
3.2.6.Bitki Örneklerinde Yapılan Ağır Metal Analizleri (mg/kg) .....	25
3.2.7. Deneme Deseni ve Verileri Değerlendirme .....	25
4.BULGULAR ve TARTIŞMA .....	26
4.1. Bitki Büyüme ve Gelişmesi ile İlgili Ölçümler .....	27
4.1.1. Bitki Boyu .....	27
4.1.2. Yaprak Sayısı .....	27
4.1.3. Gövde Çapı .....	28
4.1.4 Yaprak Oransal Nem Miktarı .....	28
4.1.5. Yaprak Rengi .....	29
4.1.6. Yaprak Klorofil Miktarı .....	31
4.1.7 Kök Uzunluğu .....	33
4.1.8 Kök Yaş ve Kuru Ağırlık .....	34
4.1.9. Sürgün Yaş ve Kuru Ağırlık .....	35
4.2.Verim ile İlgili Ölçümler .....	35
4.2.1. Ortalama Meyve Ağırlığı, Çap, Boy, Baş Şekil İndeksi .....	35
4.2.2. Toplam Verim (g) .....	37
4.3. Kalite ile İlgili Ölçümler .....	38
4.3.1. pH ve Toplam Suda Çözünbilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM) .....	38
4.3.2 Meyve Rengi .....	39
4.3.3.Meyve Klorofil Miktarı .....	42
4.4. Ağır Metaller ile İlgili Ölçümler .....	44
4.4.1 Krom (Cr) Miktarı .....	44
4.4.2 Nikel (Ni) Miktarı .....	47
4.4.3 Bakır (Cu) Miktarı .....	50
4.4.4 Kadmiyum (Cd) Miktarı .....	53
4.4.5Kurşun (Pb) Miktarı .....	56
5. SONUÇ .....	62
KAYNAKLAR .....	65
EKLER .....	72
EK 1.Yetiştiricilik Yapılan Bölge Toprağının Mekanik, Mikro Besin Ve Değişebilir Katyon Miktarları ..	73
EK 2.Yetiştiricilik Yapılan Bölgenin Aylık Sıcaklık Veri Ortalamaları .....	74
EK 3. Artist Çeşidi Veriminin; Kök Uzunluğu, Meyve Klorofil A, Meyve Klorofil B Ve Toplam Klorofil Değerleri İle Korelasyon Katsayısı Analiz Sonuçları .....	75
EK 4. Atık Çeşidi Veriminin; Kök Uzunluğu, Meyve Klorofil A, Meyve Klorofil B Ve Toplam Klorofil Değerleri İle Korelasyon Katsayısı Analiz Sonuçları .....	79



EK 5. Titanik Çeşidi Veriminin; Kök Uzunluğu, Meyve Klorofil A, Meyve Klorofil B Ve Toplam Klorofil Değerleri İle Korelasyon Katsayısı Analiz Sonuçları.....	83
ÖZGEÇMİŞ .....	87



## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
°C	Derece Celsius
%	Yüzde
Al	Alüminyum
As	Arsenik
B	Bor
BOİ <sub>5</sub>	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
Ca	Kalsiyum
Cd	Kadmiyum
Cl	Klor
CN	Kopernikyum
CO <sub>3</sub>	Karbonat
Cr	Krom
Cu	Bakır
Fe	Demir
HCl	Hidroklorik Asit
HCO <sub>3</sub>	Bikarbonat
HNO <sub>3</sub>	Nitrik Asit
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
N	Azot
Na	Sodyum
NO <sub>2</sub>	Nitrit
NO <sub>3</sub>	Nitrat
P	Fosfor
Sb	Antimon
Se	Selenyum
SO <sub>4</sub>	Sülfat
Zn	Çinko

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
Akib	Akdeniz İhracatçı Birlikleri
AKM	Askıda Katı Madde
Cm	Santimetre
CCU	Uyuz Hastalığı
CMV	Hıyar Mozaik Virüsü
da	Dekar
EC	Elektriksel İletkenlik
FAO	Food and Agriculture Organization
g	Gram
ha	Hektar
hPa	Hektopaskal
kg	Kilogram
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı

**Kısaltmalar**

L  
m<sup>3</sup>  
mg  
mL  
mm  
nm  
pH  
Sçkm  
Sf  
TÜİK  
µg

**Açıklama**

Litre  
Metreküp  
Miligram  
Mililitre  
Milimetre  
Nanometre  
Hidrojen Konsantrasyonu (-) Logaritması  
Suda Çözünür Kuru Madde  
Külleme  
Türkiye İstatistik Kurumu  
Mikrogram



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 3.1. Denemede kullanılan turşuluk hıyar bitkileri ve dikim planının genel görünüşü.....	18
Şekil 4.1. Farklı sulama kaynaklarının yaprak rengi L miktarı üzerine etkileri.....	30
Şekil 4.2. Farklı sulama kaynaklarının yaprak rengi a miktarı üzerine etkileri.....	30
Şekil 4.3. Farklı sulama kaynaklarının yaprak rengi b miktarı üzerine etkileri.....	31
Şekil 4.4. Farklı sulama kaynaklarının yaprak klorofil a miktarı üzerine etkileri.....	32
Şekil 4.5. Farklı sulama kaynaklarının yaprak klorofil b miktarı üzerine etkileri.....	32
Şekil 4.6. Farklı sulama kaynaklarının yaprak toplam klorofil miktarı üzerine etkileri.....	33
Şekil 4.7. Farklı sulama kaynaklarının meyve rengi L miktarı üzerine etkileri.....	40
Şekil 4.8. Farklı sulama kaynaklarının meyve rengi a miktarı üzerine etkileri.....	41
Şekil 4.9. Farklı sulama kaynaklarının meyve rengi b miktarı üzerine etkileri.....	42
Şekil 4.10. Farklı sulama kaynaklarının meyve klorofil a miktarı üzerine etkileri.....	43
Şekil 4.11. Farklı sulama kaynaklarının meyve klorofil b değeri üzerine etkileri.....	43
Şekil 4.12. Farklı sulama kaynaklarının meyve toplam klorofil miktarı üzerine etkileri.....	44
Şekil 4.13. Farklı sulama kaynaklarının çeşitlerde kök, gövde ve meyve Cr birikimi üzerine etkileri (mg/kg).....	47
Şekil 4.14. Farklı sulama kaynaklarının çeşitlerde kök, gövde ve meyve Ni birikimi üzerine etkileri (mg/kg).....	50
Şekil 4.15. Farklı sulama kaynaklarının çeşitlerde kök, gövde ve meyve Cu birikimi üzerine etkileri (mg/kg).....	53
Şekil 4.16. Farklı sulama kaynaklarının çeşitlerde kök, gövde ve meyve Cd birikimi üzerine etkileri (mg/kg).....	56
Şekil 4.17. Farklı sulama kaynaklarının çeşitlerde kök, gövde ve meyve Pb birikimi üzerine etkileri (mg/kg).....	60

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 1.1. Ülkemizdeki sofralık ve turşuluk hıyar üretim miktarları .....	8
Çizelge 1.2. Hıyar ve kornişon ihracatının yıllara göre değişimi .....	9
Çizelge 1.3.Ülkemizde en fazla turşuluk hıyar üretimi yapan iller ve üretim alanları .....	10
Çizelge 1.4. Bursa ilçelerinde turşuluk hıyar üretim alanı ve miktarı .....	11
Çizelge 3.1.Kullanılan su çeşitlerine ait analiz sonuçları.....	20
Çizelge 4.1. Kullanılan çeşitlere ait ilk çiçeklenme,meyve bağlama, ilk hasat ve son hasat tarihleri.....	26
Çizelge 4.2. Farklı sulama kaynaklarının bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı ve yaprak oransal nem miktarlarına etkileri.....	29
Çizelge 4.3. Farklı sulama kaynaklarının kök uzunluğu üzerine etkileri.....	34
Çizelge 4.4. Farklı sulama kaynaklarının sürgün ve kök yaş, kuru ağırlıkları üzerine etkisi.....	35
Çizelge 4.5. Farklı sulama kaynaklarının meyve analizleri üzerine etkileri.....	37
Çizelge 4.6.Farklı sulama kaynaklarının toplam verim üzerine etkisi.....	38
Çizelge 4.7. Farklı sulama kaynaklarının meyve pomolojik analizleri üzerine etkileri.....	39
Çizelge 4.8. Meyvelerde bulunmasına izin verilen ağır metal sınır değerlerinin çalışmada bulunan değerlerle karşılaştırılması.....	61

## 1.GİRİŞ

Dünya nüfusunun artmasıyla gıda ihtiyacı da hızla artmış ve bunun sonucunda daha doğal ve insan sağlığına zarar vermeyen gıdalar talep edilmeye başlanmıştır. Bu da gıda üreticilerini üretimde daha geniş önlemler almaya yöneltmiştir (Kodaş ve Er 2012).

İnsan ve çevre sağlığının korunması için alınan önlemlerin başında, azalan tarım alanlarına uygulanan gübre ve ilaç miktarını azaltmak bu sayede hem ürünlerdeki kalıntı miktarlarını hem de yer altına sızıp su varlığını kirleten sızıntı miktarlarını düşürmek hedeflenmiştir.

Üreticiler arazi varlığının azalmasına bağlı olarak verimli, kaliteli, hastalık ve zararlılardan arı ürünlerin yetiştiriciliğine yönelmişler bunun yanında birim alandan daha fazla üretime imkân veren çeşitler kullanmaya başlamışlardır.

Yetiştiricilikte karşımıza çıkan bir başka sorun ise sulama kaynaklarının yetersizliğidir. Günümüzde yeterli olmayan temiz su kaynaklarına alternatif olarak evsel atık suların arıtılarak kullanılması uygun bir çözüm olarak görülmektedir. Bunun yanında kentsel atık suların toplanıp tekrar kullanıma uygun hale getirilmesiyle su varlığından tasarruf edilebilmektedir. Bu sayede sulamada temiz su kaynakları daha az kullanılmakta ve atık suların içerisinde barındırdığı besin maddeleri bitki beslenmesinde yarar sağlamaktadır. Ayrıca atık su kullanımı yıllık yağışın az olduğu yerlerde alternatif bir sulama kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır (Monnet ve ark. 2002).

Atık su kaynakları, içerisinde yüksek fosfor ve azot barındırdığından tarımda kullanılan suni gübre kaynaklarının kullanımını da azaltmaktadır (Toze 2006).

Tarımda atık su kaynaklarının arıtılarak kullanımının avantajlarından biri de ekosistemin kirlenmesinin önlenmesi ve hijyenik olarak atık suyun bertaraf edilmesidir (Van Der Hoek ve ark. 2002).

Dünya’da olduğu gibi ülkemizde de atık suların arıtılması için kurulmuş tesisler bulunmaktadır. Bu tesisler arasında en büyüğü ve Dünya’da 4. sırada yer alan atık su arıtma tesisi; Ankara’da bulunan Tatlar Merkezi Atık Su Arıtma Tesisidir. Bu tesis günde ortalama 765.000 m<sup>3</sup> atık su arıtmaktadır. Ayrıca tesis elektriğinin %80’i atık su arıtılmasından elde edilen çamurla sağlanmaktadır (Anonim 2018a).

Ülkemizde atık suların arıtılmasında birçok yöntem uygulanmaktadır. Bunlardan bazıları ön, mekanik (birincil), biyolojik (ikincil) ve ileri arıtmadır. Ön arıtma, derin deniz deşarjı uygulamalarında kullanılmakta ve ızgara ile çakıl, kum gideriminden oluşmaktadır. Mekanik arıtma da ise ön arıtmaya ek olarak ön çökeltme yapılmaktadır. En yaygın olarak kullanılan biyolojik arıtma ise mekanik arıtmaya ek olarak biyolojik veya kimyasal giderim yapılmasından oluşmaktadır (Dikmen ve ark. 2011).

Arıtma işlemi yapılmış olsa da tarım arazilerine verilecek olan arıtılmış sulara dikkat edilmelidir. Tarımda kullanılan atık suların yanlış kullanımıyla bünyelerinde taşıdıkları hastalık yapıcı mikroorganizmalar ve ağır metaller özellikle yaprakları yenilen ürünlerin tüketimiyle insan sağlığını olumsuz etkileyebilir (Wilcox 1958).

Uygulanan sulardan toprağa geçecek olan ağır metallerin yüksek miktarda toprakta birikmesiyle ekolojik denge bozulmakta beraberinde çeşitli sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Sonuç olarak çevresel nedenlerden, motorlu taşıtlardan, endüstriyel faaliyetlerden, atık su ve atık çamur uygulamalarından önemli miktarda ağır metal toprağa ulaşmaktadır (Anonim 2011a).

Toprakta biriken ağır metaller kökler vasıtasıyla alınıp yapraklara ulaşmaktadır. Ağır metaller bitki bünyesinden toprak üstü aksamla ksilem yoluyla taşınmakta, ksileme girmek için de kasparian şeridindeki kanalları kullanmaktadır. Bu yolla yapraklara kadar taşıma sağlanmaktadır. Ağır metaller vakuollerde, kök ve yaprakların hücre duvarlarında depolanabilmektedir. Bitkiler, köklerden gövdeye metal geçişini engelleyerek ya da bitki hücre duvarında zehirsiz hale getirerek ağır metal kirliliğine karşı direnç sağlamaktadırlar. Yüksek miktarda ağır metale maruz kalan bitki hücre duvarının apoplastik kısımlarında kelat oluşumunu sağlayarak kalloz salgılanmakta ve bu oluşumla bitki hücre duvarında ağır metallerin zehirsizleştirilmesi sağlanmaktadır (Peng ve ark. 2005).

Bitki bünyesinde biriken ağır metaller fotosentez, büyüme ve gelişme, solunum gibi önemli metabolik aktiviteleri kısıtlamakta bitki bünyesi ve insan sağlığını önemli düzeyde etkilemektedir. Ağır metaller insan bünyesine, bitkilerin yetiştirildiği toprak üzerinde yürüme ve yetiştirilen bitkilerin tüketilmesiyle ulaşmaktadır. İnsan bünyesinde biriken ağır metal tür ve birikim oranına bağlı olarak kusma, kanama, kansızlık, böbrek yetmezliği gibi sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Bu sorunların dışında bitkilerdeki kalıntı ve bulaşma, ihracatı olumsuz yönde etkilemekte; bu da ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Anonim 2011b).

Türk Gıda Kodeksi sebzelerde ağır metal bulaşmalarının maksimum limit değerlerini kurşun (Pb) 0.10 mg/kg yaş ağırlık, kadmiyum (Cd) 0.05 mg/kg yaş ağırlık, nikel (Ni) 0.10 mg/kg yaş ağırlık olarak vermektedir. Bu sınır değerlerini geçen sebzeler tüketildiği takdirde insan sağlığı açısından riskler teşkil etmektedir (Anonim 2011b).

Topraklara bulaşan ağır metallerin bitkiler üzerindeki olumsuz etkilerinden korunmak amacıyla daha dayanıklı tür ve çeşitler belirlenmelidir. Tür ve çeşitlerin ağır metallere karşı dayanıklılığı bitkinin türüne, stres faktörlerine, maruz kalma süresine ve strese maruz kalan doku veya organın yapısına göre büyük farklılıklar göstermektedir (Gür ve ark. 2004).



Yetiştiriciliği yapılan bitki türleri arasında insan sağlığı açısından büyük öneme sahip olan sebzelerin üretimlerinde de son yıllarda atık suların kullanım olanakları araştırılmaktadır (Üstün, 2007). Bu türler arasında yüksek su konsantrasyonuna sahip ve yetiştiricilikte de su ihtiyacı fazla olan hıyar ülkemizde üretimi yapılan önemli sebze türlerindedir.

Hıyar (*Cucumis sativus* L.), *Cucurbitacea* familyasının cucumis cinsine dahildir. Tek yıllık bir bitki olan hıyar, 90 cins ve 750 türe sahiptir. Hindistan'da 5000 yıl önce başlayan yetiştiricilik Çin, Asya, Kuzey Afrika ve Güney Avrupa'ya kadar yayılış göstermiştir. 1494'te Avrupa'da kültüre alınmış Haiti'de Columbus tarafından yetiştirilerek Dünya'ya tanıtılmıştır (Aktan ve ark. 1999). Bitkinin gövdesi sarımsı ve boğumlu, yaprakları 3-5 loplu ve tüylüdür. Yaprak koltuklarında tek eşeyli çiçeklere sahiptir. Meyveleri dikenli ve dikensiz olabilmekte ve çeşit özelliğine bağlı olarak meyve uzunlukları değişiklik göstermektedir. Meyve içinde çok sayıda tohum bulundurmaktadır (Pılanalı 1993).

Hıyar üzüksü meyve tipine sahiptir. Meyveleri çekirdekli veya partenokarp olabilir. Hıyarlarda acılaşıma görülebilir. Acılaşıma cucurbitacin alkaloidi sebep olur. Acılık, en fazla kök ve meyvelerde olduğu saptanmıştır. Meyveler çoğunlukla çeşide bağlı olarak aynı uzunlukta, silindirik biçiminde, üzerleri çeşit karakterine bağlı oranlarda oluklu veya düzgün olur. Meyve uzunlukları çeşit karakterine bağlı olarak değişir. Turşuluk hıyar çeşitlerinde 5-6 cm olan boy, sofralık hıyar tiplerinde 11-60 cm (kısa, orta uzun) arasındadır. Turşuluk hıyar meyveleri dikenli ve dikensiz, küçük, sık kıllı düz çeşitler olarak ayrılır (Aybak ve Kaygısız 2004).

Yazlık sebzeler grubunda yer alan hıyarın sofralık ve turşuluk çeşitleri vardır. Yetiştiriciliği yaz aylarında açık tarla yetiştiriciliği şeklinde kış aylarında ise örtü altında yapılmaktadır (Çetinsoy 2014).

Hıyar yetiştiriciliği çok yüksek ve çok düşük sıcaklıklara uygun değildir. Sıcaklık -1, -2°C'nin altına düştüğünde hıyarlar zarar görmektedir. Düşük sıcaklıklarda üşüme zararı, yüksek sıcaklıklarda mantari hastalıklar ve aşırı su kaybı nedeniyle bitki gelişimi yavaşlamaktadır. Tohumların çimlenmesi için en uygun toprak sıcaklığı 11-18°C, optimum gelişme için ise hava sıcaklığı 20-34°C olmalıdır (Vural ve ark. 2000).

Turşuluk hıyar drenajı iyi, kumlu-tınlı veya tınlı-kumlu, organik maddesi zengin toprakları tercih etmektedir. Ağır topraklarda çiçek teşekkülü gecikmekte, köklerde çürümeler meydana gelmekte ve kök hastalıkları ortaya çıkmaktadır. Hafif toprakların organik madde ile özellikleri düzeltilip, uygun gübreleme yapıldığında, turşuluk hıyar yetiştiriciliğinde kullanılabilir. Erkencilik için kumlu ve kumlu-tınlı topraklar, bunun yanında bol ürün almak için tınlı topraklar tercih edilmelidir. İyi bir yetiştiricilik için toprak pH' sı 5.5-6.7 arasında olmalıdır (Vural ve ark. 2000).

Turşuluk hıyar yetiştiriciliğinde sulama, meyve kalitesini direk etkilemekte ve sulamanın yetersiz geldiği bitkilerde acılaşıma, şekil bozukluğu gibi sorunlar görülmektedir. Su yetersizliği olan yerlerde özellikle evsel atık suların arıtılmasıyla elde edilecek sulardan tarımda faydalanılması sulama sorunlarının azalmasına katkı sağlayacaktır.

Hıyarın birçok kullanım alanı vardır taze olarak farklı şekilde tüketildiği gibi, turşusu yapılabilir ve değişik şekillerde işlenerek kozmetik sanayinde kullanılmaktadır (Çetinsoy 2014).

Kalorisi düşük olduğundan diyetlerde de kullanılır. 100 g hıyar 12 kaloridir. Ayrıca hıyar meyvesi A ve B grubu vitaminleri içermektedir. 100 g'da 0,0003 mg A vitamini, 0,04 mg B vitamini, 0,01 mg B<sub>1</sub> vitamini, 8 mg C vitamini ve 20 mg kalsiyum ihtiva eder. Hıyar vücutta artan asidin nötrleştirilmesinde de kullanılmaktadır (Çetinsoy 2014).

Turşuluk hıyar üretimi Avrupa kökenli olmasına rağmen yetiştiriciliğinin zor, işçi masraflarını fazla ve ithalat yoluyla daha ucuza temin edilmesinden dolayı Avrupa ülkeleri ihtiyaçlarını ithalatla karşılamaktadırlar. Günümüzde hıyar ihracatını yapan

yetiştirici ülkeler arasında Kuzey Afrika lkeleri (Fas, Cezayir, Tunus, Mısır), Orta Avrupa lkeleri (Bulgaristan, Macaristan, Çekoslovakya, Romanya), İspanya, A.B.D, Sri Lanka, İnan ve Türkiye bulunmaktadır (İlhan 2013).

Türkiye’de turşuluk hıyar üretimine İkinci Dünya Savaşından sonra Fransa’dan getirilen tohumlar ile Bursa Orhangazi Gedelek köyünde başlanmıştır. Verim düşüklüğü nedeniyle 1982 yılından itibaren Amerika ve Avrupa’dan getirilen F<sub>1</sub> hibrit tohumlar bu tohumların yerlerini almıştır. Hibrit tohumların kullanılmasıyla verimde dönüme 5-7 kat artış elde edilmiştir (Aktan ve ark. 1999).

Turşuluk hıyar yetiştiriciliği, Marmara bölgesi, Ege Bölgesinin kıyı kesimleri, Afyon ve çevresinde yapılmaktadır. Üretim alanı ve miktarı dış pazar isteklerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (İlhan 2013).

Turşuluk hıyar yetiştiriciliğinde kar sağlanabilmesi için, işçiliğin ucuz ve yetiştiriciliğin geniş çapta yapılıyor olması gerekir. Her geçen gün daha fazla öneme sahip olan bu tarım kolunda büyük işletmelerin desteği oldukça önemlidir. şirketlerin destekleme politikaları iki şekilde gerçekleşmektedir. Bunlardan ilki çiftçilerle anlaşmalı üretim yapılmasıdır. Bu retim şeklinde anlaşmayı yapan şirketler, şubat veya Mart aylarında yetiştiricilerle sözleşme yapar, sözleşmede belirtildiği şekilde üreticilere üretim sezonu boyunca gerekli tohum, fide, gübre, ilaç, plastik örtü vb. temin edilir. Ayrıca dekara alınacak ürün miktarı belirlenerek avansta verilebilmektedir. Fiyatlar retim öncesinde belirlenip hasat sonuna kadar aynı kalmakta ve üretici aldığı tüm ürünü şirkete vermektedir. Diğer retim şeklinde ise, yetiştirici serbest ekim yapar ve ürün satış yapılacağı günün fiyatı üzerinden ürünler satılır. şirketler bu yöntemde elemanlarını üretim bölgesine yakın bölgelerde kurulan pazarlara gönderir, yeni toplanmış ürünleri üreticinin belirlediği fiyat üzerinden alım yapar (Tokatlı 1996).

Turşu retiminde çok yeni olan sanayimiz son yıllarda önemli atılımlar yapmıştır. Avrupa ve Amerika pazarlarına doğrudan tketicieye satış yapan marketlere veya bunlara dağıtım yapan toptancılara yönelik üretim yapılmaktadır. İhracatımızın önemli bir bölümü küçük kavanoz veya teneke kutu ambalajlıdır (Saraçoğlu 2013).

Rusya, Ukrayna, Belarus, Balkan ülkeleri ve Türk Cumhuriyetleri pazarlarında giderek tüketimi artan dikenli hıyarların ihracatıyla ülke ekonomisinde turşuluk hıyar ihracatından 5-6 milyon dolar düzeyinde artış yaşanmıştır (Anonim 2017a).

Türkiye’de en erken yetiştiriciliğin yapıldığı 1. bölge turşuluk hıyar yetiştiricisi olan Kıyı Ege Bölgesinde yer alan Torbalı, Bayındır, Tire, Ödemiş, turşuluk hıyar yetiştiriciliği yapılan önemli alanlardır. Hasat bu bölgede Mayıs ayı ortalarında başlamaktadır. İç Ege Bölgesinde bulunan Afyon, Uşak, Denizli, Kütahya’nın yer aldığı 2. bölgede de önemli miktarlarda yetiştiricilik yapılmaktadır. Bu bölgede hasadın Haziran ayında başlaması ve diğer üreticilik yapan ülkelerin bu aylarda üretim yapmaması, ülkemizin pazar avantajının artmasını sağlamıştır (Mumcular 1993).

Turşu üretimi ülkemizde genel olarak evlerde ve aile işletmesi gibi küçük işletmelerde yapılmaktadır. İhracatın giderek artması üretimin küçük işletmelerden, büyük işletmelere geçmesini sağlamıştır. Üretim ve ihracatın artmasıyla birlikte hem üreticiler hem de turşuluk hıyarı işleyen firmalar her geçen gün daha bilinçli hale gelmiştir. Firmalar ürünlerin daha iyi korunmasına olanak sağlayacak uygulamalara yönelmiştir (Uylaşer ve Erdem 2004).

Hıyarın, turşuya işlendikten sonra korunmasında en çok kullanılan yöntem ise salamura içinde laktik asit fermentasyonuna uğratmadır. Bunun yanında sirkeli salamurada fermantasyon yöntemi ve hermetik kapatılabilen ambalajlarda sirkeli salamuralı dolgu sıvısı içinde ısı uygulamasıyla dayanıklı hale getirilerek de turşu elde edilmektedir. (Güven 1998).

Dünya’da 2016 verilerine göre 2 144 672 ha alandan 80 616 692 ton hıyar ve turşuluk hıyar üretimi yapılmaktadır (FAO 2018).

Türkiye’de ise üretilen sofralık ve turşuluk hıyar miktarları Çizelge 1.1’de verilmiştir. Bitkisel üretim istatistiklerindeki verilere bakıldığında hıyar üretim miktarı 2005 yılına kadar gruplandırmadan toplam üretim olarak verilirken 2005 yılından itibaren sofralık

ve turşuluk hıyar olarak verilmeye başlanmıştır. 2005 yılından bu yana toplam hıyar üretiminde artış gözlenirken, son yıllarda turşuluk hıyar üretiminde azalmalar yaşanmaktadır. Ayrıca hıyar üretimi örtü altı yetiştiricilik sistemlerinde de yapılmaktadır. Örtü altı yetiştiriciliğinde en fazla üretim 576,66 ton ile plastik seralarda gerçekleştirilmektedir. Cam seralarda 309,958 ton, yüksek tünellerde 175,453 ton ve alçak tünellerde 15,712 ton üretim yapılmaktadır.

**Çizelge 1.1.** Ülkemizdeki sofralık ve turşuluk hıyar üretim miktarları (TÜİK 2018)

Yıllar	Toplam (ton)	Sofralık Hıyar (ton)	Turşuluk Hıyar (ton)
2004	1 725 000	-	-
2005	1 745 000	1 617 000	128 000
2006	1 799 613	1 665 201	134 412
2007	1 670 459	1 524 003	146 456
2008	1 682 776	1 524 105	158 671
2009	1 735 010	1 582 396	152 614
2010	1 739 191	1 593 844	145 347
2011	1 749 174	1 605 319	143 855
2012	1 741 878	1 603 110	138 768
2013	1 754 613	1 613 771	140 842
2014	1 780 472	1 636 431	144 041
2015	1 822 636	1 687 301	135 335
2016	1 811 681	1 676 897	134 784

Hıyar ve kornişon üretiminde yıllık ortalama ihracatımız 50–60 bin ton civarında gerçekleşmekte olup ortalama 40-50 milyon dolar/yıl döviz elde edilmektedir (Akib 2017). Hıyar ve kornişon üretimi yıllara göre değişimi Çizelge 1.2’de verilmiştir.

**Çizelge 1.2.** Hıyar ve kornişon ihracatının yıllara göre değişimi (AKİB 2017)

Yıllar	Değer	Hıyar ve kornişon
2013	Miktar (Bin ton )	78,7
	Değer (Milyon dolar)	64,3
2014	Miktar (Bin ton )	103,8
	Değer (Milyon dolar)	77,5
2015	Miktar (Bin ton )	70,7
	Değer (Milyon dolar)	47,8
2016	Miktar (Bin ton )	48,1
	Değer (Milyon dolar)	28,3
2017	Miktar (Bin ton )	50,0
	Değer (Milyon dolar)	34,1

Üretilen turşuluk hıyarlar ihraç edildiği gibi bir kısmı da ülke içerisinde değerlendirilmektedir. İhracatımızın çoğunluğu taze olarak yapılmaktadır. Ancak son yıllarda kavanozda ambalajlanarak ihraç edilen ürünlerde ihracatımızda önemli bir yere sahiptir (İlhan 2013).

Ülkemizin bazı bölgelerinde yapılan turşuluk hıyar hasatlarının diğer yetiştirici ülkelerden farklı tarihlerde yapılıyor olması ülkemizin pazar avantajının artmasını ve yetiştiriciliğin bu bölgelerde yapılmasını sağlamıştır. Ülkemizde en fazla üretimin yapıldığı ilk beş il Çizelge 1.3' te verilmiştir.

**Çizelge 1.3.** Ülkemizde en fazla turşuluk hıyar üretimi yapan iller ve üretim alanları (TÜİK 2018)

İller	Üretim (ton)	Alan (dekar)
İzmir	35 529	20 930
Manisa	26 877	10 331
Afyon	25 745	12 610
Balıkesir	14 667	7 855
Ankara	4 436	2 991

Çalışmamızı da yaptığımız Bursa ili ise yetiştiricilikte 395 dekar alandan 612 tonluk üretim gerçekleştirmektedir. Yapılan üretim ve üretim alanı yıllara göre değişmekle birlikte son yıllarda iklim koşullarının yetiştiricilik masraflarını arttırmasına bağlı olarak yetiştiricilik azalmıştır. Ancak Bursa'nın bir sanayi şehri olması, işlenecek ürünlerin çabuk alımının sağlanması ve sözleşmeye bağlı üretimin yapılıyor olması üretimin devamlılığını sağlamaktadır. Bursa ilçelerindeki üretim yapılan alan ve miktarları Çizelge 1.4' te verilmiştir.

**Çizelge1.4.** Bursa ilçelerinde turşuluk hıyar üretim alanı ve miktarı (TÜİK 2018)

Yıllar	Bursa İli Toplam Üretim (ton)	İlçeler	Üretim (ton)	Alan (dekar)
2012	1133	Orhaneli	420	200
		Mustafakemalpaşa	338	250
		Orhangazi	148	100
2013	1070	Orhaneli	420	200
		Mustafakemalpaşa	288	213
		Orhangazi	170	115
2014	735	Mustafakemalpaşa	235	175
		Orhaneli	208	100
		Orhangazi	175	120
2015	664	Mustafakemalpaşa	203	150
		Orhangazi	177	120
		Orhaneli	166	92
2016	612	Orhangazi	192	130
		Mustafakemalpaşa	166	123
		Orhaneli	144	82

Bu bilgiler ışığında; Bursa'nın bir sanayi şehri olması, yurt dışına gönderilen ürünlerin kısa sürede ulaştırma ağına girmesi, turşuluk hıyar yetiştiriciliğinin yapılmasına olanak sağlamaktadır. Dünya nüfusunun gün geçtikçe artmasına rağmen su varlığının giderek azalması, yetiştiricilik alanlarının daralması ve yetiştiricilikte su darlığının yaşanması, farklı su kaynaklarının kullanılmaya uygun hale getirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu çalışma da, Bursa Batı Atık Su Arıtma tesisinden elde edilen ön arıtma yapılmadan ve ön arıtma yapılarak dere ve çaylara deşarj edilen suların ve çeşme suyunun sulama suyu olarak kullanımı araştırılmış ve bitkilerde meydana gelecek fizyolojik değişimlerin yanısıra ağır metal birikimleri de tespit edilmiştir. Bitki meyvelerinde saptanan ağır metal bulaşmalarının Türk Gıda Kodeksi maksimum limit değerlerine uygunluğu saptanmaya çalışılmıştır.



## 2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

Yetiştiriciliğinde su ihtiyacı çok yüksek olan hıyarın optimum sulama miktarının belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, açıkta turşuluk hıyar yetiştiriciliğinde damla sulama sistemi kullanılarak optimum sulama miktarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Sulamada 3 farklı basınç miktarı (-150, -300, -600 hPa) belirlenmiştir. 3 yıl devam eden çalışmada ilk 2 yılda farklı basınç değerine sahip sulama miktarı, verimde istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmamış 3. yılda verim -150 ve -300 hPa sahip sulama sistemleri, -600 hPa uygulamasına göre önemli düzeyde artış göstermiştir (Suojala-Ahlfors ve Salo 2005).

Başka bir çalışmada ise; farklı sulama ve gübreleme yöntemlerinin turşuluk hıyar (*Cucumis sativus* L.) yetiştiriciliğinde etkileri incelenmektedir. Çalışmada kuru madde birikimi, verim, ekonomik getiri miktarı ve su kullanım etkinliği araştırılmaktadır. Tüm sulama yöntemleri verimi artırmış ancak damla sulama ile fertigasyon uygulamaları, yağmurlama sulama ve konvansiyonel gübre uygulamalarına göre verim ve ekonomik kazanç yönünden avantajlar sağlamıştır. Çalışma sonucunda turşuluk hıyar yetiştiriciliğinde, damla sulama ile fertigasyon uygulamalarının, yağmurlama sulama yöntemine göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Beyaert ve ark. 2007).

Antalya sahil şeridinde yetiştirme döneminin turşuluk hıyar çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, Conquest F<sub>1</sub> çeşidi sekiz farklı turşuluk hıyar çeşidiyle karşılaştırılmıştır. Kalite kriterleri açısından, Conquest F<sub>1</sub>'e göre Opera F<sub>1</sub>, Ensemble F<sub>1</sub>, Harmonie F<sub>1</sub> ve Piano F<sub>1</sub> turşuluk hıyar çeşitlerinin daha başarılı olduğu saptanmıştır (Polat ve ark. 2000).

Turşuluk hıyarın ekonomik değeri ve bitki sıklığının verim üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, en uygun bitki sıklığı belirlenmeye çalışılmıştır. Denemeler sonucunda 880000-3300000 bitki 1/da arasındaki sıklıklarda turşuluk hıyarlarda, en düşük verim elde edilmiştir. Bitki sıklığının %73 oranında azaltılması, meyve miktarının %50 oranında artmasını sağlamıştır. En fazla kazanç sağlayan optimum bitki sıklığının ise 220000-245000 bitki/ da aralığı olduğu sonucuna varılmıştır (Ngouajio ve Mennan 2004).

Turşuluk hıyarda tohum ekiminden yetiştiricilik dönemi sonuna kadar olan dönemde olumsuz sıcaklık koşullarından kaynaklanan problemlerin gözlemlendiği çalışmada, 1966-2005 yılları arasındaki büyüme, gelişme ve verimlilik verileri kullanılmıştır. Yetiştiricilik sezonu boyunca tüm hava sıcaklıkları ve ortalama sıcaklıklar gözlenmiştir. Yetiştiricilikte olumsuz sıcaklık koşullarından kaynaklanan en büyük riskin, güneybatı, güneydoğu ve kuzeybatı Polonya'da olduğu belirlenmiştir. Toplam verim değerinde azalma miktarı %40'tan başlayarak %80'in üzerlerine kadar çıkmış, güneybatı ve güneydoğu Polonya'da ise pazarlanabilir meyve veriminde en fazla %15 azalma gözlenmiştir (Kalbarczyk 2010).

En etkili toprak işleme sistemini ve azot dozlarını belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, 3 farklı toprak işleme sistemi ve 5 farklı azot dozu kullanılmıştır. Bu uygulamaların verim, azot kullanım etkinliği ve kök çürüklüğü hastalığına (*Rhizoctonia solani*) etkileri incelenmiştir. Konvansiyonel toprak işleme, hiç işlememe ve şeritsel işlemeye göre en yüksek verimi sağlamıştır. Kök çürüklüğünün meydana gelmesinde en büyük etkenin toprak işlememe olduğu görülmüş ve artan azot dozuyla hastalığın etkisinin arttığı saptanmıştır. Genellikle konvansiyonel toprak işlemeyle diğer işleme yöntemlerine göre daha iyi sonuçlar alındığı tespit edilmiştir (Osmond ve ark. 2011).

Bursa Organize Sanayi Bölgesinden toplanan atık suların arıtılarak sulama suyu olarak tekrar kullanılabilirliğinin araştırıldığı bir çalışmada; atık su, arıtıldıktan sonra kimyasal çöktürme ve iyon değişimi yöntemlerine tabi tutularak sulama suyu standartlarından farklı olan kirletici parametrelerin giderim verimleri tespit edilmiştir. Kimyasal çöktürme işleminde optimum giderim verimi pH 11'de iken sağlanmış olup renk parametresinde 436, 525 ve 620 nm dalga boylarında %75, %88 ve %90 giderim verimleri elde edilmiştir. İyon değişimi yöntemi ile 20 mL H-tipi reçine/ 20 mL OH-tipi reçine oranında; %71 SO<sub>4</sub>, %96 Cl, %95 iletkenlik ve renk parametresinde 436, 525 ve 620 dalga boylarında ortalama %90 giderim verimleri elde edilmiştir. Çalışma sonucunda, atık suyun kalitesinin 1. sınıf sulama suyu kalitesine ulaştığını tespit etmişlerdir (Üstün ve Solmaz 2007).

Bursa'da bulunan gıda sanayi arıtma tesisi atık suyunun sulama suyu olarak kullanımının araştırıldığı çalışmada, arıtma tesisinden bir üretim sezonu boyunca belli aralıklarla alınan atık su örneklerinde, pH, EC, HCO<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub>, Cl, SO<sub>4</sub>, B, Na, K, Ca, Mg, BOİ<sub>5</sub>, KOİ, AKM analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, atık suyun zamana bağlı olarak yüksek tuzlu ve çok yüksek tuzlu sulama suyu sınıflarına girdiği tespit edilmiştir. Arıtılan suların ancak su sıkıntısı olması durumunda kullanılması sonucuna ulaşılmış, sulama suyu olarak kullanılması halinde toprakta tuz birikimine neden olacağı ve tuzluluğa hassas bitkilerin sulanması durumunda sorunların ortaya çıkabileceği saptanmıştır (Aşık ve Katkat 2005).

Silivri, Paşaköy, Yumurtalık ve Kayseri belediyelerinin kentsel arıtılmış atık su kalitelerinin, sulama suyu olarak kullanılabilirliğinin araştırıldığı çalışmada, tüm arıtma tesislerindeki atık sular ağır metal içeriği açısından, standartlara uygun bulunmamıştır. Arıtılmış atık sularda özellikle fekal koliform düzeyinin IV. ve V. sınıf olduğu saptanmış ve sulama suyu olarak kullanıma uygun olmadığı tespit edilmiştir. Atık su arıtma tesislerinin bazılarında dezenfeksiyon ünitelerinin bulunmadığı ve olanlarda da doğru şekilde kullanılmadığı bunun nedeninin işletme masraflarının yüksek olmasından kaynaklandığı saptanmıştır (Arslan ve ark. 2005).

Atık suların arıtım sonrası tekrar kullanılmasını kısıtlayan en büyük engellerden biride ağır metal varlığıdır. Ağır metal içeren arıtılmış suların sulama suyu olarak kullanılması bitkilerde ağır metal toksisitesine neden olmakta ve kalıntılarının bitki aksamaları ve bitki kısımlarında depolanmasıyla insan sağlığını tehdit etmektedir.

Yapılan çalışmada ağır metal toksisitesinin bitkilerde büyüme ve gelişmede yavaşlama, enzim aktivitesinde bozulma, kökte zararlanma, depolama faaliyetlerinde bozulma, fotosentez aktivitesinde gerileme, diğer besin elementlerinin alımında yavaşlama ve verimde düşme gibi zararlara neden olduğunu saptanmıştır (Yağdı ve ark. 2000).

Saksı denemesi kurularak dört farklı ağır metal düzeyinin araştırıldığı çalışmada, ağır metallerin bitki bünyesinde en fazla biriktikleri bölgelerin ve bitki bünyesine geçiş hızları araştırılmıştır. Toprakta ve bitkilerde yapılan analizler sonucunda bitkilerin ağır metalleri kök>gövde>tohum>yaprak şeklinde biriktirdiğini belirlenmiş, ağır metal alımlarında sıralamanın Zn>Cr>Cd>Cu>Pb şeklinde olduğunu tespit edilmiştir (Wang ve ark. 2003).

Bitkilerde ağır metallere en erken yanıt veren ve en fazla zararın görüldüğü aksamının kökler olduğunu tespit edilmiştir (Tester ve Leigh 2001; Verma ve Dubey 2003).

Yetiştiricilikte ağır metallerin varlığıyla ilgili dikkat çeken bir başka konu da ağır metal konsantrasyonlarının bitkiler üzerinde oluşturdukları etkilerdir.

Yazlık sebzelerde (domates, biber, patlıcan, kavun, hıyar, kabak, fasulye, bamyaya ve mısır) tohumlara uygulanan nikel dozlarının ( 0, 25, 50, 75,100, 200, 400, 800, 1600 ve 2000 mg/L) bitkiler üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmada, nikel dozu miktarıyla çimlenme oranının ters orantılı olduğu ve bunun sonucunda çimlenme süresinin uzadığı tespit edilmiştir (Akıncı ve Çalışkan 2010).

Bitki türü ve çeşidine göre değişmekle birlikte, belli bir konsantrasyondan sonra kadmiyum (Cd) ve kurşun (Pb) alınımı, bitkilerde çeşitli zararlara yol açmaktadır. Cd ve Pb toksisitesinin bitkilerde, tohum çimlenmesinde inhibisyon, kök gövde uzamalarında ve ağırlıklarında azalmalara neden olduğu saptanmıştır (Kıran ve Şahin 2005).

Cd ve Pb'nin bitki ve toprakta artan konsantrasyonlarının, bitkinin K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu ve Zn gibi besin elementlerini almasını veya kullanmasını olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir (Sharma ve Dubey 2005).

Bitkilere uygulanan düşük kadmiyum konsantrasyonlarında önemli morfolojik değişimler olmazken, yüksek derişimlerde yapraklarda dökülmeler ve kısmi doku yumuşamalarının olduğu bildirilmiştir (Saygıdeğer ve Doğan 2004).

Yazlık sebzelerde (domates, biber, patlıcan, hıyar, karpuz, bamyaya, mısır, kabak, kavun ve fasulye) farklı kurşun dozlarının (0, 100, 200, 400 ve 800 mg/L) çimlenme üzerine etkisi gözlemlenmektedir. Kurşun dozlarının arttırılmasına bağlı olarak çimlenme oranı ve süresinin uzadığına ve biriken ağır metallerin, bitki tohumlarında çimlenme öncesi kabuk, çimlenme sırasında tohum içi dokuları ve çimlenme sonrası özellikle radikulada zararlara neden olduğu tespit edilmiştir (Akıncı ve Çalışkan 2010).

Erken fide evresinde *Triticum aestivum* L. (buğday) ve *Cucumis sativus* L. (hıyar) bitkileri farklı derişim ve özellikteki kurşun ve kadmiyuma maruz bırakılmıştır. Çalışma sonucunda her iki bitkide de Cd'nin Pb'ye oranla kök uzunluklarında daha fazla azalmaya neden olduğu saptanmıştır (Munzuroğlu ve Geçkil 2002).

Cd birikiminin farklı sebzelerdeki miktarlarının araştırıldığı çalışmada, araştırmacılar özellikle sebzelerde ve patatestede çok yüksek değerlerde Cd belirlemiş, Zn eksikliğinde hem Cd adsorbsiyonunun hem de taneye Cd taşınımının arttığını bildirmişlerdir (Derici ve ark. 2002).

İran'da 15 çiftçi ile 8 yıllık bir süre içerisinde kuyu suyunun ve atık suyun sulama suyu olarak kullanılmasıyla bitki ve topraktaki ağır metal birikiminin (Cd, Pb, Fe, Mn, Zn ve Cu) incelendiği çalışmada, ürün olarak buğday, mısır, domates, hıyar ve yonca kullanmıştır. Çalışma sonucunda kuyu suyuyla sulanan ürünlerde atık suyla sulanan ürünlere oranla daha az Zn, Mn, Cu ve Fe'nin biriktiğini ancak istatistiki açıdan önemli olmadığı bildirilmiştir. Topraktaki Pb ve Cd konsantrasyonlarının her iki sulama uygulamasında da birbirine benzer olduğu belirtilmiştir (Feizi 2001).

Bir sera denemesinde; iki yıl boyunca tekrarlı olarak toprağa uygulanan farklı kentsel arıtma çamurlarının, domates bitkisinde bitki besin elementleri ve içeriklerindeki ağır metal miktarı üzerine etkileri incelenmiştir. Toprağa artan miktarlarda uygulanan arıtma çamuru ile paralel olarak domates bitkisinin ağır metal (N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Cu, Pb, Ni ve Cd) içeriklerinde büyük bir artışın olduğu saptanmıştır (Topçuoğlu ve ark. 2003)

### **3.MATERYAL ve YÖNTEM**

Deneme üç farklı turşuluk hıyar çeşidi (Artist F<sub>1</sub>, Atik F<sub>1</sub>, Titanik F<sub>1</sub>) kullanılarak, Bursa Batı Atık Su Arıtma Tesisi arazisinde 2017 yılında kurulmuştur. Yetiştiricilik sonrası verimle ilgili ölçüm ve analizler Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Hasat Sonu Fizyolojisi Laboratuvarında yürütülmüştür. Ağır metal analizleri ise Bursa Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünde yapılmıştır.

#### **3.1 Materyal**

Araştırma materyali olarak firmalardan temin edilen; “Artist F<sub>1</sub>” (Metgen Tohumculuk), “Atik F<sub>1</sub>” (Metgen Tohumculuk) ve “Titanik F<sub>1</sub>” (Yüksel Tohumculuk) partenokarp turşuluk hıyar çeşitleri kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan turşuluk hıyar çeşitlerinin özellikleri aşağıda verilmiştir.

Artist F<sub>1</sub>:

Meyveleri silindirik, koyu yeşil renkli ve dikenlidir. Gelişmesi çok güçlüdür. Uzunluk çap oranı 3,2–3,4:1’dir (Anonim, 2017b).

Atik F<sub>1</sub>:

Meyveleri silindirik, koyu yeşil renkli, dikenli ve sıkıdır. Hasadı kolay, yaprakları çok ufaktır. İç boşalması yapmaz. Uzunluk çap oranı 3,1–1’dir (Anonim, 2017b).

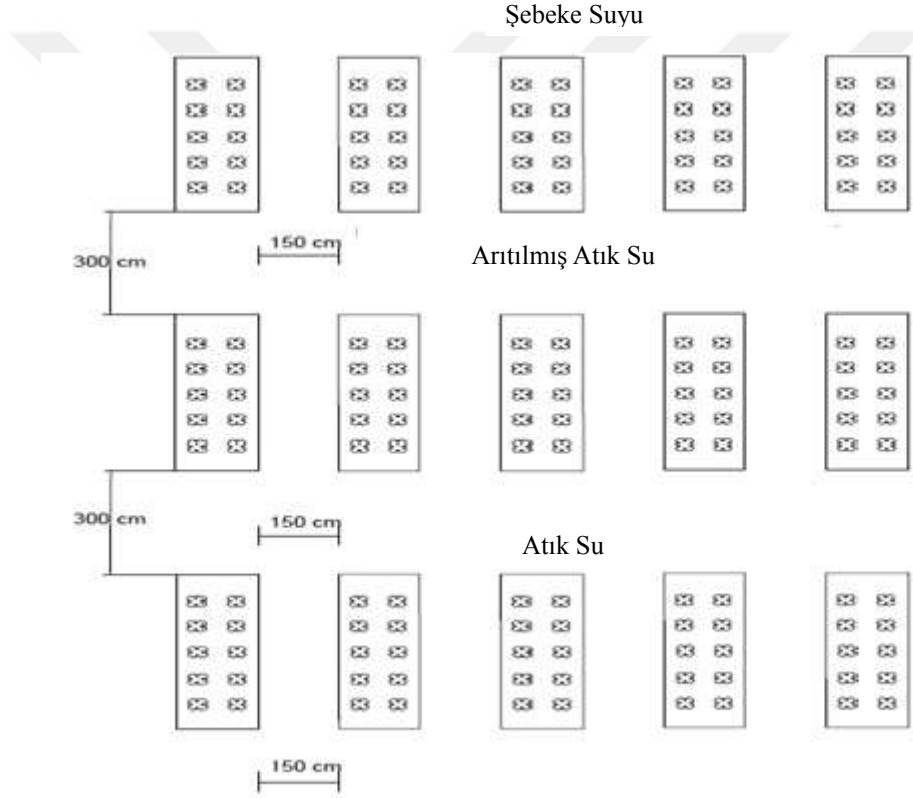
Titanik F<sub>1</sub>:

Meyveleri koyu yeşil, silindirik ve dikenlidir. Büyük yapraklara sahiptir. Bitkileri fazla boylanmaz (Anonim, 2017c).

## 3.2 Yöntem

### 3.2.1. Bitkilerin Yetiştirilmesi

Üretimin yapılacağı arazi toprağıdikim öncesinde18 Temmuz 2017 tarihinde diskaro yardımıyla sürülerek hazırlanmıştır. Yetiştiriciliğe 12 Temmuz'da tohumların ekimi ile başlanmış(KLASSMAN POTGROND H - tohum ekim torfu), üç gerçek yapraklı devreye gelen fideler 01 Ağustos tarihinde Bursa Batı Atık Su Arıtma Tesisi arazisinde hazırlanan yerlerine dikilmiştir. Deneme üç tekerürlü olarak ve her tekerrürde 10 bitki olacak şekilde düzenlenmiştir.Dikim yerleri turşuluk hıyar yetiştiriciliği için kullanılan çift sıralı dikime uygun (150x50x50 cm) şekilde hazırlanmıştır (40° 14' 20.8608" 28° 54' 50.6232") (Şekil 3.1).



**Şekil 3.1.** Denemede kullanılan turşuluk hıyar bitkileri ve dikim planının genel görünüşü

Bitkilerin sulanmasında, Bursa batı havzasındaki evsel atıksuların arıtılması amacıyla Özlüce mevkiinde kurulan ve ortalama 87,500 m<sup>3</sup>/gün evsel atıksuyun arıtılmasına hizmet edecek kapasitedeki ileri biyolojik arıtma proseslerinin uygulandığı Bursa Batı Atık Su Arıtma Tesisi'nden elde edilen arıtılmış atık su ve atık su kullanılmıştır. (Anonim 2018b).

Şebeke Suyu (Kontrol): Şebeke suyu olarak Bursa Dobruca içme suyu arıtma tesisinde proseslerini tamamlamış olan sular kullanılmıştır.

Bitkilerin Sulanmasında Kullanılan Atık Su ve Arıtılmış Atık Su: Arıtma tesisine (Bursa Batı Atık Su Arıtma Tesisi) gelen atık suların ön arıtma yapılarak fiziksel olarak arıtılmasından elde edilmiştir. Arıtılmış atık su uygulaması ise fiziksel arıtması yapılmış atık suların selektör tankına gidip biyolojik arıtım sürecini tamamlamasından sonra alınarak bitkilere uygulanmıştır.

Fide dikiminin hemen ardından çeşitlere can suları uygulamalara göre verilmiştir. Bitkiler haftada üç defa sulanmıştır. Her sulamada bitki başına iki litre su uygulanmıştır. Yetiştiriciliğin ileri dönemlerinde sulama miktarı bitki ihtiyaçlarına bağlı olarak arttırılmıştır. Çapalamalara bitkiler sıra aralarını doldurana kadar devam edilmiş, gerekli kültürel işlemler yapılmıştır. Kullanılan su özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.



**Çizelge 3.1.** Kullanılan sulama sularına ait analiz sonuçları

Parametreler	Kullanılan Sulama Sularına Ait Değerler		
	Şebeke Suyu	Aritılmış Atık Su	Atık Su
Renk (Pt-co)	-	93	138
EC ( $\mu\text{S/cm}$ )	341,06	1252	1635
pH	7,55	7,34	7,75
Toplam Askıda Katı Madde (mg/L)	-	5,32	424,49
BOI	-	3,85	394,57
KOI (mg/L)	-	32,38	810,5
Toplam N (mg/L)	-	5,00	65,00
Toplam P (mg/L)	-	0,46	9,64
Toplam Sertlik (mg/L $\text{CaCO}_3$ )	155,68		
Fe( $\mu\text{g/L}$ )	13,63	0,303	4,209
Mn ( $\mu\text{g/L}$ )	6,25	0,087	0,256
Cl (mg/L)	11	131,12	157,68
$\text{SO}_4$ (mg/L)	37,32	111,75	145,75
$\text{NO}_3$ (mg/L)	0,16	2,21	0,21
$\text{NO}_2$ (mg/L)	<0,01	0,26	0,27
Al ( $\mu\text{g/L}$ )	76,63	0,213	6,215
CN ( $\mu\text{g/L}$ )	-	<0,01	0,03
B (mg/L)	<0,04	0,403	0,525
Sb( $\mu\text{g/L}$ )	<0,2	<0,015	<0,015
As ( $\mu\text{g/L}$ )	3,08	<0,015	<0,015
Cu( $\mu\text{g/L}$ )	1,06	0,072	0,038
Cd( $\mu\text{g/L}$ )	<0,24	<0,003	<0,003
Cr ( $\mu\text{g/L}$ )	2,26	0,03	0,101
Pb ( $\mu\text{g/L}$ )	<0,15	<0,011	0,025
Ni ( $\mu\text{g/L}$ )	2,36	0,028	0,063
Se ( $\mu\text{g/L}$ )	<0,36	<0,011	<0,011
Zn (mg/L)	0,001	0,065	0,740

### 3.2.2. Bitkilerde Yapılan Fenolojik Gözlemler

Uygulamaların çeşitler üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla düzenli olarak fenolojik gözlemler yapılmıştır. Gözlemler kapsamında her üç çeşit için ilk çiçeklenme, ilk meyve bağlama, ilk hasat ve son hasat tarihleri belirlenmiştir.

### **3.2.3. Bitki Örneklerinde Yapılan Bazı Fiziksel Analizler**

Deneme bitkilerinden alınan örneklerde yapılan fiziksel analiz ve ölçümler aşağıda sunulmuştur.

#### **Bitki Boyu (cm)**

Hasat edilen bitkilerin boy ölçümleri 0,1 cm hassasiyete sahip cetvel ile ölçülmüştür. Ölçümler her tekerrürden üç bitki alınarak, bu bitkilerin kök boğazı ve sürgün ucu arasındaki mesafenin ölçülüp ortalamalarının hesaplanması sonucu cm cinsinden verilmiştir.

#### **Yaprak Sayısı (adet)**

Her tekerrürden üç bitki hasat edilmiştir. Hasat edilen bitkilerin yaprak sayıları belirlenip ortalamaları alınarak sonuçlar adet olarak bulunmuştur.

#### **Kök Boğazı Çapı (mm)**

Hasat edilen bitkilerin kök boğazı (bitki gövdesinden kök bölgesine geçmeden önceki kısmı) çapları 0,1 mm hassasiyete sahip dijital kumpas ile ölçülmüştür. Ölçümler her tekerrürden üç bitki alınarak yapılmış ve ortalamalar elde edilerek sonuçlar mm olarak verilmiştir.

#### **Sürgün Yaş ve Kuru Ağırlığı (g)**

Her tekerrürden alınan bitki örnekleri kök boğazından kesilmiştir. Sürgün yaş ağırlıkları, hassas terazide (0,01 g hassasiyet, Radwag PS 3500/C/1, Radom, Poland) ölçülmüştür. Elde edilen bitki örneklerinin sürgünleri 80°C'de 48 saat (sabit ağırlığa ulaşmaya kadar) tutulduktan sonra hassas terazide sürgün kuru ağırlıkları gram cinsinden hesaplanmıştır.

### **Kök Yaş ve Kuru Ağırlığı (g)**

Her tekerrürden alınan bitki örnekleri kök boğazından kesilmiştir. Kökler yıkanıp, kurutma kâğıtları ile fazla suları uzaklaştırıldıktan sonra hassas terazide (0,01 g hassasiyet, Radwag PS 3500/C/1, Radom, Poland) kök yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Elde edilen bitki kökleri 80°C’de 48 saat (sabit ağırlığa ulaşmaya kadar) tutulduktan sonra hassas terazide sürgün kuru ağırlıkları gram cinsinden hesaplanmıştır.

### **Kök Boyu (cm)**

Bitki kök boyu ölçümleri 0,1 cm hassasiyete sahip cetvel ile ölçülmüştür. Ölçümler her tekerrürden üç bitki alınarak yapılmıştır. Bitkilerin kök boğazından kök ucuna kadar boyu ölçülmüş ortalamalar elde edilerek sonuçlar cm cinsinden verilmiştir.

### **Yaprak Rengi**

Bitkilerden alınan yaprakların renk değerleri Minolta CR-300 renk ölçüm cihazıyla tekerrürlerden tesadüfi olarak seçilen semptomsuz ve sağlıklı üç yaprakta, yaprakların farklı noktalarından üç ölçüm yapıp ortalamaları alınarak gerçekleştirilmiştir.

### **Yaprak Klorofil Miktarı(mg/g)**

Yapraklardan 50-100 mg’lık doku örnekleri alınmıştır. Örneklerin üzerine 10 mL %80’lik aseton ilave edilip havanda ezilmiştir. Spektrofotometre (Thermo Fisher Scientific, Waltham, ABD) ile %80’lik asetona (kontrol) göre 663 nm ve 645 nm dalga boylarında okuma yapılmıştır (Sestak ve ark. 1971).

Elde edilen sonuçlar aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Klorofil a (mg/g)} = 12,7 \cdot (A_{663}) - 2,69 \cdot (A_{645}) \cdot \text{Aseton} / \text{yaprak doku miktarı}$$

$$\text{Klorofil b (mg/g)} = 22,9 \cdot (A_{645}) - 4,68 \cdot (A_{663}) \cdot \text{Aseton} / \text{yaprak doku miktarı}$$

$$\text{Toplam Klorofil (mg/g)} = \text{Klorofil a} + \text{Klorofil b (Weatherley 1950)}$$

(3.1)

### **Yaprak Oransal Nem Miktarı (%)**

Bitki yaprak örnekleri 12:00-14:00 saatleri arasında alınarak taze ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra turgor (4°C’de 18 saat) ve kuru ağırlıklarının (80°C’de 48 saat) alınmasıyla yaprak oransal nem miktarı belirlenmiştir. Yapılan ölçümler sonrasında bulunan değerler aşağıdaki formül kullanılarak Yaprak oransal nem miktarı belirlenmiştir.

$$YOSK= 100x ((Taze ağırlık-Kuru ağırlık)/(Turgor ağırlık-Kuru ağırlık)) \text{ (Weatherley 1950)}$$

(3.2)

### **3.2.4. Verim ile İlgili Ölçümler**

Turşuluk hıyar yetiştiriciliği sırasında hasat edilen meyvelerde ortalama ağırlık, meyve çapı ve boyu, baş şekil indeksi (B/Ç) ve üretim sonunda her çeşit için toplam verim değerleri hesaplanmıştır.

### **Ortalama Meyve Ağırlığı (g)**

Meyvelerin ağırlık ölçümleri hassas terazi (0,01 g hassasiyet, Radwag PS 3500/C/1, Radom, Poland) ile yapılmıştır. Meyve ağırlıkları, her tekerürden her hasatta alınan toplam meyve ağırlığının meyve sayısına bölünmesiyle bulunmuştur.

### **Meyve Çapı ve Boyu (cm)**

Hasat edilen meyvelerin çap ölçümleri 0,001 mm’ye duyarlı dijital kumpas ile yapılmıştır. Meyve çap ve boy ölçümleri, her tekerrür için üç adet meyvede yapılmıştır. Çap ölçümleri meyvelerin tam ortasından olacak şekilde yapılmıştır.

### **Baş Şekil İndeksi (B/C)**

Meyve örneklerinde meyve boy değerinin çap değerine bölünmesiyle baş şekil indeksi bulunmuştur.

### **Toplam Verim (kg/da)**

Meyvelerin toplam verimleri hassas terazi (0,01 g hassasiyet, Radwag PS 3500/C/1, Radom, Poland) ile yapılmıştır. Her tekerrürden hasat edilen ürün miktarı, her hasatta kaydedilerek vejetasyon sonunda toplam verim değerleri hesaplanmıştır.

### **3.2.5. Meyve Kalitesi ile İlgili Ölçümler ve Analizler**

Yetiştirme dönemi boyunca alınan meyve örneklerinde toplam suda çözümlü kuru madde miktarı, pH, meyve kabuk rengi, meyve klorofil miktarı analizleri yapılmıştır.

### **Toplam Suda Çözümlü Kuru Madde Miktarı (SCKM) (%)**

Geneli yansıtan semptomsuz meyve örneklerinden üçer meyveden elde edilen meyvesularının kuru madde miktarları dijital refraktometre (QUICK BRUX 60, USA) kullanılarak ölçülmüş ve sonuçlar % olarak verilmiştir.

### **pH Miktarı**

Semptomsuz üçer meyve belirlenerek meyve sularının pH değerleri dijital pH metre (HANNA pH 211, USA) ile ölçülmüştür.

### **Meyve Kabuk Rengi**

Her tekerrürden geneli yansıtan hastaliksız üçer meyve belirlenmiştir ve meyvelerin sap mesafesi sabit tutularak üç farklı yerinden L, a, b renk değerlerini belirlemek için Minolta CR-300 kolorimetre ile renk ölçümü yapılmıştır.

### **Meyve Klorofil Miktarı (mg/g)**

Hasat edilen meyvelerden 4 g numune (katı madde) alınmıştır. %90'lık asetonda (35 ml) bir gün bekletilmiştir. Süzülüp %90 asetonla 50 ml'ye tamamlanmıştır. 645, 652, 663 nm'de okuma yapılmıştır (Weatherley 1950).

$$\begin{aligned}\text{Klorofil a} &= 12.7 \times A_{663} - 2.7 \times A_{645} \\ \text{Klorofil b} &= 22.9 \times A_{645} - 4.7 \times A_{663} \\ \text{Toplam klorofil} &= 27.8 \times A_{652} \text{ mg/100g} \\ &(3.3)\end{aligned}$$

### 3.2.6. Bitki Örneklerinde Yapılan Ağır Metal Analizleri (mg/kg)

Bitkiler hasat işlemleri bittikten sonra sökülmiş ve bitki kök, yaprak ve meyvelerinin ağır metal analizleri Bursa Gıda ve Yem Kontrol Enstitüsünde aşağıdaki proses uygulanarak tespit edilmiştir.

Her uygulama için bitki kısımlarından numuneler alınmış ve 24 saat boyunca 100°C'de kurutulmuştur. Kurutulan bitki numunelerinden örnekler alınmış ve HNO<sub>3</sub>: HCl: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> = 6:2:2 eklenmiş, 15 dakika 250W, 15 dakika 500 W ve 20 dakika 750 W bekletilmiştir. Numunelerin hacmi saf su eklenerek 25 mL'ye seyreltilmiştir. Toplam ağır metal içeriğinin kantitatif analizi ICP / MS ile yapılmıştır (Voica ve ark. 2012).

### 3.2.7. Deneme Deseni ve Verileri Değerlendirme

Bu çalışma, tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her tekerrürde 10 bitki kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarının istatistiki analizleri, JMP 7 Bilgisayar Programı kullanılarak yapılmıştır. Ölçümlere gruplandırma yapılırken 0,05 hata seviyesi dikkate alınarak, LSD testi kullanılarak yorumlanmıştır.

#### 4.BULGULAR ve TARTIŞMA

Fide aşamasına kadar yetiştiriciliği Bursa Uludağ Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü Uygulama ve Araştırma Serasında yürütülen fideler üç gerçek yaprak aşamasına geldiğinde, Bursa Batı Atık su Arıtma Tesisi arazisine dikilmiş (1 Ağustos 2017) ve Batı Atık su Arıtma Tesisinden elde edilen sular ile uygulamalara ait sulamaları yapılmıştır. Fide dikiminden iki hafta sonra 16 Ağustos'ta ilk çiçeklenme Atık F<sub>1</sub> çeşidinde atıksu uygulamasında görülmüştür. İlk hasat Artist ve Atık F<sub>1</sub> çeşitlerinde atık su uygulamasında 25 Ağustos'ta yapılmıştır. Hava şartlarının turşuluk hıyar yetiştiriciliğine olanak vermemesi nedeniyle tüm çeşitlerde son hasat 30 Ekim tarihinde yapılarak deneme sonlandırılmıştır (Çizelge 4.1). Yurt dışında bu tarihlerde yetiştiriciliğin yapılmaması ve ikinci ürün olarak turşuluk hıyarın üretiminin yapılabilirliğinin araştırılması amacıyla üretim bu tarihler arasında yapılmıştır (1 Ağustos-30 Ekim).

**Çizelge 4.1.** Kullanılan çeşitlere ait ilk çiçeklenme, meyve bağlama, ilk hasat ve son hasat tarihleri

Çeşitler	Uygulamalar	İlk çiçeklenme	İlk meyve bağlama	İlk hasat	Son hasat
Artist F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	17.08.2017	22.08.2017	07.09.2017	30.10.2017
	Arıtılmış atık su	17.08.2017	26.08.2017	08.09.2017	
	Atık su	17.08.2017	20.08.2017	25.08.2017	
Atık F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	18.08.2017	23.08.2017	09.09.2017	
	Arıtılmış atık su	18.08.2017	27.08.2017	04.09.2017	
	Atık su	16.08.2017	21.08.2017	25.08.2017	
Titanik F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	21.08.2017	29.08.2017	07.09.2017	
	Arıtılmış atık su	23.08.2017	01.09.2017	11.09.2017	
	Atık su	21.08.2017	28.08.2017	04.09.2017	

## **4.1. Bitki Büyüme ve Gelişmesi ile İlgili Ölçümler**

### **4.1.1. Bitki Boyu**

Bitki boyu bakımından uygulamalar incelendiğinde, en yüksek bitki boyu değeri 184,80 cm ile atık su uygulanan Atik F<sub>1</sub> çeşidinde bulunmuş bu uygulamayı 171,43 cm ile artırılmış atık su uygulanan Atik F<sub>1</sub> çeşidi takip etmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuştur. Çay (2013), Konya kentsel atık sularının tarımsal sulamada kullanılması ve mısır bitkisi yetiştiriciliğine etkilerini araştırdığı çalışmasında; atık su uygulamasının artırılmış ve temiz su uygulamalarına göre bitki boyunu arttırdığını bildirmiştir. Üzen (2014), fiziksel olarak artırılmış evsel atık suların pamuk (*Gossypium hirsutum L.*) verim ve kalitesi ile toprak kirliliğine etkisini araştırdığı çalışmasında farklı gübreleme ve sulama çeşitlerinin pamuk bitki boyu üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığını bildirmiştir. Dede ve ark. (2009), fındık zürufu ortamında yetiştirilen süs bitkilerine arıtma çamuru ilave edilmesinin etkilerini araştırdıkları çalışmada, en fazla bitki boyunu kontrol uygulamasından almışlar ancak arıtma çamuru miktarı arttıkça daha az arıtma çamuru eklenen bitkilere göre bitki boyunun arttığını saptamışlardır.

### **4.1.2. Yaprak Sayısı**

Uygulamalar incelendiğinde, yaprak sayısı bakımından her üç uygulama içinde en yüksek değerler atık su uygulamasında gözlemlenmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuştur. Gezer (2012), farklı atıksu arıtma çamuru dozları ve sulama düzeylerinin mısır bitkisi gelişimi üzerine etkilerini araştırdığı ve iki yıl tekrar eden çalışmasında bitki yaprak sayılarının, ilk yıl 12,50-13,75 adet, 2.yıl ise 11,84-12,92 adet arasında değiştiğini ve atık su uygulanan bitkilerde yaprak sayısının daha fazla olduğunu bildirmiştir. Bizim çalışmamızda da atık su uygulamasının yaprak sayısını arttırdığı saptanmıştır. Çakır ve ark. (1997), yaptıkları çalışmalarında Ergene nehrinin kirli suyu ile sulanan ayçiçeklerinin yaprak sayısının azaldığını saptamışlardır.



### **4.1.3. Gövde Çapı**

Gövde çapı değeri bakımından, en kalın gövde çapı değeri atık su ile sulanan örneklerden 8,39 mm ile Titanik F<sub>1</sub> çeşidinde belirlenmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuştur. Gidirişlioğlu ve Çakır (1996), Ergene nehri atık sularıyla yaptıkları çalışmalarında ayçiçek bitkisi bitki çapının kontrol bitkilerine göre küçüldüğünü saptamışlardır. Dede ve ark. (2009), fındık zürufu ortamında yetiştirilen süs bitkilerine arıtma çamuru ilave edilmesinin, arıtma çamuru miktarıyla paralel olarak gövde çapını da arttığını gözlemlemişlerdir. Saka (2012), farklı dikim sistemi ve dikim mesafelerinin hıyarın gövde çapı üzerine etkisini araştırdığı çalışmada gövde çapının 12,8-18,00 mm arasında olduğunu gözlemlemiştir.

### **4.1.4 Yaprak Oransal Nem Miktarı**

Yaprak oransal nem miktarı bakımından incelendiğinde, en iyi sonuç şebeke suyu ile sulanan Titanik F<sub>1</sub> çeşidindeki yapraklarda %54,26 ile bulunmuş ve bunu, şebeke suyu ile sulanan Atık F<sub>1</sub> çeşidi takip etmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuştur.

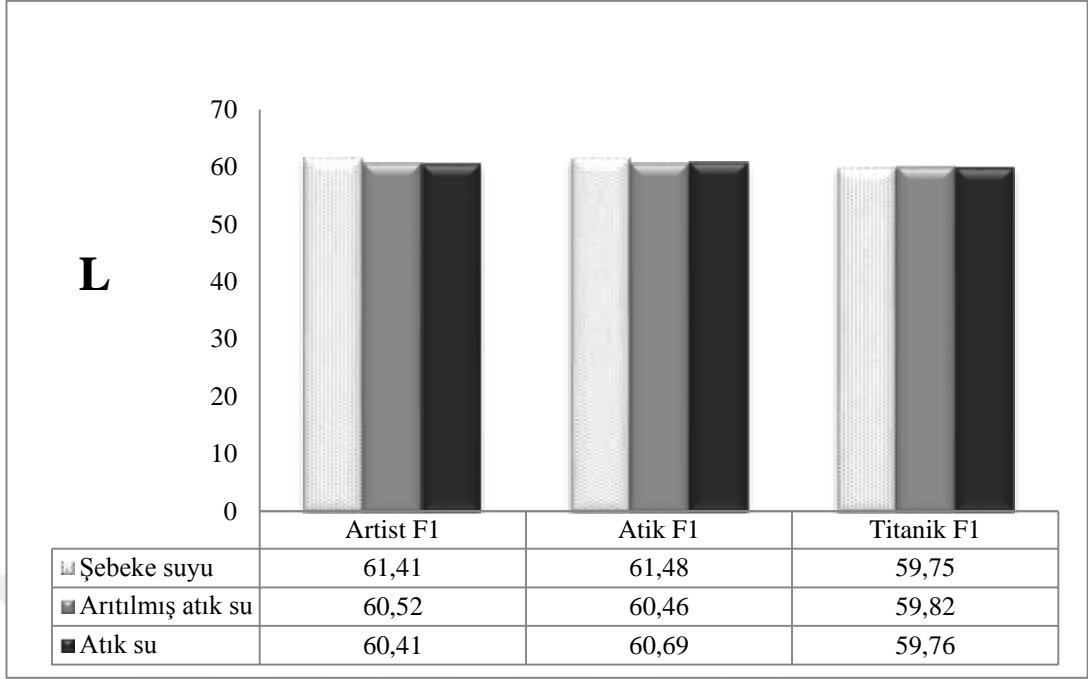
Farklı sulama kaynaklarının bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı ve yaprak oransal nem miktarlarına etkileri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Farklı sulama kaynaklarının bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı ve yaprak oransal nem miktarlarına etkileri

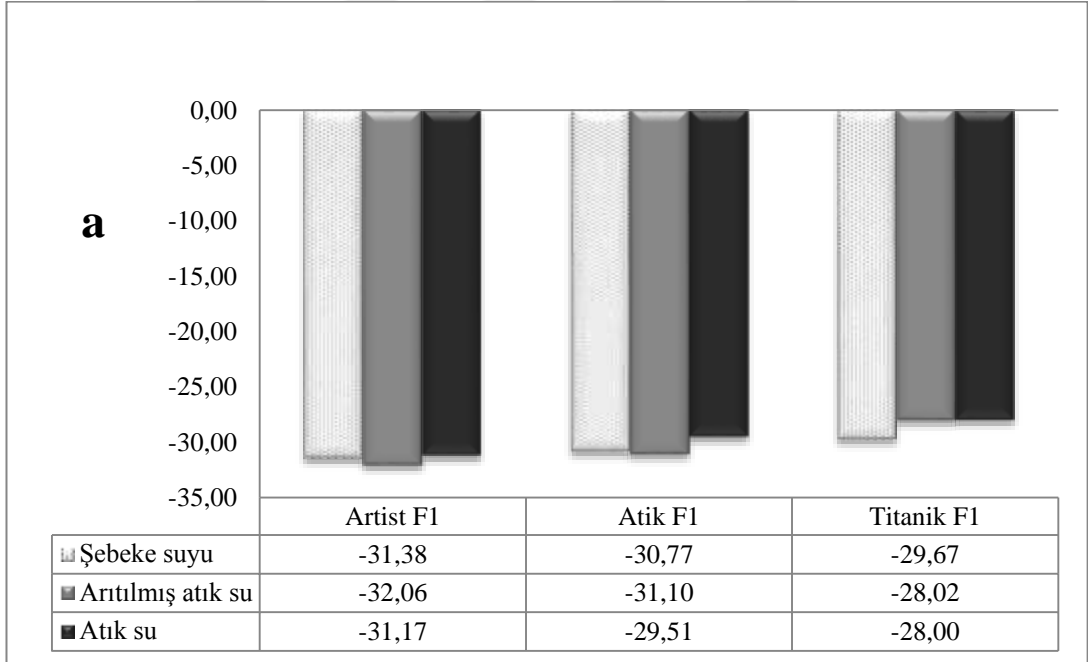
Çeşit	Uygulamalar	Bitki Boyu (cm)	Yaprak Sayısı (adet)	Gövde Çapı (mm)	Yaprak oransal nem miktarı (%)
Artist F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	168,80	56,00	5,15	31,87
	Aritılmış atık su	159,73	57,00	5,02	31,04
	Atık su	156,93	60,00	6,21	32,87
<b>Lsd (0,05)</b>		<b>ö.d</b>	<b>ö.d</b>	<b>ö.d</b>	<b>ö.d</b>
Atık F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	164,66	60,00	5,39	41,51 a
	Aritılmış atık su	171,43	67,00	5,51	32,61 b
	Atık su	184,80	79,00	5,27	31,35 b
<b>Lsd (0,05)</b>		<b>ö.d</b>	<b>ö.d</b>	<b>ö.d</b>	<b>6,33</b>
Titanik F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	142,90 b	43,00 b	5,93 b	54,26 a
	Aritılmış atık su	144,30 b	54,00 ab	6,40 b	37,81 b
	Atık su	159,30 a	61,00 a	8,39 a	34,89 b
<b>Lsd (0,05)</b>		<b>12,66</b>	<b>14,44</b>	<b>1,51</b>	<b>7,70</b>

#### 4.1.5. Yaprak Rengi

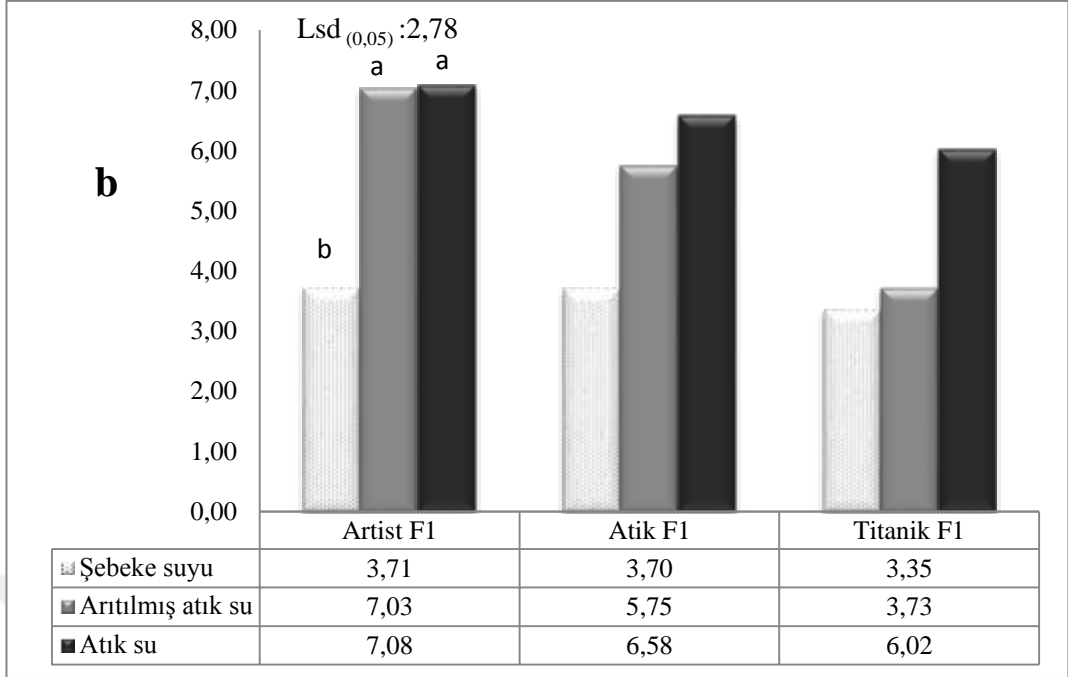
Renk analizi yapılırken renk üç farklı bileşenden oluşmaktadır ve bu bileşenlerden L, ışık geçirgenlik değerlerini, 0 (geçirgenlik yok) ve 100 (tamamen geçirgenlik), a kırmızılık (- a\*/-a, yeşillik) ve b sarılık (-b\*/-b, mavilik) değerlerini belirtmektedir. L: açıklık-koyuluk eksenini değeri a: kırmızı-yeşil eksenini değeri b: sarı-mavi eksenini değeri olarak ifade edilmektedir (Anonim 2015). Yaprak renk L, a, b değerleri bakımından, çeşitlerin ve uygulamaların benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. Yaprak L değeri bakımından uygulamaların 59,75-61,48 arasında, yaprak a değeri bakımından uygulamaların -28,00 ile -32,06 arasında ve yaprak b değeri bakımından uygulamaların 3,35-7,08 arasında olduğu gözlemlenmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında farklılık bulunmamıştır (Şekil 4.1, 4.2, 4.3).



**Şekil 4.1.** Farklı sulama kaynaklarının yaprak rengi L miktarı üzerine etkileri



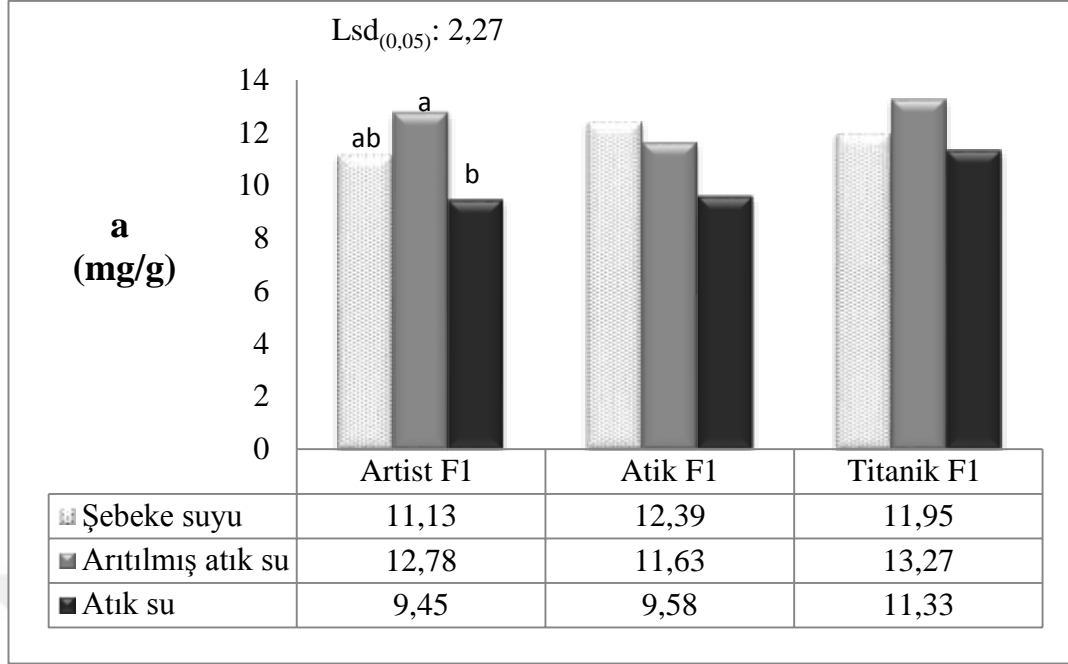
**Şekil 4.2.** Farklı sulama kaynaklarının yaprak rengi a miktarı üzerine etkileri



**Şekil 4.3.** Farklı sulama kaynaklarının yaprak rengi b miktarı üzerine etkileri

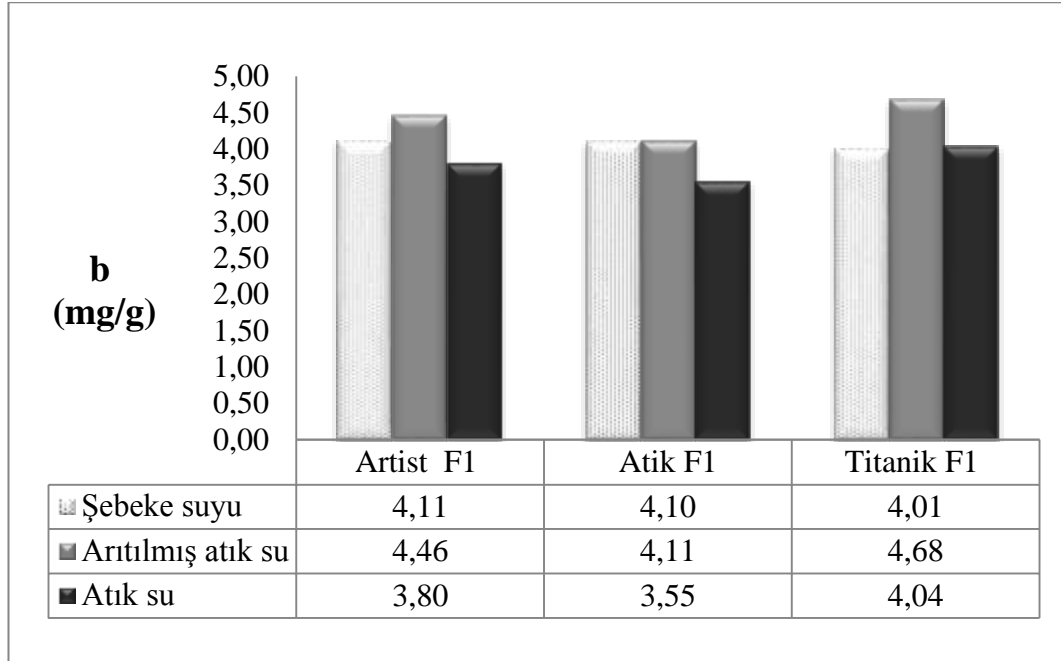
#### 4.1.6. Yaprak Klorofil Miktarı

Farklı su uygulamalarının yapraklarda klorofil a miktarları üzerine etkileri incelendiğinde Atik F<sub>1</sub> ve Titanik F<sub>1</sub> çeşitlerinde istatistiksel anlamda farklılık görülmemiş ancak Artist F<sub>1</sub> çeşidinde uygulamalar farklılık göstermiştir. Uygulamalar açısından en yüksek değer 13,27 mg/g ile arıtılmış atık su uygulamasından Titanik F<sub>1</sub> çeşidinde gözlemlenmiştir (Şekil 4.4).



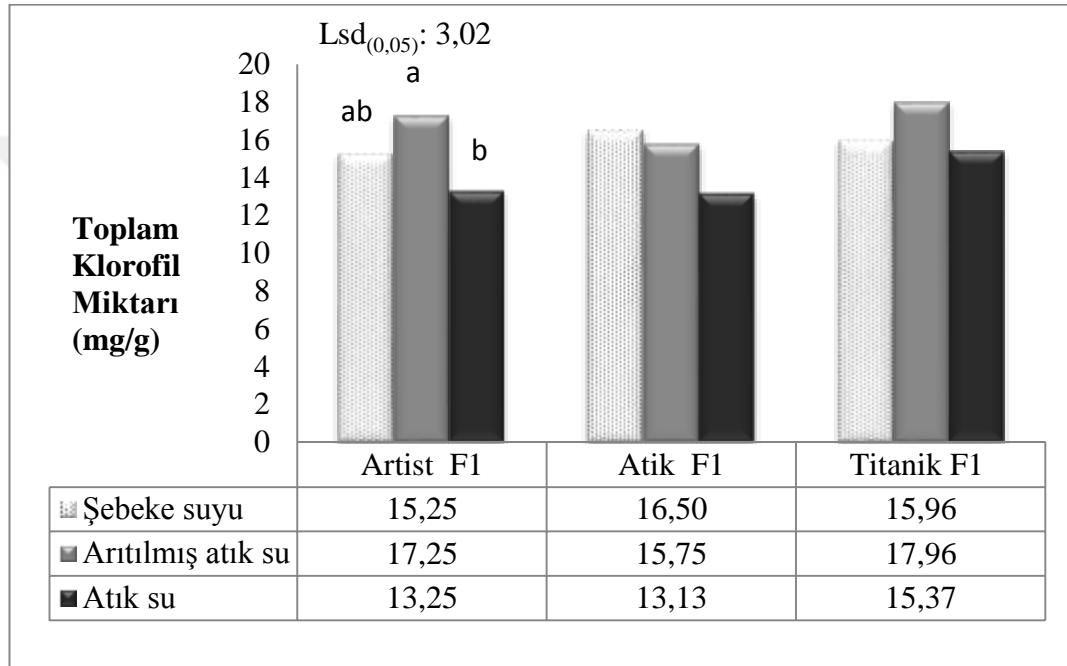
**Şekil 4.4.** Farklı sulama kaynaklarının yaprak klorofil a miktarı üzerine etkileri

Yaprak klorofil b miktarı bakımından, en yüksek değer 4,68 mg/g ile arıtılmış atık su uygulanan örneklerden Titanik F<sub>1</sub> çeşidinden elde edilmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmamıştır (Şekil 4.5).



**Şekil 4.5.** Farklı sulama kaynaklarının yaprak klorofil b miktarı üzerine etkileri

Yaprak toplam klorofil miktarı bakımından, şebeke suyu ile sulanan örneklerde en yüksek değer Atik F<sub>1</sub> çeşidinde (16,50 mg/g), arıtılmış atık su ile sulanan örneklerde Titanik F<sub>1</sub> çeşidinde (17,96 mg/g), atık su ile sulanan örneklerde Titanik F<sub>1</sub> çeşidinde (15,37 mg/g) belirlenmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuş ve en yüksek değer arıtılmış atık su uygulanan Titanik F<sub>1</sub> çeşidinden alınmıştır. Yaprak klorofil miktarları ve renk miktarları birbirine paralel sonuçlar vermiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Farklı sulama kaynaklarının yaprak toplam klorofil miktarı üzerine etkileri

#### 4.1.7 Kök Uzunluğu

Kök uzunluğu değeri bakımından uygulamalar incelendiğinde, en büyük kök uzunluğu 28,70 cm ile atık su uygulanan Titanik F<sub>1</sub> çeşidi ve bu uygulamayı 25,16 cm ile şebeke suyu uygulanan Titanik F<sub>1</sub> çeşidi takip etmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuştur (Çizelge 4.3). Uzma ve ark.(2016), %50 ve %100 atık su uygulamalarının hıyar bitkisi kök uzunluğunu kontrole göre arttırdığını saptamışlardır. Kök uzunluklarını %50 atık suda 9,30, %100 atık suda 9,76 ve kontrolde 7,47 cm olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda kullanılan Atik ve Artist çeşitlerinden, Uzma ve arkadaşlarının bulduğu sonuçlara paralel sonuçlar tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.3.**Farklı sulama kaynaklarının kök uzunluğu üzerine etkileri

Çeşit	Uygulamalar	Kök uzunluğu (cm)
Artist F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	12,33
	Aritılmış atık su	16,50
	Atık su	15,73
<b>Lsd (0,05)</b>		ö.d
Atik F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	19,50
	Aritılmış atık su	18,13
	Atık su	21,53
<b>Lsd (0,05)</b>		ö.d
Titanik F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	25,16
	Aritılmış atık su	19,60
	Atık su	28,70
<b>Lsd (0,05)</b>		ö.d

#### 4.1.8 Kök Yaş ve Kuru Ağırlık

Kök yaş ağırlığı bakımından uygulamalar incelendiğinde, en yüksek kök yaş ağırlığı atık su ile sulanan Titanik F<sub>1</sub> çeşidinde (2,48 g) belirlenmiştir, bu uygulamayı şebeke suyu ile sulanan Artist F<sub>1</sub> çeşidi (2,41 g) takip etmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuştur. Uzma ve ark.(2016), yaptıkları çalışmada hıyar bitkilerine uygulanan %50 atık suda kök yaş ağırlığını 0,19 g, %100 atık suda 0,17 g ve kontrolde 0,05 g olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda yapılan çalışmalardan daha yüksek kök yaş ağırlığı değerleri tespit edilmiştir.

Kök kuru ağırlığı bakımından, en yüksek değerler şebeke suyu ile sulanan örneklerde Artist F<sub>1</sub> çeşidinde (0,48 g), arıtılmış atık su ile sulanan AtikF<sub>1</sub> çeşidinde (0,25 g) atık su ile sulanan örneklerde TitanikF<sub>1</sub> çeşidinde (0,31 g) belirlenmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuş ve en yüksek değer şebeke suyu ile sulanan Artist F<sub>1</sub> çeşidinden alınmıştır. Uzma ve ark.(2016), yaptıkları çalışmada hıyar bitkilerine uygulanan %50 atık suda kök kuru ağırlığını 0,03 g, %100 atık suda 0,03 g ve kontrolde 0,01 g olarak tespit etmişlerdir. Quaryouti ve ark.(2015), farklı düzeyde kirliliğe sahip atık su kaynakları uygulanan hıyarda kök kuru ağırlığının 0,57-0,68 g, arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir. Çalışmamızda yapılan çalışmalardan daha düşük kök kuru ağırlık değerleri saptanmıştır.

#### 4.1.9. Sürgün Yaş ve Kuru Ağırlık

Farklı su tipleri uygulanan turşuluk hıyarlarda sürgün yaş ağırlığı 15,00-42,46 g arasında değişmekte ve en yüksek değer şebeke suyu uygulanan Artist F<sub>1</sub> çeşidinde, en düşük değer ise arıtılmış atık su uygulanan Atik F<sub>1</sub> çeşidinde gözlemlenmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuştur.

Sürgün kuru ağırlığı 2,76-8,54, g arasında değişmekte ve en yüksek değer atık su uygulanan Titanik F<sub>1</sub> çeşidinde, en düşük değer ise arıtılmış atık su uygulanan Atik F<sub>1</sub> çeşidinde gözlemlenmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuştur.

Farklı sulama kaynaklarının sürgün ve kök yaş, kuru ağırlıkları üzerine etkisi Çizelge 4.4'de verilmiştir.

**Çizelge 4.4.** Farklı sulama kaynaklarının sürgün ve kök yaş, kuru ağırlıkları üzerine etkisi

Çeşit	Uygulama	Kök		Sürgün	
		Yaş ağırlık (g)	Kuru ağırlık (g)	Yaş ağırlık (g)	Kuru ağırlık (g)
Artist F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	2,41	0,48 a	42,46 a	6,27
	Arıtılmış atık su	1,36	0,20 b	20,75 b	4,48
	Atık su	1,95	0,24 ab	17,05 b	4,97
<b>Lsd (0,05)</b>		<b>ö.d</b>	<b>0,21</b>	<b>8,94</b>	<b>ö.d</b>
Atik F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	2,22	0,25	28,70	4,82 a
	Arıtılmış atık su	1,84	0,25	15,00	2,76 b
	Atık su	1,64	0,22	20,42	4,49 ab
<b>Lsd (0,05)</b>		<b>ö.d</b>	<b>ö.d</b>	<b>ö.d</b>	<b>1,85</b>
TitanikF <sub>1</sub>	Şebeke suyu	1,89	0,26 ab	15,13 b	3,24 b
	Arıtılmış atık su	1,77	0,20 b	20,91 b	5,26 ab
	Atık su	2,48	0,31 a	36,74 a	8,54 a
<b>Lsd (0,05)</b>		<b>ö.d</b>	<b>0,10</b>	<b>12,17</b>	<b>3,68</b>

#### 4.2. Verim ile İlgili Ölçümler

##### 4.2.1. Ortalama Meyve Ağırlığı, Çap, Boy, Baş Şekil İndeksi

Çeşitler ve uygulamalar toplam verim (kg/da), ortalama meyve ağırlığı (g), çap (cm), boy (cm), baş şekil indeksi (boy/çap) bakımından incelenmiştir. Ortalama meyve ağırlığı bakımından, en yüksek değer 12,55 g ile atık su uygulanan Titanik F<sub>1</sub> çeşidinde gözlemlenmiş ve bunu 12,54 g ile şebeke suyu uygulanan Artist F<sub>1</sub> çeşidi takip etmiştir.



İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuştur. Quaryouti ve ark. (2015), farklı kirliliğe sahip atık su kaynaklarının domates ve hıyarda ortalama meyve ağırlığını, (hıyarda 82,7-92,6 g, domateste 62,7-77 g arasında) değiştirdiğini bildirmişlerdir. Gezer (2012), ikinci ürün silajlık mısır üretiminde atıksu ve arıtma çamuru kullanımının, arıtma çamuru ve atık su dozu arttıkça koçan ağırlığını arttırdığını ve ilk yıla göre ikinci yıl tekrar uygulanan bitkilerde daha yüksek koçan ağırlıkları elde edildiğini bildirmiştir.

Ortalama meyve çapı bakımından, istatistiksel olarak uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmamış ve en yüksek ortalama meyve çapı atık su ile sulanan Artist F<sub>1</sub> çeşidinden alınmıştır. Çukadar ve Güngör (1999), Erzincan koşullarında ikinci ürün olarak sonbahar yetiştiriciliğine uygun turşuluk hıyar ve marul çeşitlerinin belirlenmesi üzerine yaptıkları araştırmalarında turşuluk hıyarlarda meyve çapının 1,03-3,07 cm arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir. İlhan (2013), Temmuz ve Ağustos ayında yetiştiriciliğini yaptığı turşuluk hıyarda Temmuz ayı ortalama meyve çaplarının 2,5 ile 2,7 g arasında, Ağustos ayı ortalama meyve çaplarının 2,5 ile 2,6 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Şebeke suyu ile sulanan örneklerde en yüksek ortalama meyve boyunun 5,63 cm ile Titanik F<sub>1</sub> çeşidinde, arıtılmış atık su ile sulanan örneklerde 5,33 cm Titanik F<sub>1</sub> çeşidinde, atık su ile sulanan örneklerde 6,60 cm ile Artist F<sub>1</sub> çeşidinde belirlenmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuş ve en iyi değer atık su ile sulanan Artist F<sub>1</sub> çeşidinden alınmıştır. Quaryouti ve ark. (2015), hıyarda farklı oranlarda atık su ve gübre içeren uygulamaların ortalama meyve boyunu, atık su oranı arttıkça arttırdığını bildirmişlerdir.

Şebeke suyu ile sulanan örneklerde en yüksek meyve baş-şekil indeksi 3,40 ile Atik F<sub>1</sub> çeşidinde, arıtılmış atık su ile sulanan örneklerde 3,19 ile TitanikF<sub>1</sub> çeşidinde, atık su ile sulanan örneklerde 3,33 ile Artist F<sub>1</sub> çeşidinde belirlenmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuş ve en yüksek değer şebeke suyu ile sulanan AtikF<sub>1</sub> çeşidinden alınmıştır. Çukadar ve Güngör (1999), Erzincan koşullarında ikinci ürün olarak sonbahar yetiştiriciliğine uygun turşuluk hıyar ve marul çeşitlerinin belirlenmesi üzerine yaptıkları araştırmalarında turşuluk hıyarlarda meyve baş şekil indeksinin 2,93-4,80 arasında değiştiğini gözlemlemiştir.

Farklı sulama kaynaklarının meyve analizleri üzerine etkileri Çizelge 4.5’de verilmiştir.

**Çizelge 4.5.** Farklı sulama kaynaklarının meyve analizleri üzerine etkileri

Çeşit	Uygulama	Ortalama Meyve			Baş-Şekil İndeksi (boy/çap)
		Ağırlık (g)	Çap (cm)	Boy (cm)	
Artist F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	12,54	1,83	5,40	2,97
	Arıtılmış atık su	11,86	1,66	5,16	3,09
	Atık su	11,73	2,03	6,60	3,33
<b>Lsd (0,05)</b>		<b>ö.d</b>	<b>ö.d</b>	<b>ö.d</b>	<b>ö.d</b>
Atik F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	12,16 a	1,56	5,33	3,40
	Arıtılmış atık su	9,93 b	1,46	4,23	2,90
	Atık su	11,89 a	1,46	4,53	3,27
<b>Lsd (0,05)</b>		<b>1,78</b>	<b>ö.d</b>	<b>ö.d</b>	<b>ö.d</b>
Titanik F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	10,76 b	1,73	5,63	3,25
	Arıtılmış atık su	11,23ab	1,66	5,33	3,19
	Atık su	12,55 a	1,93	6,23	3,28
<b>Lsd (0,05)</b>		<b>1,47</b>	<b>ö.d</b>	<b>ö.d</b>	<b>ö.d</b>

#### 4.2.2. Toplam Verim (g)

Toplam verim değeri bakımından, en yüksek sonuç atık su uygulaması yapılan örneklerde 3177,34 kg/da ile Titanik F<sub>1</sub> çeşidinde belirlenmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuş ve atık su ile sulamanın her üç çeşitte de verimi arttırdığı gözlemlenmiştir. Çeşitler bazında uygulamalar arasında en fazla artış Titanik F<sub>1</sub> çeşidinde atık su uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Parameswaran (1999), atık sularla yaptığı çalışmada atık su uygulanmasının enginarlarda verim artışını sağladığını bildirmiştir. Çay (2013), Konya kentsel atık sularının tarımsal sulamada kullanılması ve mısır bitkisi yetiştiriciliğine

etkilerini araştırdığı çalışmasında; atık su uygulamasının arıtılmış ve temiz su uygulamalarına göre verimi arttırdığını bildirmiştir. Gezer (2012), farklı atıksu arıtma çamuru dozları ve sulama düzeylerinin mısır bitkisi gelişimi üzerine etkilerini araştırdığı çalışmasında en fazla verimin en fazla atık su arıtma çamuru uygulanan bitkilerden alındığını (800 ton/da) bildirmiştir. Yağmur ve ark.(2005) mercimek bitkisinde yaptıkları çalışmada, dekara 2-3 ton atık çamuru kullanılmasının mercimek verimini önemli düzeyde arttırdığını tespit etmişlerdir. Yrk ve ark. (2006), arıtma çamuru uygulamalarının fasulye ve nohutun tane ve biyokütle verimini arttırdığını bildirmişlerdir. Angın ve ark (2012), arıtma çamuru uygulanan arpa bitkisinin kurak koşullarında arıtma çamuru dozu arttıka arpa bitkisinin veriminin artacağını belirlemişlerdir. Antolian ve ark. (2005), geleneksel olarak arpa yetiştirilen topraklara her yıl 150 ton/da atık çamur uygulanmasının yüksek dane verimi alınmasını sağladığını bildirmişlerdir.

**Çizelge 4.6.** Farklı sulama kaynaklarının toplam verim üzerine etkisi

eşit	Uygulamalar	Toplam verim (kg /da)	Değişim (%)
Artist F <sub>1</sub>	şebeke suyu	1306,30 b	-
	Arıtılmış atık su	1937,32 a	+48,32
	Atık su	1894,92 a	+45,02
<b>Lsd (0,05)</b>	<b>210,62</b>		
Atık F <sub>1</sub>	şebeke suyu	2044,72 b	-
	Arıtılmış atık su	2052,92 b	+0,39
	Atık su	2880,39 a	+40,90
<b>Lsd (0,05)</b>	<b>277,09</b>		
Titanik F <sub>1</sub>	şebeke suyu	1753,95 c	-
	Arıtılmış atık su	2151,67 b	+22,70
	Atık su	3177,34 a	+81,23
<b>Lsd (0,05)</b>	<b>329,28</b>		

### 4.3. Kalite ile İlgili lmler

#### 4.3.1. pH ve Toplam Suda znebilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM)

pH değeri bakımından, şebeke suyu ile sulanan örneklerde en yüksek pH değeri 6,82 ile Titanik F<sub>1</sub> eşitinde, arıtılmış atık su ile sulanan örneklerde 6,32 ile Titanik F<sub>1</sub> eşitinde, atık su ile sulanan örneklerde 6,24 Atık F<sub>1</sub> eşitinde belirlenmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık

bulunmuş ve en iyi değer şebeke suyu ile sulanan TitanikF<sub>1</sub> çeşidinden alınmıştır (Çizelge 4.7). Quaryouti ve ark.(2015), farklı miktarda kirliliğe sahip atık su kaynaklarının hıyarda pH miktarını5,1-5,5arasında değiştirdiğini tespit etmişlerdir. Turşuluk hıyarla yaptığımız çalışmamızda hıyar ile yapılan çalışmadan elde edilen pH miktarlarından daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir.

Toplam suda çözünebilir kuru madde miktarı bakımından, en yüksek değer 5,76 ile şebeke suyu ile sulanan Titanik F<sub>1</sub> çeşidinde gözlemlenmiş, bu değeri atık su uygulanan Artist F<sub>1</sub> ve Titanik F<sub>1</sub> çeşitleri takip etmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuştur (Çizelge 4.7). Tokatlı (1996), Turşuluk hıyar yetiştiriciliğinde tele almanın kuru madde miktarını %3.1-3.2 arasında değiştirdiğini bildirmiştir.

**Çizelge 4.7.** Farklı sulama kaynaklarının meyve pomolojik analizleri üzerine etkileri

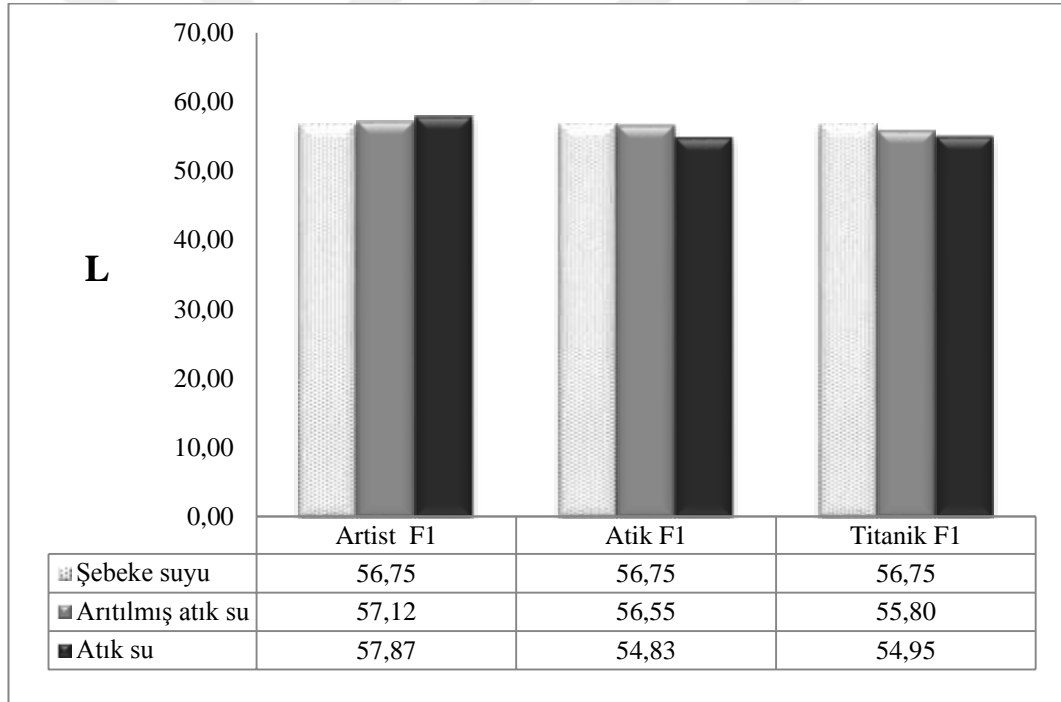
Çeşit	Uygulamalar	pH	Toplam Suda Çözünür Kuru Madde (g/100g)
Artist F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	6,38	3,83
	Aritılmış atık su	5,93	3,16
	Atık su	5,99	4,23
<b>Lsd (0,05)</b>		<b>ö.d</b>	<b>ö.d</b>
Atik F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	6,44 a	3,80
	Aritılmış atık su	5,84 b	3,36
	Atık su	6,24 ab	3,30
<b>Lsd (0,05)</b>		<b>0,55</b>	<b>ö.d</b>
Titanik F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	6,82 a	5,76 a
	Aritılmış atık su	6,32 b	3,23 b
	Atık su	6,14 b	4,23 b
<b>Lsd (0,05)</b>		<b>0,31</b>	<b>1,30</b>

#### 4.3.2 Meyve Rengi

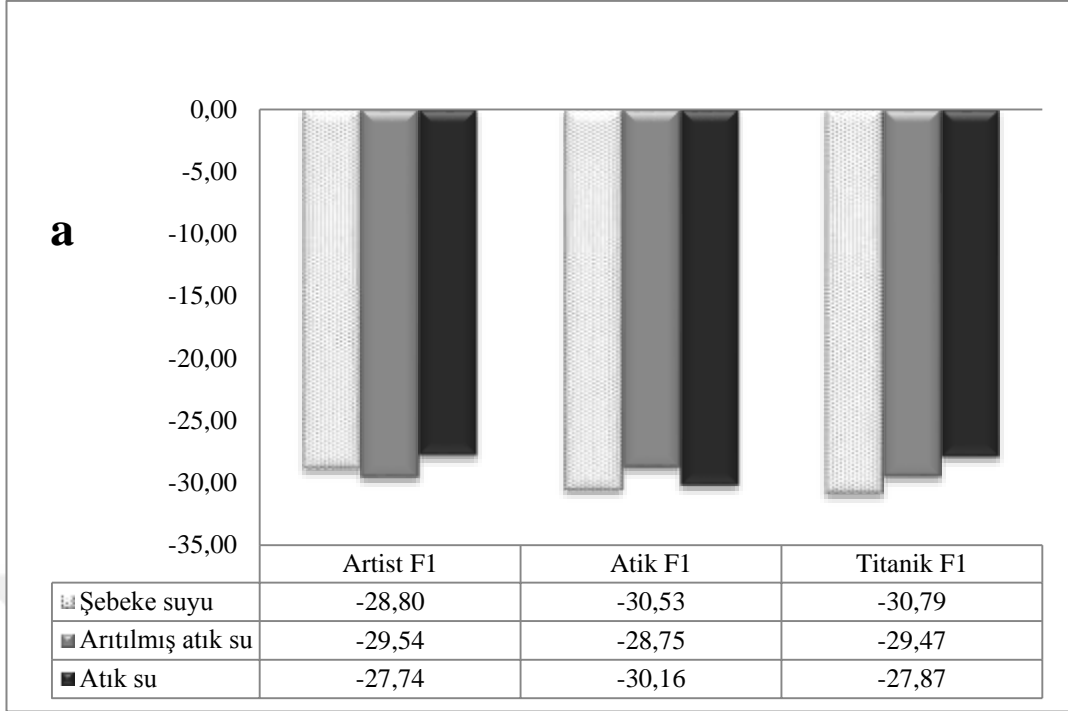
Ölçülen meyve kabuk rengi değerlerinden L, parlaklığı ifade etmektedir. Parlaklık, özellikle tüketici açısından aranan önemli kalite özelliklerinden birisidir (Özdemir ve Özer 2015). Meyve renk L değeri (aydınlık oranı) bakımından, her üç uygulamada da değerlerin birbirine yakın olduğu ve istatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında farklılık bulunmadığı saptanmıştır (Şekil 4.7). İlhan(2013), Temmuz ve Ağustos ayında yetiştiriciliğini yaptığı turşuluk hıyarda meyve rengi Temmuz ayı L

değerinin 39,95 ile 44,18 arasında değiştiğini ve Ağustos ayı meyve rengi L değerinin 34,91 ile 39,12 arasında değiştiğini bildirmiştir. Bizim çalışmamızda meyve rengi L değerlerinden her üç uygulamada da daha yüksek sonuçlar alınmıştır. Uysal (2010), farklı anaçların hıyar yetiştiriciliğinde etkilerini araştırdığı çalışmada meyve rengi L değerleri 34,61-41,59 arasında değiştirdiğini saptamıştır.

Meyve renk a değeri (kırmızı ve yeşillik oranı) bakımından, en yüksek değer atık su ile sulanan Artist F<sub>1</sub> (-27,74) çeşidi meyvelerinden alınırken, arıtılmış atık su ile sulanan bitkilerde ise Atik F<sub>1</sub> çeşidi (-28,75) meyvelerinden alınmıştır. Meyve a değerleri tüm çeşit ve uygulamalarda birbirine yakın bulunmuş ve istatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında farklılık bulunmamıştır (Şekil 4.8).

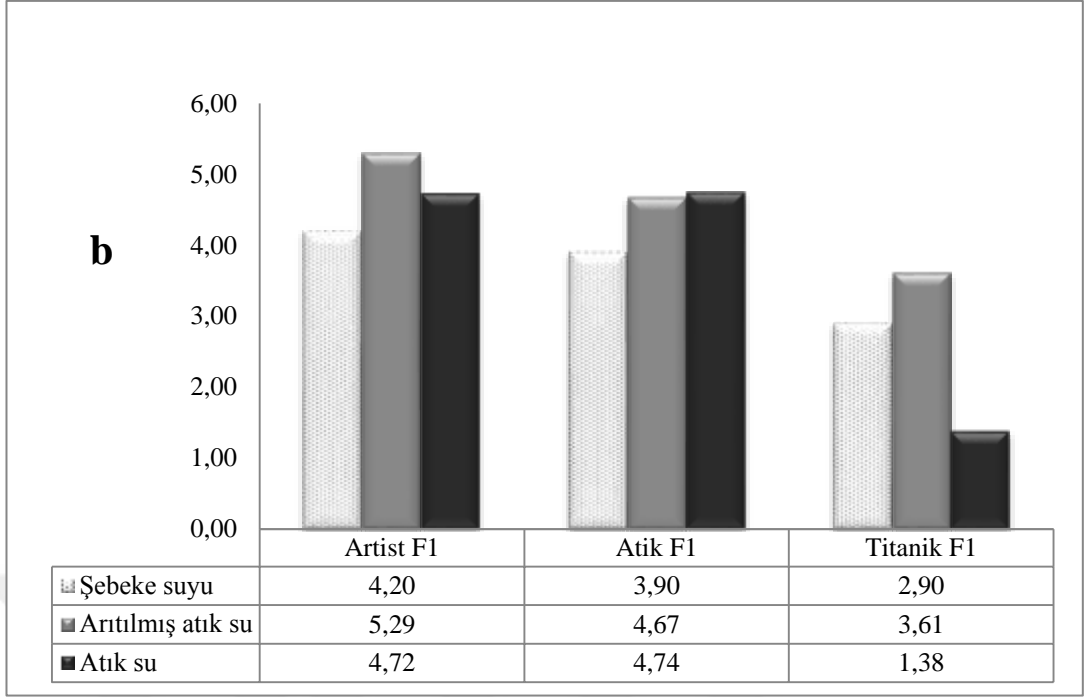


Şekil 4.7. Farklı sulama kaynaklarının meyve rengi L miktarı üzerine etkileri



**Şekil 4.8.** Farklı sulama kaynaklarının meyve rengi a miktarı üzerine etkileri

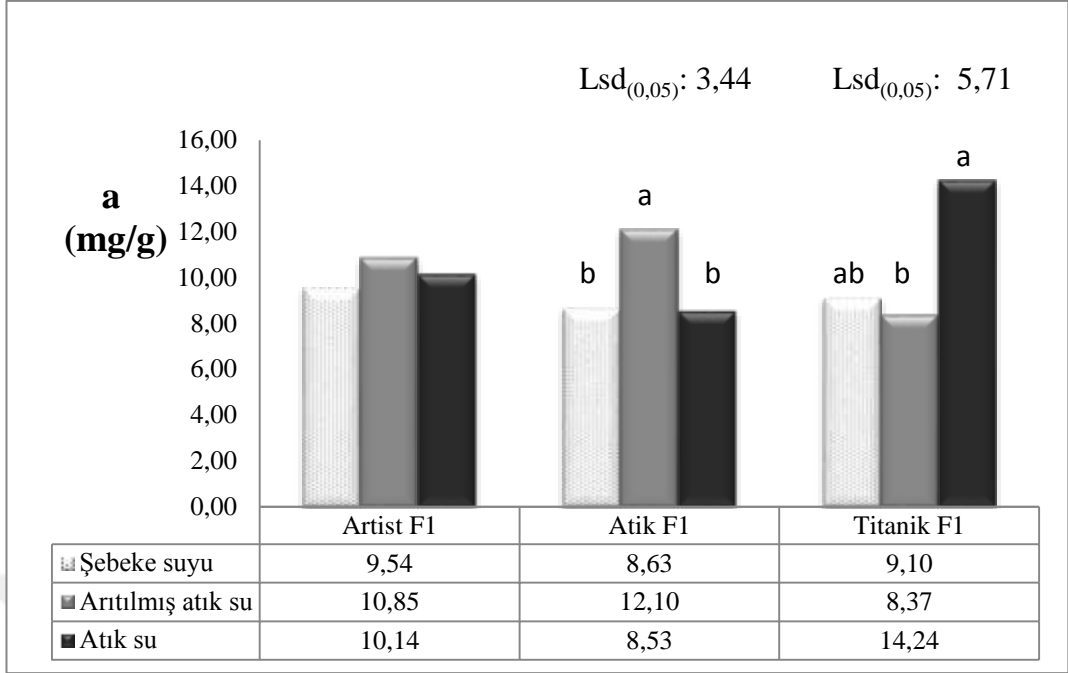
Meyve renk b (sarı ve mavilik oranı) değeri bakımından, en yüksek değerler; şebeke suyu (4,20) ve arıtılmış atık su ile sulanan örneklerde (5,29) Artist F<sub>1</sub> çeşidinde, atık su ile sulanan örneklerde (4,74) ile Atik F<sub>1</sub> çeşidinde belirlenmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında farklılık bulunmamıştır (Şekil 4.9). Kurum (2010), farklı anaç/çeşit kombinasyonlarının hıyar yetiştiriciliği üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında meyve rengi b değerinin 13,8-18,2 arasında değiştiği saptanmıştır.



**Şekil 4.9.** Farklı sulama kaynaklarının meyve rengi b miktarı üzerine etkileri

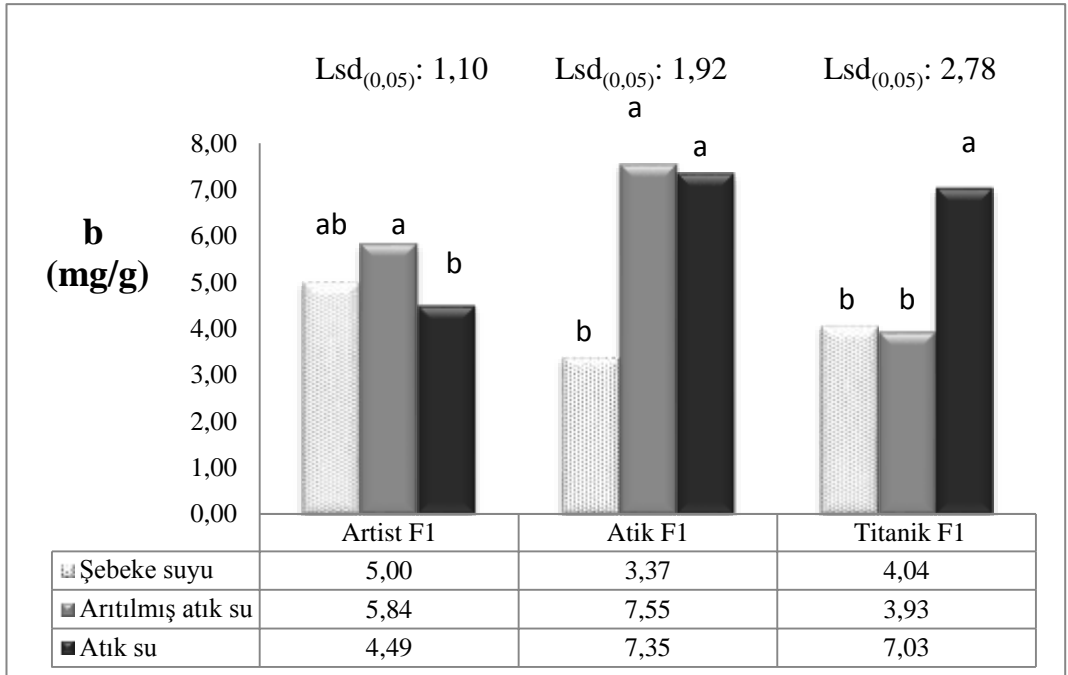
#### 4.3.3.Meyve Klorofil Miktarı

Meyve klorofil a miktarı bakımından, şebeke suyu ile sulanan örneklerde en yüksek değer Artist F<sub>1</sub> çeşidinde (9,54 mg/g), arıtılmış atık su ile sulanan örneklerde Atik F<sub>1</sub> çeşidinde (12,10 mg/g), atık su ile sulanan örneklerde Titanik F<sub>1</sub> çeşidinde (14,24 mg/g) belirlenmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuş ve en yüksek değer atık su ile sulanan Titanik F<sub>1</sub> çeşidinden alınmıştır (Şekil 4.10).



**Şekil 4.10.** Farklı sulama kaynaklarının meyve klorofil a miktarı üzerine etkileri

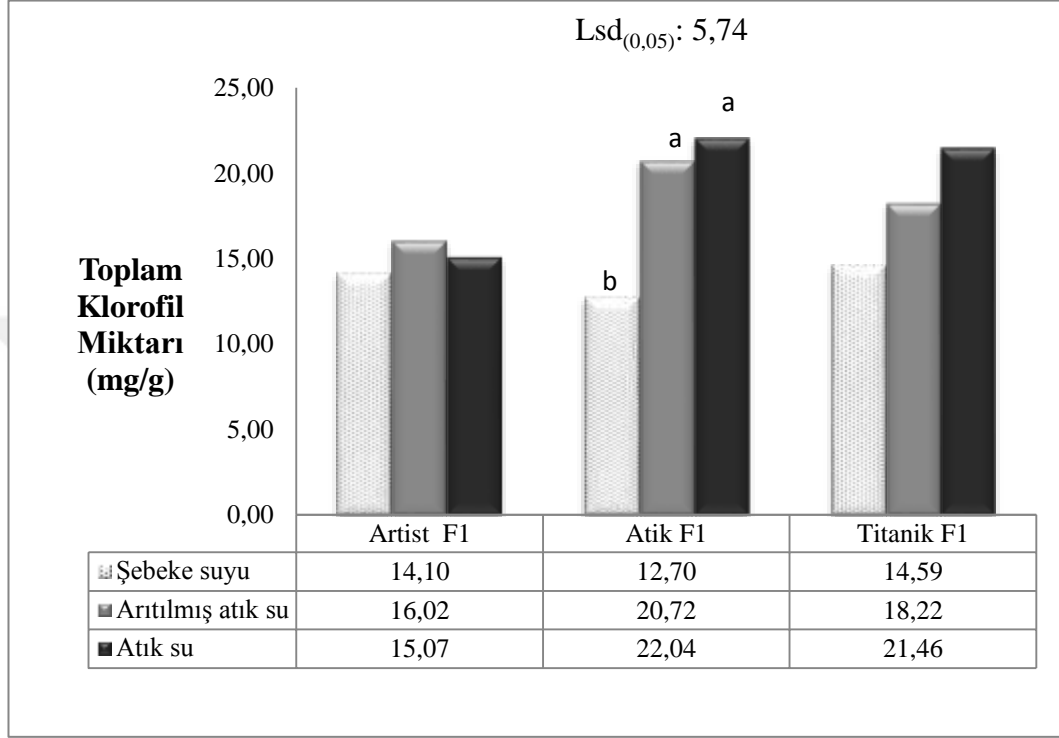
Uygulamalar incelendiğinde, meyve klorofil b miktarı bakımından en yüksek değerler arıtılmış atık su (7,55 mg/g) ve atık su uygulanan (7,35 mg/g) Atik F<sub>1</sub> çeşidinde belirlenmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuştur (Şekil 4.11).



**Şekil 4.11.** Farklı sulama kaynaklarının meyve klorofil b değeri üzerine etkileri



Meyve toplam klorofil miktarı bakımından uygulamalar arasında farklılık gözlenmiştir. Meyve toplam klorofil değerleri 12,70-22,04 mg/g arasında değişiklik göstermiştir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Farklı sulama kaynaklarının meyve toplam klorofil miktarı üzerine etkileri

#### 4.4. Ağır Metaller ile İlgili Ölçümler

Ağır metal analizlerinde çeşit ve uygulamalara göre parsellerdeki yetiştiricilik dönemi boyunca meyveler hasat edilmiş ve yetiştiricilik dönemi sonunda Cr, Ni, Cu, Cd, Pb ağır metal birikimleri bitki kök, yaprak ve meyvelerinde incelenmiştir.

##### 4.4.1 Krom (Cr) Miktarı

Kök krom kalıntı miktarı bakımından, en yüksek kalıntı değeri 4,14 mg/kg ile şebeke suyu uygulanan TitanikF<sub>1</sub> çeşidinde gözlemlenmiş, diğer uygulamalarda kalıntı miktarları birbirine yakın çıkmış, istatistiksel olarak uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuştur. Qureshi ve ark. (2016), marul, havuç, turp, patlıcan, domates ve ıspanak gibi farklı bölgeleri tüketilen sebze türlerine arıtılmış atık su uygulandıktan sonra oluşan Cr kalıntı miktarının en fazla havuç bitkisinde (1,43 mg/kg)

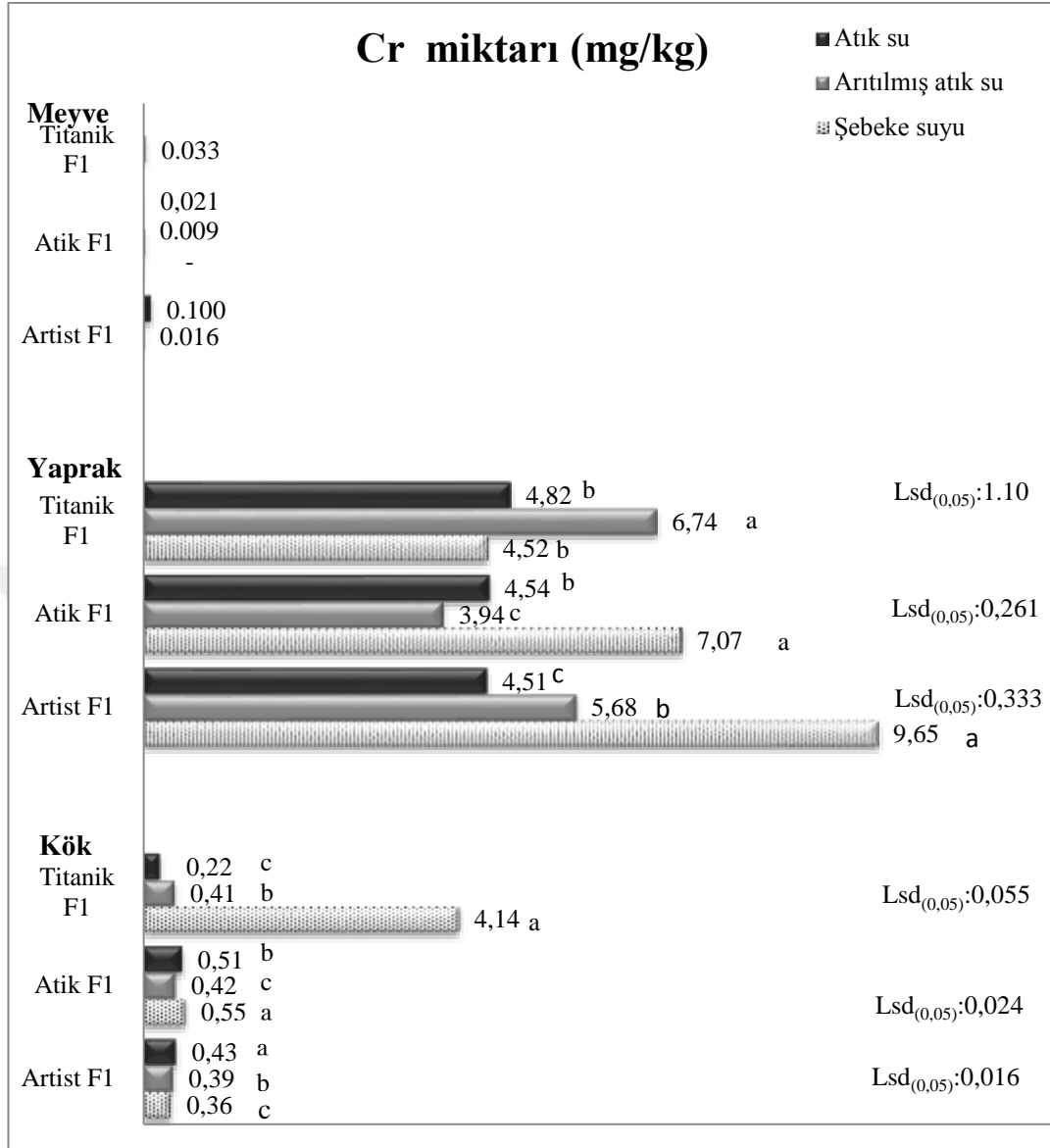
gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Keser (2013), tere ve roka yetiştiriciliğinde 20 gün süre ile atık su uygulamasından sonra kökteki krom miktarını kontrole göre terede 16,21 µg/g roka da ise 1,61 µg/g arttırdığını saptamıştır. Ekşi (2007), kuru ve yaş atık çamur uygulamalarının pancar (*Beta vulgaris* L.) kök bölgesi krom birikiminin; kuru atık çamur uygulamasında 0,88-33,15 mg/kg, yaş çamur uygulamasında ise 0,88-12,06 mg/kg arasında değiştiğini bildirmiştir. Yürük (2005), yaptığı çalışmada, (%0, %10, %20, %40) oranlarındaki arıtma çamuru uygulamalarının fasulye ve nohut bitkilerinde arıtma çamuru uygulamalarının doz artışı ile orantılı olarak bitkilerin köklerinde ağır metal birikiminin arttığını belirtmiştir.

Yaprak krom miktarı bakımından, en yüksek kalıntı değerleri Artist F<sub>1</sub> ve Atik F<sub>1</sub> çeşitlerinde şebeke suyu ile sulanan örneklerde, Titanik F<sub>1</sub> çeşidinde ise arıtılmış atık su ile sulanan örneklerde belirlenmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuş ve en yüksek kalıntı değeri şebeke suyu ile sulanan Artist F<sub>1</sub> çeşidinden alınmıştır. Atık suların ıspanak yapraklarında ağır metal kalıntı miktarını saptamayı hedefledikleri çalışmalarında Cr birikiminin 3,6-18,4 mg/kg arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Rattan ve ark. (2005), Chary ve ark. (2008). Almaz (2017), arıtma çamuru uygulamalarının kumlu tın bünyeli toprağın ve mısırın ağır metal içeriği üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında bitkilerin krom (Cr) miktarlarının 0,38–1,15 mg/kg arasında değişim gösterdiğini arıtma çamuru uygulama miktarı arttıkça krom kalıntı değerinin de arttığını saptamıştır. Keser (2013), tere ve roka yetiştiriciliğinde 20 gün süre ile atık su uygulamasından sonra yapraklardaki krom miktarını kontrole göre terede 2,07 µg/g azalttığı roka da ise 0,11 µg/g arttırdığını saptamıştır. Ekşi(2007), kuru ve yaş atık çamur uygulamalarının pancar (*Beta vulgaris* L.) yaprak kısımlarında en düşük krom kalıntısına şebeke suyu ile sulanan örneklerde 4,52 µg/L olarak belirlemiş ve önemli düzeyde farklı bulmuştur.

Meyve krom kalıntı miktarı bakımından, en yüksek kalıntı değeri Artist ve Atik F<sub>1</sub> (0,103, 0,021 mg/kg) atık su uygulamasında, Titanik F<sub>1</sub> çeşidinde ise (0,033 mg/kg) arıtılmış atık su uygulamasında belirlenmiştir. Njuguna ve ark. (2019), Kenya'da ıspanak ve kişniş bitkileriyle yaptıkları çalışmalarında atık su uygulanan ve pazarlardan toplanan sebzelerin yenilebilir kısımlarının barındırdığı ağır metal miktarlarını

karşılaştırmışlardır. Yapılan analizler sonucunda tüm örneklerde Cr kalıntısına rastlanmamıştır. Petousi ve ark. (2019), farklı atık su uygulamalarının üzüm meyvelerine uygulanması sonucunda meyvelerde; Cr kalıntı miktarına rastlanmadığını bildirmişlerdir. Abou ve ark. (2017), farklı bitki türlerinde kuyu suyu ve atık suyun yetiştiricilikte etkilerini araştırdıkları çalışmalarında kolza, buğday, arpa, keten ve marulda atık su ile sulamanın bitki tohumlarındaki Cr miktarını arttırdığını saptamışlardır. Cherfi ve ark. (2015), pazarlardan toplanan ve arıtılmış atık su uygulaması yapılarak yetiştirilen hıyar, domates ve patates meyvelerinde krom kalıntı miktarlarını karşılaştırmışlardır. Arıtılmış atık su uygulanan bitkilerde daha az Cr miktarı tespit etmişlerdir. Birçok araştırmacı atık suların kışnişte Cr birikimini 2,4-44,13 mg/kg arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Chary ve ark. (2008), Maleki ve ark. (2014), Gupta ve ark. (2012). Howe ve ark. (2003), Cr'un vasküler dokulara ve köklere girebildiğini ve yapraklara kolayca taşındığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Tripathi ve ark. (2016), Cucumis sativus L. fidelerinde önemli bir değişiklik göstermeyen, yaprak anatomik yapıları yerine Cr'un kök anatomik yapıları üzerinde daha fazla birikimi ve önemli bir etkisi olduğunu gözlemlemişlerdir. Yapılan çalışmalar bitki türü ve atık suyun kirlilik derecesine bağlı olarak Cr'un farklı organlarda birikebildiğini göstermiştir. Çalışmamızda ise turşuluk hıyarlara farklı arıtma işlemleri görmüş atık suların uygulanmasından sonra Cr kalıntı miktarının en fazla yapraklarda biriktiği tespit edilmiştir. Meyvelere ulaşan krom miktarının ise Türk Gıda Kodeksi sınır değerlerinin altında olduğu gözlemlenmiştir.

Farklı sulama kaynaklarının çeşitlerde kök, gövde ve meyve Cr birikimi üzerine etkileri Şekil 4.13'te verilmiştir.



**Şekil 4.13.** Farklı sulama kaynaklarının çeşitlerde kök, gövde ve meyve Cr birikimi üzerine etkileri(mg/kg)

#### 4.4.2 Nikel (Ni) Miktarı

Kök nikel kalıntı miktarı bakımından, uygulamalarda paralel sonuçlar elde edilmiş ancak şebeke suyu ile sulanan Titanik F<sub>1</sub> çeşidinin (4,14 mg/kg) diğer çeşitlerden belirgin olarak kalıntı miktarının fazla olduğu saptanmıştır. Ghosh (2012), Kuzey Hindistan'da farklı sebzeler üzerinde atık su uygulamasının Ni kalıntı miktarını patatesten 0,90 mg/kg, turpta 0,71 mg/kg, havuçta 0,92 mg/kg ve şalgamda 0,80 mg/kg olduğunu tespit etmiştir. Demir (2010), mısır bitkilerinde arıtma çamuru uygulama miktarı arttıkça kök bölgesinde biriken nikel miktarının azaldığını saptamıştır.

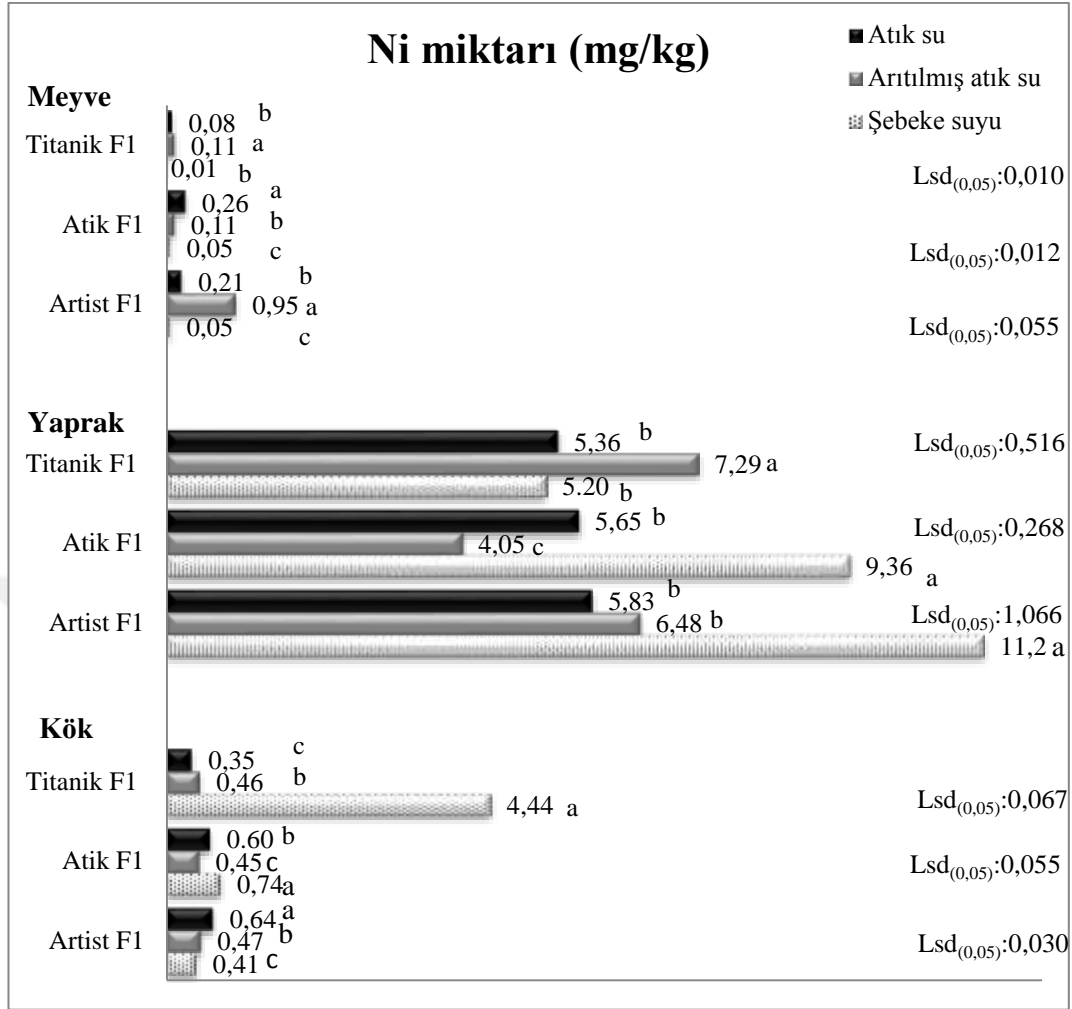
Ekşi(2007), kuru ve yaş atık çamur uygulamalarının pancar (*Beta vulgaris* L.) köklerindeki nikel birikiminin; kuru atık çamur uygulamasında 1,27-68,15 mg/kg, yaş çamur uygulamasında ise 1,27-34,50 mg/kg arasında değiştiğini bildirmiştir.

Yaprak nikel kalıntı miktarı bakımından, en yüksek değerler Atik F<sub>1</sub> ve Artist F<sub>1</sub> çeşitlerinde şebeke suyu ile sulanan örneklerde, Titanik F<sub>1</sub> çeşidinde ise arıtılmış atık su uygulanan örneklerde belirlenmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuş ve en yüksek kalıntı değeri şebeke suyu ile sulanan Artist F<sub>1</sub> çeşidinden alınmıştır. Kızıloğlu ve ark. (2008), üç farklı atık su ve şebeke suyu uygulamasının karnabahar ve kırmızı lahananın Ni kalıntı miktarını suyun kirlilik derecesi arttıkça arttırdığını bildirmişlerdir. Bozkurt ve ark.(2000), yaptıkları çalışmada arıtma çamuru ile arpa bitkisinin Ni içeriğinde önemli bir değişimin olmadığını saptamışlardır. Demir (2010), mısır bitkilerinde arıtma çamuru uygulama miktarı ile gövdesinde biriken nikel miktarının paralel olduğunu saptamıştır. Vasseur ve ark. (1998), kireçlenmiş arıtma çamuru ile tere ve yonca yetiştiriciliğinde kontrol bitkilerine kıyasla Ni içeriklerinin çok az bir artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Almaz (2017), arıtma çamuru uygulamalarının kumlu tın bünyeli toprağın ve mısırın ağır metal içeriği üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında bitki nikel (Ni) miktarlarının 2,6–3,8 mg/kg arasında değişim gösterdiğini saptamıştır. Manas ve ark.(2009) tarım alanlarında kullanılan kirli sular ile yaptığı çalışmada İspanya'nın Alabacete kenti yakınındaki alanlarda yetiştirilen marul bitkilerinin nikel miktarlarının 0,156 mg/kg ile 1,81 mg/kg arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Ekşi (2007), kuru ve yaş atık çamur uygulamalarının pancar (*Beta vulgaris* L.) yapraklarındaki nikel birikiminin; kuru atık çamur uygulamasında 1,87-8,89 mg/kg, yaş çamur uygulamasında ise 1,87-4,41 mg/kg arasında değiştiğini bildirmiştir.

Meyve nikel kalıntı miktarı bakımından, en yüksek kalıntı miktarları Artist F<sub>1</sub> (0,95 mg/kg) ve Titanik F<sub>1</sub> (0,11mg/kg) çeşitlerinde arıtılmış atık su ile sulanan örneklerde, Atik F<sub>1</sub> (0,26 mg/kg) çeşidinde atık su ile sulanan örneklerde belirlenmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuş ve en yüksek kalıntı değeri arıtılmış atık su ile sulanan Artist F<sub>1</sub> çeşidinden alınmıştır. Petousi ve ark. (2019), farklı atık su uygulamalarının üzüm meyvelerindeki nikel kalıntı

miktarını musluk suyu uygulamasına doğru gittikçe arttığını saptamışlardır. Demirtaş ve ark. (2016), domates yetiştiriciliğinde kentsel katı atık kompost kullanımının verim kalite ve ağır metal kirliliği üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada artan atık kompost miktarına paralel olarak nikel miktarında arttığı gözlemlenmiştir. Ekşi(2007), kuru ve yaş atık çamur uygulamalarının pancar (*Beta vulgaris* L.) yumrularındaki nikel birikiminin; kuru atık çamur uygulamasında 1,53-8,16 mg/kg, yaş çamur uygulamasında ise 1,53-3,66 mg/kg arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmamızda Ni kalıntı miktarı diğer bitki kısımlarından farklı olarak yapraklarda belirgin şekilde birikmiş ve en fazla birikim şebeke suyu ile sulanan örneklerde gözlemlenmiş, bitkilerde nikel miktarının diğer ağır metallerden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Benzer şekilde Singh ve ark. (2010), atık su ile sulanan bitkilerde Ni miktarının Zn ve Cu miktarlarından çok daha yüksek olduğu bulmuşlardır.

Farklı sulama kaynaklarının çeşitlerde kök, gövde ve meyve Ni birikimi üzerine etkileri Şekil 4.14'te verilmiştir.



**Şekil 4.14.**Farklı sulama kaynaklarının çeşitlerde kök, gövde ve meyve Ni birikimi üzerine etkileri (mg/kg)

#### 4.4.3 Bakır (Cu) Miktarı

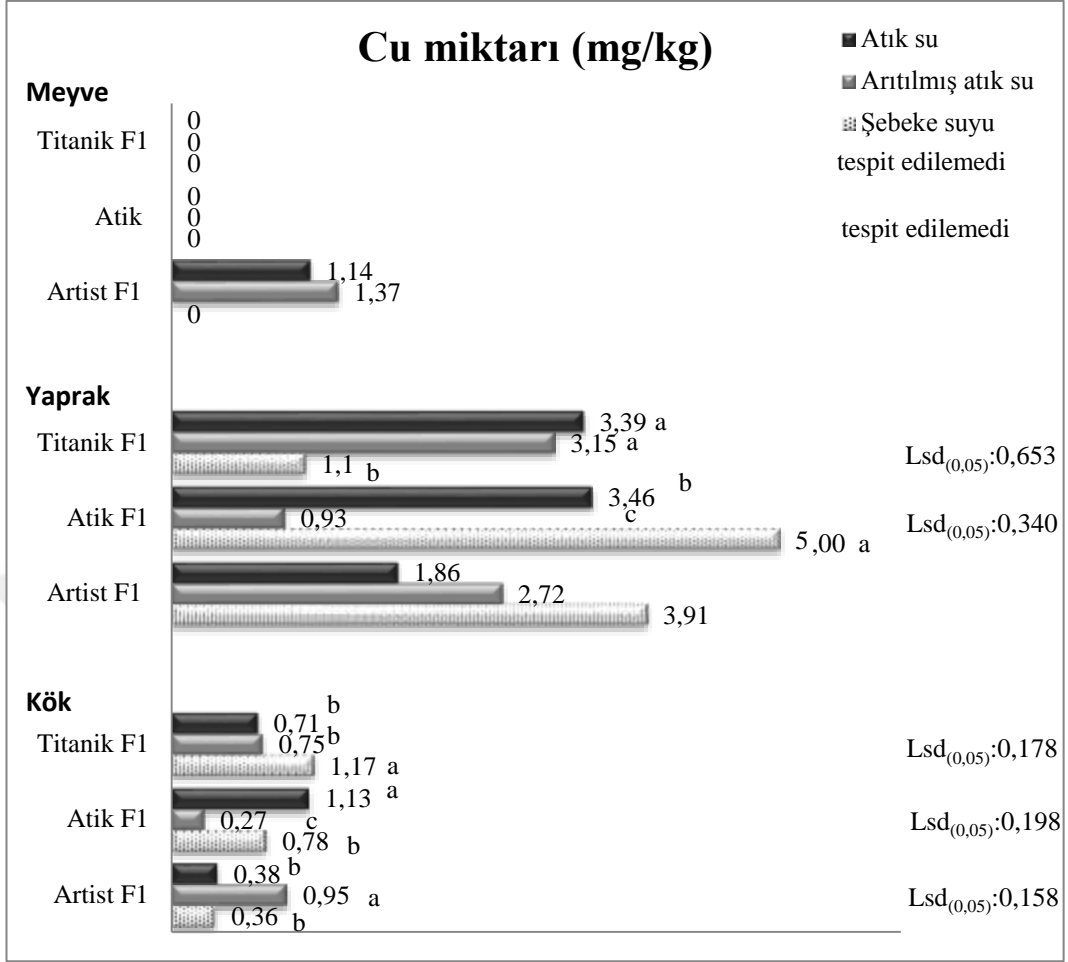
Kök bakır kalıntı miktarı, çeşitler bakımından incelendiğinde; her üç çeşitte de en yüksek değer farklı uygulamalarda gözlenmiştir. En yüksek kalıntı değeri ise şebeke suyu ile sulanan Titanik F<sub>1</sub> çeşidinden alınmıştır. Qureshi ve ark. (2016), marul, havuç, turp, patlıcan, domates ve ıspanak gibi farklı bölgeleri tüketilen sebze türlerine arıtılmış atık su uygulandıktan sonra oluşan Cu kalıntı miktarının en fazla turp bitkisinde (1,2 mg/kg) gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Anwar ve ark. (2016), farklı miktarda kirliliğe sahip suların nane, kişniş ve çemen otu köklerinde biriktirdiği Cu miktarının; en fazla nane %100 atık su uygulamasında gözlemlendiğini ve her üç çeşitte de en fazla kalıntının %100 atık su uygulamasında olduğunu bildirmişlerdir. Yürük (2005), farklı oranlardaki (%0, %10, %20, %40) arıtma çamuru uygulamalarının fasulye ve nohut bitkilerinde

arıtma çamuru doz artışı ile orantılı köklerdeki bakır içeriklerinde artış olduğunu bildirmişlerdir. Ekşi(2007), kuru ve yaş atık çamur uygulamalarının pancar (*Beta vulgaris* L.) köklerdeki bakır birikiminin; kuru atık çamur uygulamasında 4,20-74,60 mg/kg, yaş çamur uygulamasında ise 4,20-30,45 mg/kg arasında değiştiğini bildirmiştir. Yaprak bakır kalıntı miktarı bakımından, en yüksek kalıntı değeri şebeke suyu ile sulanan örneklerde 5 mg/kg ile Atik F<sub>1</sub> çeşidinde gözlemlenmiştir bunu şebeke suyu ile sulanan Artist F<sub>1</sub> (3,91 mg/kg) çeşidi takip etmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuştur. Chaoua ve ark. (2018), farklı bitki türlerine uygulanan atık suyun yaprakta Cu birikiminin baklada 5,82 mg/kg, gernikte 4,97 mg/kg, beyaz yulafta 6,86 mg/kg, ısırgan otunda 16,02 mg/kg, sınırlı otta 4,50 mg/kg, yoncada 6,57 mg/kg, buğdayda 2,37 mg/kg, ebe gümecinde 7,08 mg/kg olduğunu bildirmişlerdir. İspanakta atık su uygulamalarını yapraklarda biriktirdiği bakır kalıntı miktarları üzerine yaptıkları çalışmada, bakır kalıntı miktarının 12-22,67 mg/kg arasında değiştiğini bildirmişlerdir Oteef ve ark.(2015), Rattan ve ark. (2005), Salaskar ve ark. (2011), Arora ve ark. (2008). Anwar ve ark. (2016), farklı miktarda kirliliğe sahip suların nane, kişniş ve çemen otu yapraklarında biriktirdiği Cu miktarının; en fazla kişniş %100 atık su uygulamasında gözlemlendiğini ve her üç çeşitte de en fazla kalıntının %100 atık su uygulamasında olduğunu bildirmişlerdir. Özyazıcı ve ark.(2006), Çarşamba ve Bafra'da yetiştiriciliği yapılan hıyarlarda yaprak bakır birikiminin Çarşamba'da 6.7-176.0 ppm Bafra'da ise 11.5-70.0 ppm arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Kızıloğlu ve ark. (2008), üç farklı atık su ve şebeke suyu uygulamasının karnabahar ve kırmızı lahananın Cu kalıntı miktarını suyun kirlilik derecesi arttıkça arttırdığını bildirmişlerdir. Bunzi ve ark. (2001), arıtma çamuru ilave edilmiş topraklarda yetiştirdikleri marul bitkisinin Cu, içeriğinin kontrole göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Ekleme (2018), Çanakkale evsel atıksu arıtma çamurunun çim bitkisinin bitki besin elementi ve ağır metal içeriği üzerine etkisini araştırdığı çalışmada biçim sayısı ve uygulama dozuna bağlı olarak değişimler gözlemlenmiş, en yüksek kalıntı miktarı çift maximum doz uygulanıp ikinci biçimi yapılan, en az kalıntı ise ikinci biçimi yapılan kontrol bitkilerinde gözlemlenmiştir. Ekşi (2007), kuru ve yaş atık çamur uygulamalarının pancar (*Beta vulgaris* L.) yapraklarındaki bakır birikiminin; kuru atık çamur uygulamasında 3,95-14,65 mg/kg, yaş çamur uygulamasında ise 3,95-14,15 mg/kg arasında değiştiğini bildirmiştir.



Meyvelerde Şebeke suyu ile sulanan örneklerde nikel kalıntısına rastlanmamıştır, arıtılmış atık su ve atık su ile sulanan örneklerde sadece Artist F<sub>1</sub> eŐidinde rastlanmıŐ 1,37 mg/kg ve 1,14 mg/kg olarak belirlenmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuş ve en yüksek kalıntı değeri arıtılmış atık su ile sulanan Artist F<sub>1</sub> eŐidinden alınmıştır. Petousi ve ark. (2019), farklı atık su uygulamalarının üzüm meyvelerindeki bakır kalıntı miktarını atık su uygulamasına doğru gittikçe arttığını saptamışlardır. Njuguna ve ark. (2019), Kenya’da kişniş bitkileriyle yaptıkları çalışmalarında atık su uygulanan ve pazarlardan toplanan sebzelerin yenilebilir kısımlarının barındırdığı ağır metal miktarlarını karşılaştırmışlardır. Yapılan analizler sonucunda tüm örneklerde Cu kalıntısının bölgelere göre ayrı ayrı bakıldığında pazarlardan toplanan ürünlerde daha fazla olduğunu saptamışlardır. Cherfi ve ark. (2015), pazarlardan toplanan ve arıtılmış atık su uygulaması yapılarak yetiştirilen hıyar, domates ve patates meyvelerinde bakır kalıntı miktarlarının arıtılmış atık su uygulanan bitkilerde daha az gözlemlendiği sonucuna varmışlardır. Kim (2015) tarafından, Gyeonggi-do, Kore bölgesinde yapılan çalışmada atık su uygulamasıyla yetiştirilen sebzelerde (marul, hıyar, domates, turp, kabak ve Çin lahanası) bakır kalıntı miktarının 1,18-9,53mg/kg arasında değiştiğini en fazla kalıntının kabakta, en azının ise turp meyvelerinde gözlemlendiği aktarmıŐtır.

Farklı sulama kaynaklarının çeşitlerde kök, gövde ve meyve Cu birikimi üzerine etkileri Şekil 4.15’te verilmiştir.



**Şekil 4.15.**Farklı sulama kaynaklarının çeşitlerde kök, gövde ve meyve Cu birikimi üzerine etkileri (mg/kg)

#### 4.4.4 Kadmiyum (Cd) Miktarı

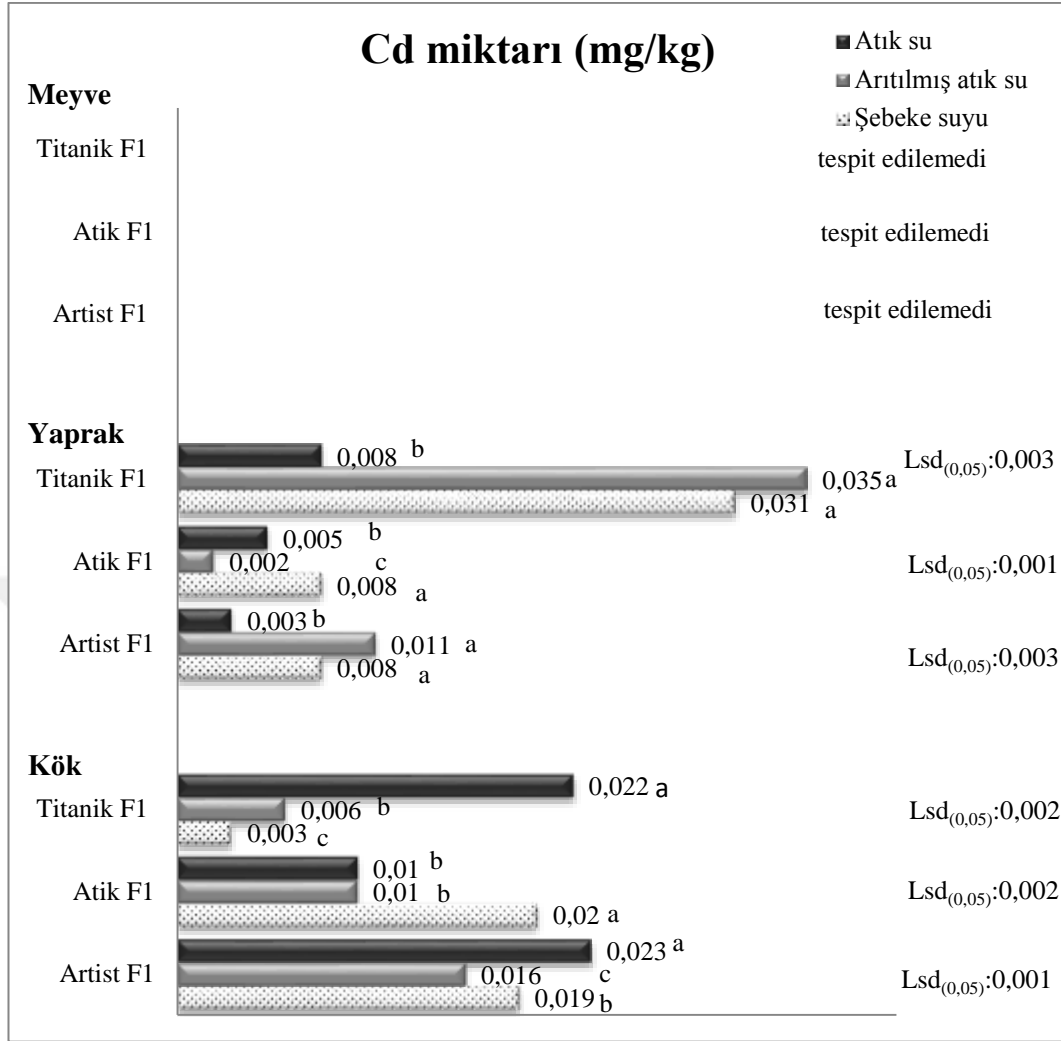
Kök kadmiyum kalıntı miktarı bakımından, en yüksek kalıntı değerleri Titanik F<sub>1</sub> ve Artist F<sub>1</sub> çeşitlerinde atık su ile sulanan örneklerde, Atık F<sub>1</sub> çeşidinde ise şebeke suyu ile sulanan örneklerde belirlenmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuş ve en yüksek kalıntı değeri atık su ile sulanan Artist F<sub>1</sub> çeşidinden alınmıştır. Chaoua ve ark. (2018), farklı bitki türlerine uygulanan atık suyun köklerdeki Cd birikiminin baklada 8,45 mg/kg, gernikte 13,11 mg/kg, beyaz yulafta 3,05 mg/kg, ısırgan otunda 11,13 mg/kg, sinirli otta 12,37 mg/kg, buğdayda 10,82 mg/kg, ebe gümecinde 6,09 mg/kg olduğunu bildirmişlerdir. Anwar ve ark. (2016), farklı miktarda kirliliğe sahip suların nane, kişniş ve çemen otu köklerinde biriktirdiği Cd miktarının; en fazla kişniş %100 atık su ve nane %50 atık su uygulamasında gözlendiğini bildirmişlerdir. Demir (2010), mısır bitkilerinde atırma

çamuru uygulama miktarı arttıkça kök bölgesinde biriken kadmiyum miktarının azaldığını saptamıştır. Keser (2013), tere ve roka yetiştiriciliğinde 20 gün süre ile atık su uygulamasından sonra köklerdeki kadmiyum miktarını kontrole göre terede 0,36 roka da ise 1,44 µg/g arttırdığını saptamıştır. Almaz (2017), arıtma çamuru uygulamalarının kumlu tın bünyeli toprağın ve mısırın ağır metal içeriği üzerine etkisini araştırdığı çalışmada bitkilerin kadmiyum (Cd) miktarlarının 0,31–0,43 mg/kg arasında değişim gösterdiğini saptamıştır. Ekşi(2007), kuru ve yaş atık çamur uygulamalarının pancar (*Beta vulgaris* L.) kök bölgesi kadmiyum birikiminin; kuru atık çamur uygulamasında 0,40-1,14 mg/kg, yaş çamur uygulamasında ise 0,40-1,20 mg/kg arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmamızda elde edilen kök kadmiyum kalıntı miktarı yapılan çalışmalardan daha düşük değerlere sahiptir.

Yaprak kadmiyum kalıntı miktarı bakımından, arıtılmış atık su ile sulanan Titanik F<sub>1</sub> çeşidi 0,035 mg/kg ile diğer uygulamalara göre en yüksek kalıntı miktarına sahiptir. Demir (2010), mısır bitkilerinde arıtma çamuru uygulama miktarı ile gövdesinde biriken kadmiyum miktarının paralel olduğunu saptamıştır. Akoto ve ark. (2015), marulda farklı lokasyonlarda yürütülen arıtılmamış atık su uygulamasının Cd birikim miktarının 0,02-0,07 mg/kg arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Keser (2013), tere ve roka yetiştiriciliğinde 20 gün süre ile atık su uygulamasından sonra yapraklarındaki kadmiyum miktarını kontrole göre terede 0,53 roka da ise 1,13 µg/g arttırdığını saptamıştır. Kızıloğlu ve ark. (2008), üç farklı atık su ve şebeke suyu uygulamasının karnabahar ve kırmızı lahananın Cd kalıntı miktarını suyun kirlilik derecesi arttıkça arttırdığını bildirmişlerdir. Ekşi(2007), kuru ve yaş atık çamur uygulamalarının pancar (*Beta vulgaris* L.) yapraklarında kadmiyum birikiminin; kuru atık çamur uygulamasında 0,39-0,43 mg/kg, yaş çamur uygulamasında ise 0,30-0,69 mg/kg arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmada elde edilen yaprak kadmiyum kalıntı miktarı yapılan çalışmalardan daha düşük değerlere sahiptir.

Uygulama meyvelerinde kadmiyum kalıntısına rastlanmamıştır. Abou ve ark. (2017), farklı bitki türlerinde kuyu suyu ve atık suyun yetiştiricilikte etkilerinin araştırıldığı çalışmada kolza, buğday, arpa, keten ve marulda atık su ile sulamanın bitki tohumlarındaki Cd miktarını arttırdığı saptanmıştır. Meng ve ark. (2016), uzun süreli

atık su uygulamasının farklı kısımları tüketilen bitkilerde etkilerinin araştırıldığı çalışmalarında Cd kalıntı miktarının yaprakları tüketilen lahanada meyveleri tüketilen soya fasulyesi ve domateste, yumruları tüketilen patateste kabul edilebilir Pb miktarından fazla biriktiğini saptamışlardır. Demirtaş ve ark. (2016), domates yetiştiriciliğinde kentsel katı atık kompost kullanımının verim kalite ve ağır metal kirliliği üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalarında artan atık kompost miktarına paralel olarak kadmiyum miktarının da arttığı gözlemlenmiştir. Kim (2015), Gyeonggi-do, Kore bölgesinde atık su uygulamasıyla yetiştirilen sebzelerde (marul, hıyar, domates, turp, kabak ve çin lahanası) kadmiyum kalıntısına sadece marul bitkisinde 0,02 mg/kg olarak gözlemlendiği diğer sebzelerde kadmiyum kalıntısına rastlanmadığı aktarılmıştır. Ekşi (2007), kuru ve yaş atık çamur uygulamalarının pancar (*Beta vulgaris* L.) yumrularındaki kadmiyum birikiminin; kuru atık çamur uygulamasında 0,38-0,42 mg/kg, yaş çamur uygulamasında ise 0,38-0,56 mg/kg arasında değiştiğini bildirmiştir. Farklı sulama kaynaklarının çeşitlerde kök, gövde ve meyve Cd birikimi üzerine etkileri Şekil 4.16'da verilmiştir.



**Şekil 4.16.**Farklı sulama kaynaklarının çeşitlerde kök, gövde ve meyve Cd birikimi üzerine etkileri (mg/kg)

#### 4.4.5Kurşun (Pb) Miktarı

Kök kurşun kalıntı miktarı bakımından, en yüksek kalıntı değeri şebeke suyu ile sulanan Titanik F<sub>1</sub> çeşidinde 0,448 mg/kg olarak belirlenmiş ve diğer çeşit ve uygulamalara göre daha fazla kalıntıya rastlanmıştır. Chaoua ve ark. (2018), farklı bitki türlerine uygulanan atık suyun köklerdeki Pb birikiminin baklada 45,73 mg/kg, gernikte 56,445 mg/kg, beyaz yulafta 47,9 mg/kg, ısırgan otunda 83,09 mg/kg, sinirli otta 75,365 mg/kg, yoncada 49,925 mg/kg, buğdayda 38,075 mg/kg, ebe gümecinde 38,17mg/kg olduğunu bildirmişlerdir. Anwar ve ark. (2016), farklı miktarda kirliliğe sahip suların nane, kişniş ve çemen otu köklerinde biriktirdiği Pb miktarının; en fazla nane %100 atık su uygulamasında gözlendiğini ve her üç çeşitte de en fazla kalıntının %100 atık su

uygulamasında olduğunu saptamışlardır. Sharma ve Dubey (2005), kurşunun hücre turgorunu, hücre duvarı stabilitesini ve bitki içindeki stoma hareketlerini olumsuz yönde etkilediğini; bu nedenle, bitkideki su dengesini dengesizleştirdiğini kök gelişimini azalttığını bildirmiştir. Demir (2010), mısır bitkilerinde arıtma çamuru uygulama miktarı arttıkça kök bölgesinde biriken kurşun miktarının azaldığını saptamıştır. Almaz (2017), arıtma çamuru uygulamalarının kumlu tın bünyeli toprağın ve mısırın ağır metal içeriği üzerine etkisini araştırdığı çalışmada bitkilerin kurşun (Pb) miktarlarının 0,015–0,730 mg/kg arasında değişim gösterdiğini arıtma çamuru uygulama miktarı arttıkça kurşun kalıntı değerinin de arttığını gözlemlemiştir. Keser (2013), tere ve roka yetiştiriciliğinde 20 gün süre ile atık su uygulamasından sonra köklerdeki kurşun miktarını kontrole göre tere de 7,41 roka da ise 9,20 µg/g arttırdığını saptamıştır. Kafadar (2010), yürüttüğü ve iki yıl tekrar edilmiş olan çalışmada, atık su uygulanan bitkilerin kök kısımlarındaki Pb konsantrasyonlarının, kontrol bölgesindeki bitkilere göre değişimi domateste (1. yıl % 46, 2. yıl % 56), biberde (1. yıl % 47, 2. yıl % 95), patlıcanda (1. yıl % 40, 2. yıl % 42) ve mısırdaki (1. yıl % 73, 2. yıl %153) olarak tespit edilmiştir. Bitki türlerindeki 1. ve 2. yılda biriken Pb miktarları karşılaştırıldığında; bu birikimin domates ve patlıcan türleri için önemli olmadığı görülmektedir. Bunun yanı sıra mısır bitkisinin köklerinde her iki yılda biriken Pb miktarının diğer bitki türlerine göre önemli düzeyde fazla olduğu belirlenmiştir.

Yaprak kurşun kalıntı miktarı bakımından, uygulamalar üç çeşitte de farklı etki göstermiş ancak en yüksek kalıntı miktarı şebeke suyu ile sulanan örneklerde 1,01 mg/kg ile Artist F<sub>1</sub> çeşidinde gözlemlenmiştir. Chaoua ve ark. (2018), farklı bitki türlerine uygulanan atık suyun yapraktaki Pb birikiminin baklada 18,35 mg/kg, gernikte 44,26 mg/kg, beyaz yulafta 52,885 mg/kg, ısırgan otunda 32,555, sinirli otta 37,965 mg/kg, yoncada 24,67 mg/kg, buğdayda 35,88, ebe gümecinde 39,98 mg/kg olduğunu bildirmişlerdir. Anwar ve ark. (2016), farklı miktarda kirliliğe sahip suların nane, kişniş ve çemen otu yapraklarında biriktirdiği Pb miktarının; en fazla çemen otu %100 atık su uygulamasında gözlemlendiğini ve her üç çeşitte de en fazla kalıntının %100 atık su uygulamasında olduğunu bildirmişlerdir. Atık suların süs lahanası yapraklarında 0,23-37,45 mg/kg arasında Pb kalıntısı bırakabildiğini bildirmişlerdir. Karanja ve ark. (2010), Zhuang ve ark.(2008). Demir (2010), mısır bitkilerinde arıtma çamuru uygulama

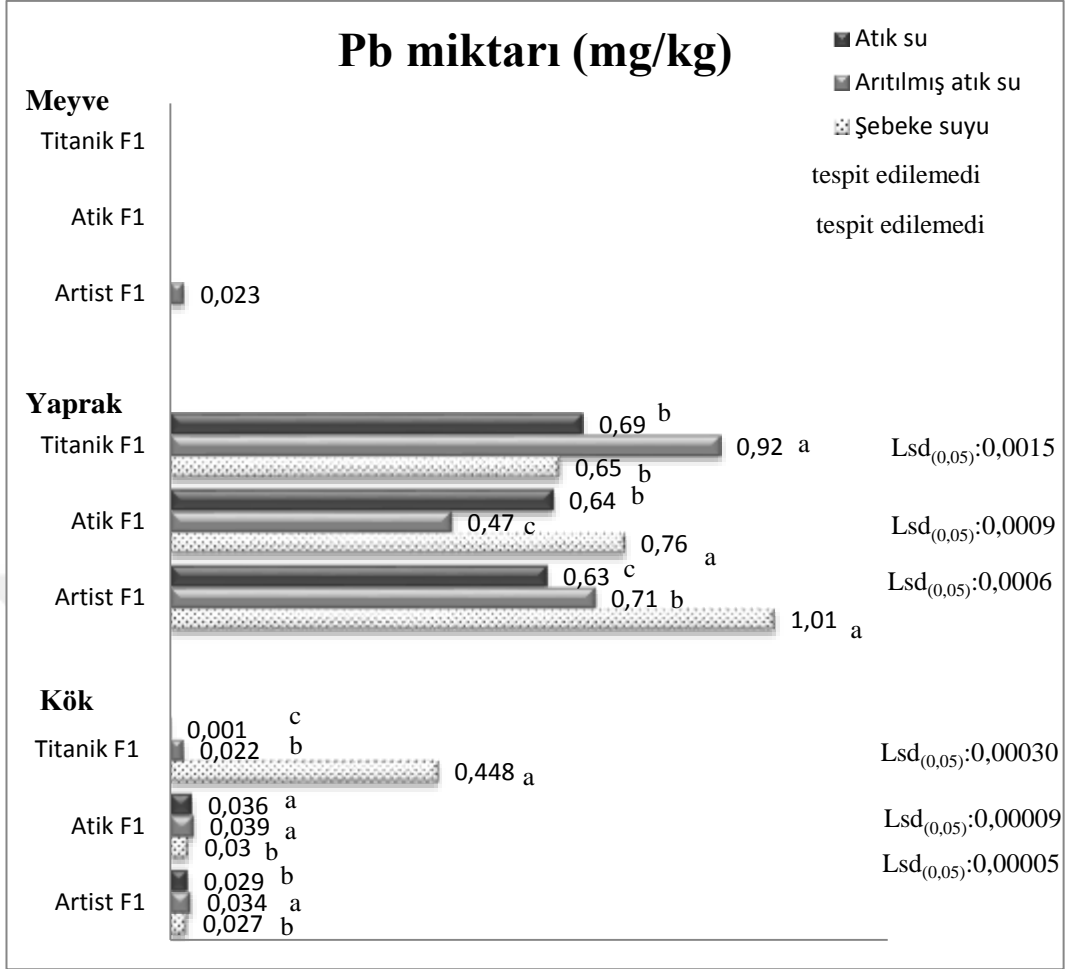
miktarı ile gövdesinde biriken kurşun miktarının paralel olduğunu saptamıştır. Mensah ve ark. (2008) Gana'da kirli sular üzerine yaptığı çalışmada marul bitkilerinde kurşun ağır metallerinin toprak ve yaprakta birikimlerini belirlemiş olup kurşun miktarı marulda 1,41-21,90 mg/kg arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Ekleme (2018), Çanakkale evsel atıksu arıtma çamurunun çim bitkisinin bitki besin elementi ve ağır metal içeriği üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada biçim sayısı ve uygulama dozuna bağlı olarak değişimler gözlemlenmiş, biçim sayısı arttıkça doz miktarı artmasa da kurşun kalıntı miktarının arttığı tespit edilmiştir. Keser (2013), tere ve roka yetiştiriciliğinde 20 gün süre ile atık su uygulamasından sonra yapraklardaki kurşun miktarını kontrole göre terede 2,94 roka da ise 1,26 µg/g arttırdığını saptamıştır. Kafadar(2010), atık su uygulaması yapılan ve iki yıl tekrar eden çalışmada bitkilerin yaprak kısımlarındaki Pb konsantrasyonlarının, kontrol bölgesindeki bitkilere göre değişimi domateste (1. yıl % 26, 2. yıl % 56), biberde (1. yıl % 36, 1. yıl % 50), patlıcanda (1. yıl % 42, 5. yıl % 44), mısırdada (1. yıl %31, 2. yıl %43) olarak değişiklik gösterdiği bildirmiştir. Kızıloğlu ve ark. (2008), üç farklı atık su ve şebeke suyu uygulamasının karnabahar ve kırmızı lahananın Pb kalıntı miktarını suyun kirlilik derecesi arttıkça arttırdığını saptamıştır.

Uygulama meyvelerinde kurşun kalıntısı sadece Artist F<sub>1</sub> çeşidinde arıtılmış atık su uygulamasında tespit edilmiş ve kalıntı miktarı 0,023 mg/kg olarak belirlenmiştir. Njuguna ve ark. (2019), Kenya'da ıspanak ve kişniş bitkileriyle yaptıkları çalışmalarında atık su uygulanan ve pazarlardan toplanan sebzelerin yenilebilir kısımlarının barındırdığı ağır metal miktarlarını karşılaştırmışlardır. Yapılan analizler sonucunda tüm örneklerde Pb kalıntısına rastlanmamıştır. Chaoua ve ark. (2018), bakla bitkilerine uygulanan atık suyun bakla meyvelerinde Pb birikiminin 36,925 mg/kg olduğunu bildirmişlerdir. Meng ve ark. (2016), uzun süreli atık su uygulamasının farklı kısımları tüketilen bitkilerde etkilerinin araştırıldığı çalışmalarında Pb kalıntı miktarının yaprakları tüketilen lahanada ve ıspanak dışındaki uygulanan tüm sebzelerde (soya fasulyesi, domates, patates, patlıcan, kabak, su kabağı) kabul edilebilir Pb miktarından fazla biriktiğini saptamışlardır. Abou ve ark. (2017), farklı bitki türlerinde kuyu suyu ve atık suyun yetiştiricilikte etkilerinin araştırıldığı çalışmada kolza, buğday, arpa, keten ve marulda atık su ile sulamanın bitki tohumlarındaki Pb miktarını arttırdığını saptanmıştır.

Tüzen (2003), Tokat yöresinde yürütülen farklı bitki türlerinde Pb miktarlarının belirlenmesinin amaçlandığı çalışmada, mantarlarda 1,43–4,17 µg/kg arasında, domateste 32 µg/kg, biberde 40 µg/kg ve mısırdaki 57 µg/kg kurşun bulunduğunu saptamıştır. Cherfi ve ark. (2015), pazarlardan toplanan ve arıtılmış atık su uygulaması yapılarak yetiştirilen hıyar, domates ve patates meyvelerinde kurşun kalıntı miktarlarının arıtılmış atık su uygulanan bitkilerde daha az gözlemlendiği sonucuna varmışlardır. Demirtaş ve ark. (2016), domates yetiştiriciliğinde kentsel katı atık kompost kullanımının verim kalite ve ağır metal kirliliği üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada artan atık kompost miktarına paralel olarak kurşun miktarının 6 ton uygulamaya kadar gözlemlenmeyip sekiz ve on tonluk uygulamalarda 0.03-0.6 mg/kg arasında gözlemlendiği tespit edilmiştir. Kafadar (2010), birçok sebze farklı atık sularla sulamanın bitkilerdeki etkisini gözlemlendiği çalışmada, bitkilerin yapraklarında kurşun tespit etmesine rağmen, bitkilerin yenilebilir kısımlarında kurşun birikimine rastlamamıştır. Çalışmamızda da benzer sonuçlar alınmış ve Artist çeşidi arıtılmış atık su uygulamasında gözlemlenen kalıntı miktarı Türk Gıda Kodeksinde verilen değerin altında bulunmuştur.

Farklı sulama kaynaklarının çeşitlerde kök, gövde ve meyve Pb birikimi üzerine etkileri Şekil 4.17’de verilmiştir.





**Şekil 4.17.**Farklı sulama kaynaklarının çeşitlerde kök, gövde ve meyve Pb birikimi üzerine etkileri (mg/kg)

**Çizelge 4.8.** Meyvelerde bulunmasına izin verilen ağır metal sınır değerlerinin çalışmada bulunan değerlerle karşılaştırılması

Ağır metaller	Çeşitler	Uygulamalar	Meyveler (mg/kg)	Türk Gıda Kodeksi (mg/kg)	Dünya Sağlık Örgütü (mg/kg)	Avrupa Komisyonu (mg/kg)
Pb	Artist F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	-	0,10	0,3	0,3
		Aritılmış atık su	0,023			
		Atık su	-			
	Atik F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	-			
		Aritılmış atık su	-			
		Atık su	-			
	Titanik F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	-			
		Aritılmış atık su	-			
		Atık su	-			
Cd	Artist F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	-	0,05	0,2	0,1
		Aritılmış atık su	-			
		Atık su	-			
	Atik F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	-			
		Aritılmış atık su	-			
		Atık su	-			
	Titanik F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	-			
		Aritılmış atık su	-			
		Atık su	-			
Ni	Artist F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	0,05	0,2	-	-
		Aritılmış atık su	0,95			
		Atık su	0,21			
	Atik F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	0,05			
		Aritılmış atık su	0,11			
		Atık su	0,26			
	Titanik F <sub>1</sub>	Şebeke suyu	0,01			
		Aritılmış atık su	0,11			
		Atık su	0,08			

## 5. SONUÇ

Büyük şehirler, son yıllarda endüstrinin giderek gelişmesi ve farklı iş kollarının zenginleşmesine paralel olarak yoğun göç almaya başlamıştır. Bunun sonucunda nüfus artmış, plansız ve çarpık yerleşmeler yapılmıştır. Sanayi ve evsel atık miktarının artmasına bağlı olarak çevreye bırakılan atık miktarı çoğalmış mevcut su varlığında da kirlenmelere neden olmuştur.

Dünyada ve ülkemizde giderek azalan temiz su kaynağı varlığının korunması ve sahip olunan su kaynaklarından en iyi şekilde yararlanılması için; son yıllarda tarımda evsel atık suların arıtma tesislerinde arıtıldıktan sonra kullanılması gündeme gelmiş ve arıtılmış suların tarımda kullanılmasıyla sulama sorunlarının azalmasına katkı sağlayabileceği düşünülmüştür. Bunun sonucunda da ürün çeşitliliğinin artacağı, üretimde devamlılık sağlanacağı ve elde edilen ürün miktarında artışların yaşanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada kullanılan turşuluk hıyar; yetiştiriciliği süresince sulamaya en fazla ihtiyaç duyan sebze türleri içerisinde yer almaktadır. Turşuluk hıyar yetiştiriciliğinde sulama, meyve kalitesini direk etkilemekte ve sulamanın yetersiz geldiği bitkilerde acılaşıma, şekil bozukluğu gibi sorunlar görülmektedir.

Ayrıca dünyada ve ülkemizde turşu çeşitleri içinde en fazla tercih edilen sebzelerden biri olan turşuluk hıyarda atık sular ile yapılan sulamalar sonucunda meydana gelen olumlu sonuçların işleme sanayisine de olumlu yansıtacağı düşünülmektedir.

Turşu üretiminde çok yeni olan sanayimizin son yıllarda pazarlarına girdiği Rusya, Ukrayna, Belarus, Balkan ülkeleri ve Türk Cumhuriyetlerinde tüketimi artan turşuluk hıyar ihracatıyla, şimdiden ülke ekonomisinde 5-6 milyon dolar düzeyinde artış yaşanmış ve ihracatının da giderek artacağı öngörülmüştür (Anonim 2017a). Bu amaçla çalışma materyali olarak turşuluk hıyar seçilmiş, yetiştirilmesinde farklı sulama alternatiflerinin kullanılabilirliği araştırılmış ve sulama kaynağı olarak kentsel atık sular kullanılmıştır.

Su uygulamalarından elde edilen analiz sonuçlarına göre atık su ve arıtılmış atık su uygulamalarının meyve verimini olumlu yönde etkilediği gözlenmiştir. Atık su uygulamasının şebeke suyu (kontrol) uygulamasına göre verim değerini Atık F<sub>1</sub> ve Titanik F<sub>1</sub> çeşitlerinde; arıtılmış atık su uygulamasının ise Artist F<sub>1</sub> çeşidinde şebeke suyu uygulamasına göre verimi önemli düzeyde arttırdığı belirlenmiştir. Sonuçlar, verim açısından atık su uygulamasının diğer uygulamalara göre öncelikli tercih edilebileceğini ve şebeke suyu uygulanan bitkilere göre en fazla artışın% 81,23 ile Titanik F<sub>1</sub> çeşidinde saptandığını göstermektedir.

Turşuluk hıyarın önemli kalite kriterlerinden olan meyve kabuk rengi değerlerinin uygulamalara ve çeşitlere bağlı olarak değiştiği gözlenmiştir. En yüksek L değeri Artist F<sub>1</sub> çeşidinde atık su uygulamasında, a değeri Titanik F<sub>1</sub> çeşidinde şebeke suyu uygulamasında ve b değeri Artist F<sub>1</sub> çeşidinde arıtılmış atık su uygulamasında saptanmıştır.

Turşuluk hıyar yetiştiriciliğinde sanayiye yönelik kriterlerden olan baş-şekil indeksi, en yüksek şebeke suyu uygulanan Atık F<sub>1</sub> çeşidinden en düşük ise arıtılmış atık su uygulanan Atık F<sub>1</sub> çeşidinden elde edilmiştir.

Genel olarak bitkide ağır metal miktarları incelendiğinde, kullanılan su çeşidine bağlı olarak bitki aksamalarına geçen ağır metallerin sudaki yoğunluklarıyla paralellik gösterdiği ve bitki yaprak kısımlarında biriktiği, meyvelere ağır metal taşınımı olmadığı veya çok az olduğu saptanmıştır.

Çalışmada elde edilen bulgulara dayanarak atık su ve arıtılmış atık su uygulamalarının bitkinin hem fiziksel hem de biyolojik özelliklerinde değişiklikler meydana getirdiği saptanmıştır. Bursa Batı Atık Su Arıtma tesisinde yürütülen bu çalışmada atık su ve arıtılmış atık su uygulamalarının özellikle bitki gelişimi ve verim üzerine pozitif yönde etkiler sağladığı görülmüştür. Meyvelerde tespit edilen ağır metal kalıntı miktarları Türk Gıda Kodeksinin verdiği sınır değerlerini aşmamaktadır. Sadece nikel sonuçları yüksek bulunmuştur. Meyvelerde kadmiyuma hiç rastlanmamıştır. Dolayısıyla atık su ve arıtılmış atık su uygulanan turşuluk hıyar bitkilerinin meyvelerinin taze veya işlenerek

tüketilmesinin ağır metal kalıntı miktarı bakımından bir sakıncasının olmayacağı düşünülmektedir. Ayrıca suyun menşesine bağlı olarak; arıtma tesisinin performansı ve suyun içeriğinin de çıkış suyu özelliklerini etkileyebilmektedir.

Çalışma sonucunda, temiz su kaynaklarının giderek azaldığı günümüzde sulama suyu gereksinimini karşılamak amacıyla Dünya'da ve ülkemizde turşu yapımında kullanımı en fazla olan turşuluk hıyarın, bitki verimini arttırdığı tespit edilen atık su ve arıtılmış atık su uygulamalarının bitki sulamasında kontrollü bir şekilde kullanılabileceği öngörülmüştür. Bununla birlikte kullanılan çeşitler açısından verilen tepkilerin farklı olduğu ve atık su uygulaması yapılacak olan yerlerde uygun çeşit seçiminin gerekliliği de önemlidir. Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde bitkilerin fizyolojik tepkilerini belirlemek ve tarımda atık suların kullanılabilirliğinin devamlılığı açısından çalışmamızın önemli bir basamak oluşturacağı kanısındayız.

## KAYNAKLAR

- Abou, S. M. A., Abuo, E. N., El-Zanaty, A. E. A., Yassen Abdel, A.A.A. 2017.** Assessment of waste water quality for use in crop production: case studies of Al Gabal Al Asfar Waste water Treatment Plant (WWTP). *Bioscience Research*, 14(3): 582-591.
- Akıncı, İ. E., Çalışkan, Ü. 2010.** Kurşunun bazı yazlık sebzelerde tohum çimlenmesi ve tolerans düzeyleri üzerine etkisi. Araştırma Notu, *Ekoloji* 19(74): 164-172.
- Akib, 2017.** Akdeniz İhracatçı Birlikleri <http://www.akib.org.tr/tr/bilgi-merkezi-rapor-ve-istatistikler.html>. (Erişim tarihi 17.04.2018).
- Akoto, O., Addo, D., Agyapong, E. A., Apau, J., Fei-Baffoe, B. 2015.** Heavy metal accumulation in untreated wastewater-irrigated soil and lettuce (*Lactuca sativa*). *Environ Earth Sci*, 74:6193–6198.
- Aktan, N., Kalkan, H. ve Yücel, U. 1999.** Turşu teknolojisi. E.Ü. Ege Meslek Yüksek Okulu Yayınları No:23, Bornova-İzmir, 138s.
- Almaz, C. 2017.** Arıtma çamuru uygulamalarının kumlu tın bünyeli toprağın ve mısırın ağır metal içeriği üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Bornova/İzmir.
- Angın, İ. ve Yağanoğlu, A.V. 2012.** Effects of sewage sludge application on yield, yield parameters and heavy metal content of barley grown under arid climatic conditions. *International Journal of Agriculture & Biology*, 11: 811–815.
- Anonim, 2011a.** Ekolojik çevre. [resmigazete.gov.tr](http://resmigazete.gov.tr) (Erişim tarihi 22.02.2018)
- Anonim, 2011b.** Millî Eğitim Bakanlığı Ortaöğretim Projesi Laboratuvar Hizmetleri Toprakta Ağır Metal Analizleri. (Erişim tarihi 17.06.2018)
- Anonim, 2015.** Gidalarda refraktif indeks ve renktayini. <http://docplayer.biz.tr/14264282html> (Erişim tarihi: 14.07.2016).
- Anonim, 2017a.** Turşuluk hıyar ihracatı. <http://www.hurriyet.com.tr> (Erişim tarihi 09.12.2017)
- Anonim, 2017b.** Çeşitler. <http://www.metgen.com.tr> (Erişim tarihi 16.05.2017)
- Anonim, 2017c.** Çeşitler. <http://www.yukseltohum.com/> (Erişim tarihi 16.05.2017)
- Anonim, 2018a.** Ankara atık su arıtma tesisi. <http://www.aski.gov.tr> (Erişim tarihi 11.04.2018)
- Anonim, 2018b.** Bursa batı atık su arıtma tesisi. <http://www.buski.gov.tr> (Erişim tarihi 13.05.2018)
- Antolian, M.C., Pascual, I., Garcia, C., Polo, A. and Sa'nchez-Diaz, M. 2005.** Growth, yield and solute content of barley in soils treated with sewage sludge under semiarid Mediterranean conditions. *Field Crops Research*, 94: 224-237.
- Anwar S., Nawaz M. F., Gul S., Rizwan M., Ali S., Kareem A. 2016.** Uptake and distribution of minerals and heavy metals in commonly grown leafy vegetable species irrigated with sewage water. *Environ Monit Assess*, 188: 541.
- Arslan, A., Gürel, M., Eremektar, G., Övez, S., Tanık, A. ve Orhon, D. 2005.** Türkiye'de sürdürülebilir atıksu yönetimi: mevcut durum, karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri. Arıtılmış Eysel Atıksuların Tarımsal Sulamada Kullanılması Çalıştayı. MEDAWARE Projesi, ODTÜ, Ankara.
- Arora, M., Kiran, B., Rani, S., Rani, A., Kaur, B., Mittal, N. 2008.** Heavy metal accumulation in vegetables irrigated with water from different sources. *Food Chem.*, 111: 811–815.
- Aşık, B. B., Katkat, A. V. 2005.** Gıda sanayi arıtma tesisi atık suyu'nun sulama suyu olarak kullanım olanağı. *Uludağ Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 19(2): 23-31.

- Aybak, H.Ç. Kaygısız, H. 2004.**Hıyar Yetiştiriciliği. Hasad Yayıncılık. 184s.
- Beyaert, R.P., Roy R.C. and Ball Coelho B.R.2007.** Irrigation and fertilizer mangement effect on processing cucumber productivity and water use efficiency, *Canadian Journal of Plant Science*, 87: 355-363.
- Bozkurt, M. A., Đ. Erdal, K. M. Çimrin, S. Karaca, M. Sağlam. 2000.**Kentsel arıtma çamuru ve humik asit uygulamalarının mısır bitkisinin besin elementi içeriği ve ağır metal kapsamına etkisi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 6(4): 35-43
- Bunzi, K.,Trautmannsheimer,M., Schramel,P., Reifenhauer, W. 2001.**Availabilty of arsenic, copper, lead, thallium and zinc to various vegetables grown in slag-contaminated soils. *J. Environ Qual.*, 30:934-939.
- Chary, N.S., Kamala, C.T., Suman, D.S. 2008.** Assessing risk of heavy metals from consuming food grown on sewage irrigated soils and food chain transfer. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*,69: 513–524.
- Chaoua, S., Boussaa S., Gharmali, A. E., Boumezzough, A. 2018.** Impact of irrigation with wastewater on accumulation of heavy metals in soil and crops in the region of Marrakech in Morocco.*Journal of the Saudi of Agricultural Sciences*,Online.
- Cherfi A., Achour M., Cherfi M., Otmani S., Morsli A. 2015.**Health risk assessment of heavy metals through consumption of vegetables irrigated with reclaimed urban wastewater in algeria. *Process Safety and Environmental Protection*, 98: 245–252.
- Çakır, R., Gıdırışlıoğlu, A., Tok, H.H., Avşar, F., Ekıncı, H., Yüksel, O. 1997.** Kirli nehir sularının entisol ordosuna ait toprağın bazı özelliklerine ve ayçiçeği bitkisinin gelişimine etkileri. *Trakya Toprak ve Mühendisliği Dergisi*, 332:31-37.
- Çay, Ş. 2013.**Konya kentsel atık sularının tarımsal sulamada kullanılması ve mısır bitkisi yetiştiriciliğine etkileri.*Doktora Tezi*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,Tarımsal Yapılar Ve Sulama Anabilim Dalı, Adana.
- Çetinsoy, M.F. 2014.**Açıkta hıyar yetiştiriciliğinde yaprakattan uygulanan selenyum ve silisyumun etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*,Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Çukadar, K., Güngör, F. 1999.**Erzincan koşullarında ikinci ürün olarak sonbahar yetiştiriciliğine uygun turşuluk hıyar ve marul çeşitlerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. Tarım Ve Köy İşleri BakanlığıTarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Dede, Ö.H., Özdemir, S., Dede, G. 2009.** Fındık zürufu ve arıtma çamurlarının tek yıllık süs bitkisi yetiştiriciliğinde kullanılması. *II. Ulusal Arıtma Çamurları Sempozyumu*, 04-06 Kasım, İzmir.
- Demir, E. 2010.**Arıtma çamuru ve humik asit uygulamalarının mısırın verim, besin elementi ve ağır metal içeriğine etkisi.*Yüksek Lisans Tezi*, Yüzüncüyıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Demirtaş, E.I.,Arı, N., Özkan, C. F., Asri, F. Ö. 2016.** Domates yetiştiriciliğinde kentsel katı atık kompost kullanımının verim kalite ve ağır metal kirliliği üzerine etkileri. *Derim*, 33(1):144 - 158.
- Derici, R., Evliya, H., Ağca, N., Özkutlu, F., Eker, S., Öztürk, L. 2002.**Çukurovabölgesinde toprak ve bitkilerde kadmiyum konsantrasyonunun araştırılması ve bitkilerde kadmiyum birikimini etkileyen faktörlerin toprak analizleri ve sera denemeleri ve incelemesi. *Tübitak Togat Tarp.*,Proje No: 2382: 1-87.

- Dikmen, Ç., Saraçoğlu, E., Durucan, Z., Durak, S., Sarıoğlu, K. 2011.** Türkiye çevre durum raporu, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ÇED İzin Denetim Genel Müdürlüğü, Çevre Envanteri ve Bilgi Yönetimi Dairesi Başkanlığı, Ankara, s.356.
- Ekleme, Y. 2018.** Çanakkaleevsel atıksu arıtma çamurunun çim bitkisinin bitki besin elementi ve ağır metal içeriği üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Ekşi, 2007.** Atıksu arıtma tesislerinden elde edilen çamurlar kullanılarak yetiştirilen *Triticumaestivum* L. ve *Beta vulgaris* L.'te ağır metal taşınımının incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Erciyes Üniversitesi, Biyoloji Ana Bilim Dalı, Kayseri.
- FAO, 2018.** Food and Agriculture Organization of the United Nations <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. (Erişim tarihi 25.08.2017)
- Feizi, M. 2001.** Effect of treated wastewater on accumulation of heavy metals in plants and soil. *International Workshop on Wastewater Reuse Management*, 137-146.
- Gezer, E. 2012.** İkinci ürün silajlık mısır üretiminde İski atıksu arıtma çamuru kullanımının toprak özellikleri, bitki gelişimi ve su kullanımına etkisi. *Doktora Tezi*, Namık Kemal Üniversitesi, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Ghosh, A. Kr., Bhatt, M. A., Agrawal, H. P. 2012.** Effect of long-term application of treated sewage water on heavy metal accumulation in vegetables grown in Northern India. *Environ Monit Assess*, 184:1025–1036.
- Gidirişlioğlu, A., Çakır, R. 1996.** Ergene nehri ve kollarının evsel ve endüstriyel atıklarla kirlenmesinin tespiti ve toprak üzerine etkileri. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Atatürk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Kırklareli, 102: 70.
- Gözen, V. ve Yanmaz, R. 2004.** Hıyarda (*Cucumis sativus* L.) sonbahar sera yetiştiriciliğine uygun hibrit çeşit geliştirme çalışmaları, *VII. Sebze Tarımı Sempozyumu*, 26-29 Ağustos 2008, Yalova, Bahçe Bilimi, Yayın No.1:231-235.
- Gupta, N., Khan, D.K., Santra, S.C. 2012.** Heavy metal accumulation in vegetables grown in a long-term wastewater-irrigated agricultural land of tropical India. *Environ. Monit. Assess.*, 184: 6673–6682.
- Gür, N., Topdemir, A., Munzuroğlu Ö., ve Çobanoğlu D. 2004.** Ağır metal iyonlarının (Cu<sup>++</sup>, Pb<sup>++</sup>, Hg<sup>++</sup>, Cd<sup>++</sup>) *clivia* sp. bitkisi polenlerinin çimlenmesi ve tüp büyümesi üzerine etkileri. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(2):177–182.
- Güven, S.1998.** Turşu üretim tekniği. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı Yayın No:32. 1-88, Yalova.
- Howe, J.A., Loeppert, R.H., Derose, V.J. Hunter, D.B., Bertsch, P.M. 2003.** localization and speciation of chromium in subterranean clover using XRF, XANES, and EPR Spectroscopy, *Environ. Sci. Technol.*, 37: 4091-4097.
- İlhan, T. 2013.** Turşuluk hıyar üretiminde farklı uygulamaların verim ve kalite özelliklerine etkilerinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Bornova-İzmir.
- Kafadar, F. N. 2010.** Gaziantep ili ve çevresinde atık su ile sulanan bazı tarımsal alanlardan alınan bitki örneklerinde kadmiyum ve kurşun birikimi ile bu birikime bağlı olarak oluşan fizyolojik ve biyokimyasal değişimlerin incelenmesi. *Doktora Tezi*, Gaziantep Üniversitesi, Biyoloji Ana Bilim Dalı, Gaziantep.
- Kalbarczyk, R. 2010.** Unfavourable thermal condition of air at the turn of the 20th and 21st centuries reducing crop productivity of pickling cucumber (*Cucumis sativus* L.) in Poland, *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8 (4): 1163-1173.



- Karanja, N., Njenga, M., Prain, G., Kironchi, G., Githuku, C., Kinyari, P., Centre, U.H.P. 2010.** Assessment of environmental and public health hazards in wastewater used for urban agriculture in Nairobi, *Subtrop. Agroecosyst*, 12: 85–97.
- Keser, G. 2013.** Effects of irrigation with wastewater on the physiological properties and heavy metal content in *Lepidium sativum* L. and *Eruca sativa* (Mill.). *Environ Monit Assess*, 185:6209–6217.
- Kıran, Y., ve Sahin, A. 2005.**The effects of the lead on the seed germination, root growth, and root tip cell mitotic divisions of *Lens culinaris* medik. *G.U Journal of Science*, 18: 17-25.
- Kızıloglu, F.M., Turan, M., Sahin, U., Kuslu, Y. 2008.** Effects of untreated and treated wastewater irrigation on some chemical properties of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) and red cabbage (*Brassica oleracea* L. var. rubra) grown on calcareous soil in Turkey. *Agricultural Water Management*, 95: 716–724.
- Kim, H. K., Jang, T. I., Kim, S. M., Park, S. W. 2015.**Impact of domestic wastewater irrigation on heavy metal contamination in soil and vegetables. *Environ Earth Sci.*, 73: 2377–2383.
- Kodaş, R, Er, C. 2012.** Tahıllarda organik yetiştiricilik. Uludağ Üniversitesi, *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(1): 103-116, Bursa.
- Kurum, R. 2010.**Hıyar (*Cucumis Sativus* L.) yetiştiriciliğinde farklı anaç/çeşit kombinasyonlarının bitki gelişimi, verim ve bitki besin elementleri kapsamı üzerine etkilerinin araştırılması. *Doktora Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Isparta.
- Maleki, A., Gharibi, F., Alimohammadi, M., Daraei, H., Zandsalimi, Y. 2014.** Concentration levels of heavy metals in irrigation water and vegetables grown in peri-urban areas of Sanandaj, Iran. *J. Adv. Environ. Health Res.*, 1: 81–88.
- Manas, P., Castro, E., Heras, J. 2009.** Irrigation with treated wastewater: Effects on soil, lettuce (*Lactuca sativa* L.) crop and dynamics of microorganisms, *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 44(12): 1261-1273.
- Meng, W., Wang, Z., Hu, B., Wang, Z., Li, H., Goodman, R. C. 2016.** Heavy metals in soil and plants after long-term sewage irrigation at Tianjin China: a case study assessment. *Agricultural water management*, 171: 153-161.
- Mensah, E., Allen, H.E., Shoji, R., Odai, S.N., Baffour, K., Ofori, E., Mezler, D. 2008.**Cadmium (Cd) and lead (Pb) concentrations effects on yields of some vegetables due to uptake from irrigation water in Ghana. *International Journal of Agricultural Research*, 3(4): 243-251
- Monnet, F., Vaillant, N., Hitmi, A., Vernay, P., Coudret, A., & Sallanon, H. 2002.**Treatment of domestic wastewater using the nutrient film technique (NFT) to produce horticultural roses. *Water Research*, 36: 3489-3496.
- Mumcular, Ü. 1993.** Afyon yöresinde yetiştirmeye uygun (F<sub>1</sub>) turşuluk hıyar çeşitlerinin saptanması. *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, İzmir.
- Munzuroglu, Ö., Geçkil, H. 2002.** Effects of metals on seed germination, root elongation, and coleoptile and hypocotyl growth in *Triticum aestivum* and *Cucumis sativus*. *Environmental Contamination and Toxicology*, 43:203-213.

- Ngouajio, M. and Mennan, H.2004.** Weed populations and pickling cucumber (*Cucumis sativus*) yield under summer and winter cover crop system, *Crop Protection*, 24: 521-526.
- Njugunaa, S.M., Makokhaa, V. A. Yana, X., Giturud, R.W., Wanga, Q., Wanga, J. 2019.** Health risk assessment by consumption of vegetables irrigated with reclaimed waste water: A case study in Thika (Kenya). *Journal of Environmental Management*, 231: 576-581.
- Osmond, D.L., Cahill, S.L., Schulteis, J.R., Holmes, G.J. and Jester, W.R.2011.** Tillage practises and nitrogen rates on pickling cucumber production, *International Journal of Vegetable Science*, 17:13-25.
- Oteef, M.D.Y., Fawy, K.F., Abd-rabboh, H.S.M., Idris, A.M. 2015.** Levels of zinc, copper , cadmium , and lead in fruits and vegetables grown and consumed in Aseer Region .*Environ. Monit. Assess*, 187: 676.
- Özdemir, A., Özer, H. 2015.** Organik olarak yetiştirilen salkım domatesin (*Solanum lycopersicum L.*) verim ve kalitesi üzerine yaprak budamasının etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*,30: 1-6.
- Özyazıcı, A., Özdemir, O., Özyazıcı, G., Alpay, S.2006.** Çarşamba ve Bafra ovalarında seralarda yetiştirilen hıyar bitkisinin demir, bakır, çinko ve mangan beslenme durumunun belirlenmesi. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 22(2):162-170.
- Parameswaran, M. 1999.** Urban wastewater use in plant biomass production, *Resources Conservation and Recycling*, 27(1-2):39-56.
- Peng, K.J., Li, X.D., Luo, C.L., Shen, Z.G. 2005.**Vegetation composition and heavy metal uptake by wild plants at three contaminated sites in Xiangxi Area, China. *Journal of Environmental Science and Health*, 41: 65-76.
- Petousi, I., Daskalakis, G., Fountoulakis, M. S., Lydakis, D., Fletcher,L., Stentiford, E. I., Manios, T. 2019.**Effect of treated wastewater irrigation on the establishment of young grapevines. *Science of The Total Environment*, 658: 485-492.
- Pılanalı, N. 1993.** Antalya Kumluca yöresi seralarında yetiştirilen hıyarın beslenme durumunun belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*,Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Anabilim Dalı, Antalya.
- Polat, E., Onus, A.N. ve Ercan, N.2000.** Antalya koşullarında bazı turşuluk hıyar çeşitlerinin verim ve kalite özellikleri, *III. Sebze Tarımı Sempozyumu*, Isparta, Bahçe Bilimi, Yayın No.1:115-118.
- Qaryouti, M., Bani-Hani, N., Abu-Sharar, T.M., Shnikat, I., Hiari, M., Radiadeh, M. 2015.** Effect of using raw waste water from food industry on soil fertility, cucumber and tomato growth, yield and fruit quality. *Scientia Horticulturae*, 193: 99-104.
- Qureshi, A. S., Hussain, M. I., Ismail, S., Qaisar, M. K. 2016.** Evaluating heavy metal accumulation and potential health risks in vegetables irrigated with treated wastewater. *Chemosphere*,163: 54-61.
- Rattan, R.K., Datta, S.P., Chhonkar, P.K., Suribabu, K., Singh, a. K. 2005.** Long-term impact of irrigation with sewage effluents on heavy metal content in soils, crops and groundwater - a case study. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 109: 310–322.
- Saka,A.K. 2012.** Serada ilk turfanda organik domates (*Solanum lycopersicum L.*) ve hıyar(*Cucumis sativus L.*) yetiştiriciliğinde farklı dikim sistemleri ve mesafelerinin büyüme, gelişme, verim ve kalite üzerine etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*,Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Samsun.

- Salaskar, D., Shrivastava, M., Kale, S.P. 2011.** Bioremediation potential of spinach ( *Spinacia oleracea* L .) for decontamination of cadmium in soil. *Curr. Sci.*, 101: 1359-1363.
- Saraçoğlu, İ. O. 2013.**Turşuluk hıyarların meyve kalitesinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Afyon.
- Saygıdeğer, S., Doğan, M., Keser, G. 2004.** Effect of lead and pH on lead uptake, chlorophyll and nitrogen content of *Typha latifolia* L. and *Ceratophyllum demersum* L. *Int. J. Agr. Biol.*, 6: 168-172.
- Sestak, Z.; Catsky, J., Jarvis, P. 1971.** Plant Photosynthetic Production. Manual of Methods. Dr Junk Publishers, The Hague, The Netherlands.
- Sharma, P., Dubey, R.S. 2005.** Lead toxicity in plants. *Braz. J. Plant Physiol.*, 17(1): 35-52.
- Singh, A., Sharma, R.K., Agrawal, M., Marshall, F.M. 2010.** Risk assessment of heavy metal toxicity through contaminated vegetables from waste water irrigated area of Varanasi, India. *Trop. Ecol.*, 51: 375–387.
- Suojala-Ahlfors, T. and Salo, T. 2005.** Growth and yield of pickling cucumber in different soil moisture circumstance, *Scientia Horticulturae*, 107: 11-16.
- Uzma, S., Azizullah, A., Bibi, R., Nabeela, F., Muhammad, U., Ali, I., Rehman, Z. U. H. 2016.** Effects of industrial wastewater on growth and biomass production in commonly grown vegetables. *Environ Monit Assess.*, 188: 328.
- Tester, M., Leigh, R.A. 2001.** Partitioning of nutrient transport processes in roots. *J. Exp. Bot.*, 52: 445-457.
- Tokatlı, N. 1996.** Turşuluk hıyar yetiştiriciliğinde tele almanın verim ve kalite üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa.
- Topcuoğlu, B., Önal, M.K., Arı, N. 2003.** Toprağa uygulanan kentsel arıtma çamurunun domates bitkisine etkisi bitki besinleri ve ağır metal içerikleri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Antalya
- Toze, S. 2006.** Reuse of effluent water-benefits and risks, *Journal of Agricultural Water Management*, 80: 147-159.
- Tripathi, A., Tripathi, D. K., Chauhan, D. K., Kumar, N. 2016.** Chromium (VI)-induced phytotoxicity in river catchment agriculture: evidence from physiological, biochemical and anatomical alterations in *Cucumis sativus* L. used as model species. *Chemistry and Ecology*, 32: 12-33.
- Tüik, 2018.** Türkiye İstatistik Kurumu. [tuik.gov.tr](http://tuik.gov.tr) (Erişim tarihi 20.06.2017)
- Tüzen, M. 2003.** Determination of heavy metals in .sh samples of the middle Black Sea (Turkey) by graphite furnace atomic absorption spectrometry. *Food Chemistry*, 80: 119-123.
- Uyulaşer, V. Erdem, F. 2004.** Stoklanmış hıyarlardan farklı uygulamalarla turşu üretimi, *Uludağ Üni. Ziraat. Fak. Derg.*, 18(1): 81-92.
- Uysal, N. 2010.** Farklı anaçların sera hıyar yetiştiriciliğinde bitki gelişimi verim ve meyve kalitesine etkileri. *Yüksek lisans Tezi*, Ege Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir.
- Üstün, E.G., Solmaz, S. K. A. 2007.** Bir organize sanayi bölgesi atıksu arıtma tesisinden çıkan atıksuların tarımsal amaçlı sulama suyu olarak yeniden kullanılabilirliğinin araştırılması. *Ekoloji Dergisi*. 15(62): 55-61.

- Üzen, N. 2014.** Fiziksel olarak artırılmış evsel atık suların pamuk (*Gossypiumhirsutum*L.) verim ve kalitesi ile toprak kirliliğine etkisi. *Doktora Tezi*,Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Adana.
- Van Der Hoek, W., UI Hassan, M., Ensink, J.H.J., Feenstra, S., Raschid-Sally, L., Munir, S., Aslam, R., Ali, N., Hussain, R., and Matsuno, Y. 2002.** Urban wastewater in Pakistan: A valuable resource for agriculture. Research Report 63. Colombo, Sri Lanka: IWMI. Forthcoming.
- Vasseur, L.,Fortin, M. J. Cyr, J. 1998.** Clover and Cress as Indicator Species of Impacts from Limed Sewage Sludge and Landfill Wastewater Land Application. *The Science of the Total Environmeat*, 217: 231-239.
- Verma, S., Dubey, R.S. 2003.** Lead toxicity induces lipid peroxidation and alters the activities of antioxidant enzymes in growing rice plants. *Plant Sci.*,164: 645-655.
- Voica, C, Kovacs, M.H, Dehelean, A, Ristoiu, D, Iordache, A. 2012.** Icp-ms determinations of heavy metals in surface waters from Transylvania. *Romanian Journal of Physics.*, 57(7-8): 1184-1193.
- Vural, H., Eşiyok, D.ve Duman, İ., 2000.** Kültür Sebzeleri. Ege Üniversitesi Basım Evi, Bornova, İzmir, 480s.
- Wang, C.X., Mo, Z., Wang, H., Wang, Z.J., Cao, Z.H. 2003.** The Transportation, Time-Dependent Distribution Of Heavy Metals İn Paddy Crops. *Chemosphere.* 50: 716-723.
- Weatherley, P.E. 1950.** Studies in the water relations of the cotton plant. I. The field measurements of water deficits in leaves. *New Phytol.*, 49: 81-87.
- Wilcox, L.V., 1958.**Water Quality from the Standpoint of Irrigation. J. Amer. *Water Works Assoc.*,50(5): 650-654.
- Yağdı, K., Kaçar, O., Azkan, N. 2000.** Topraklardaki ağır metal kirliliği ve tarımsal etkileri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2): 109-115.
- Yağmur, M., Kayhan, D., Arvas, Ö. 2005.** Effects of sewage biosolid application on seed protein ratios, seed np contents, some morphological and yield characters in lentil (*lens culinaris medic.*) *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 1(4): 308-314.
- Yürük, A. 2005.** Arıtma çamuru uygulamalarının nohut ve fasulyenin farklı organlarında ağır metal birikimlerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*,Yüzüncüyıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Yürük, A. and Bozkurt, M.A. 2006.** Heavy metal accumulaton in different organs of plants grown under high sewage sludge doses. *Fresenus Environmental Bulletin*, 15(2): 107-112.
- Zhuang, P., Mcbride, M.B., Xia, H., Li, N., Li, Z. 2008.** Health risk from heavy metals via consumption of foodcrops in the vicinity of Dabaoshan mine. *South China. Sci.Total Environ.*, 407: 1551-1561.

## EKLER

**EK 1** Yetiştiricilik yapılan bölge toprağının mekanik, mikro besin ve değişebilir katyon miktarları

**EK 2** Yetiştiricilik yapılan bölgenin aylık sıcaklık veri ortalamaları

**EK 3.** Artist çeşidi veriminin; kök uzunluğu, meyve klorofil a, meyve klorofil b ve toplam klorofil değerleri ile korelasyon katsayısı analiz sonuçları

**EK 4.** Atik çeşidi veriminin; kök uzunluğu, meyve klorofil a, meyve klorofil b ve toplam klorofil değerleri ile korelasyon katsayısı analiz sonuçları

**EK 5.** Titanik çeşidi veriminin; kök uzunluğu, meyve klorofil a, meyve klorofil b ve toplam klorofil değerleri ile korelasyon katsayısı analiz sonuçları



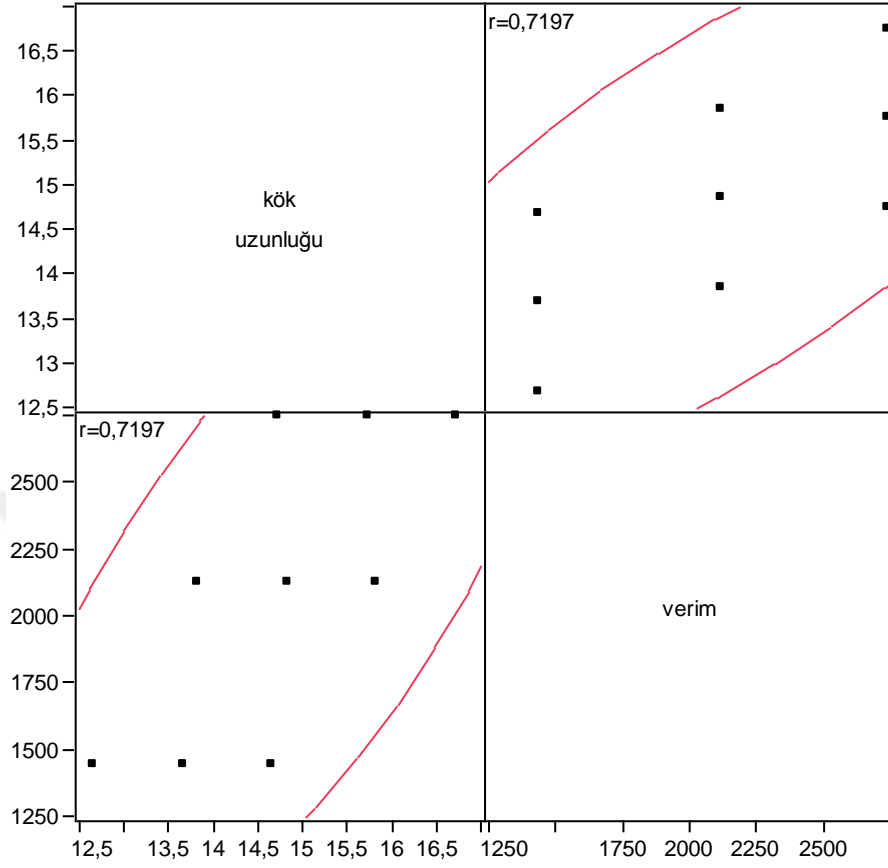
**EK 1.** Yetiştiricilik yapılan bölge toprağının mekanik, mikro besin ve değişebilir katyon miktarları

Toprak Karakteri	0-25	25-45
Derinlik (cm)	0-25	25-45
Mekanik analizler		
Kum (%)	22.4	21.3
Silt (%)	30.7	28.5
Kil (%)	46.3	49.8
pH(1:2.5 extract)	8.1	8.2
Organik C (%)	1.62	1.08
Toplam N (%)	0.12	0.09
C:N	13.3	11.1
CaCO <sub>3</sub> (%)	1.8	2.2
Değişebilir katyonlar (cmol kg <sup>-1</sup> )		
CEC	41.2	42.4
Ca	34.1	35.4
Mg	3.7	3.9
K	2.5	2.1
Na	1.7	1.9
Mikro besin konsantrasyonları		
Cd	0.25	0.15
Cu	13.4	10.1
Fe	10.2	9.1
Mn	16.7	13.6
Zn	1.34	0.98

**EK 2.Yetiştiricilik yapılan bölgenin aylık sıcaklık veri ortalamaları**

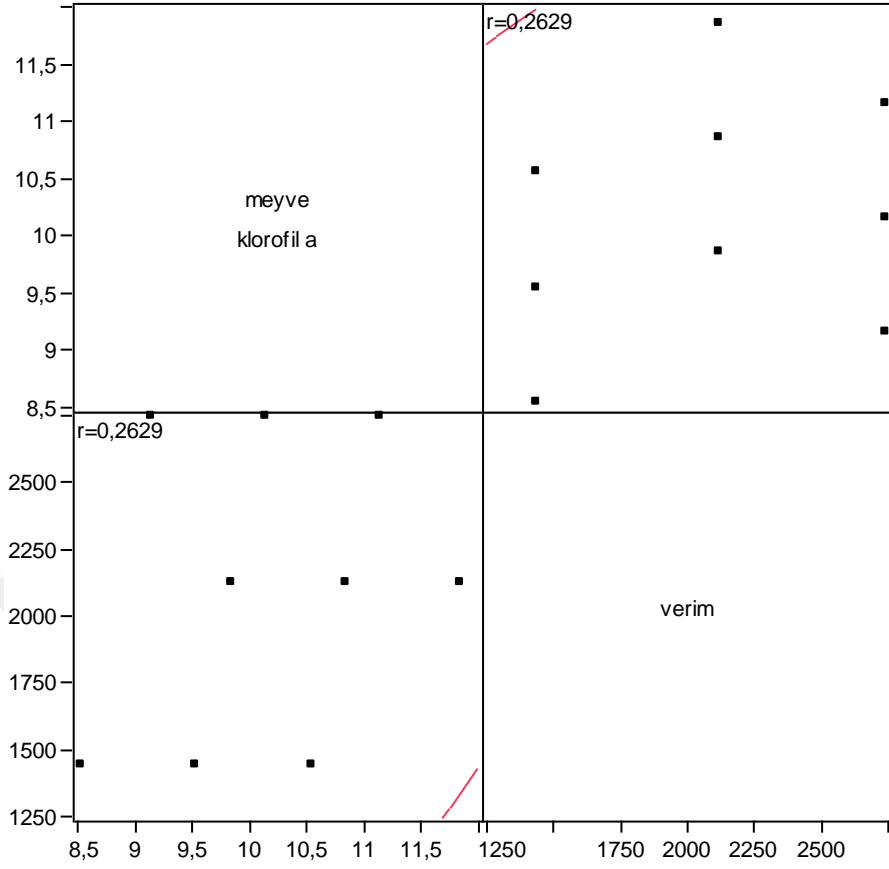
Aylar	Aylık min sıcaklık (°C)	Aylık Ort sıcaklık (°C)	Aylık max sıcaklık (°C)	Aylık Toplam Yağış (mm)	Aylık Yağışlı Gün Sayısı	Aylık Ort 10cm Toprak sıcaklığı (°C)	Aylık Ort 20cm Toprak sıcaklığı (°C)	Aylık Ort 50cm Toprak sıcaklığı (°C)
Temmuz	13,3	24,6	38,5	-	-	28,9	28	25,8
Ağustos	13,7	24,5	34,9	-	-	29,1	28,7	27,3
Eylül	9,0	22,9	40,2	0,1	1	24,7	24,7	25
Ekim	1,2	14,4	28,1	56,4	10	14,9	15,6	18,2

**EK 3.** Artist çeşidi veriminin; kök uzunluğu, meyve klorofil a, meyve klorofil b ve toplam klorofil değerleri ile korelasyon katsayısı analiz sonuçları

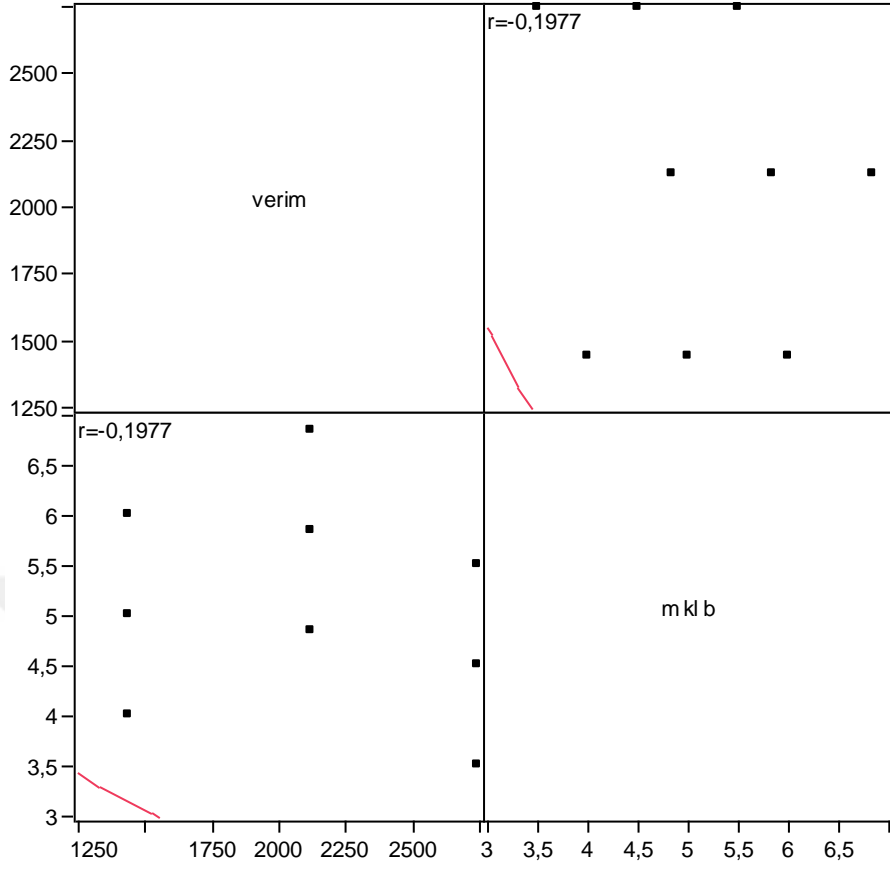


Kök uzunluğu ve verim arasındaki korelasyon katsayısı ilişkisi yüksek düzeyde belirlenmiştir.

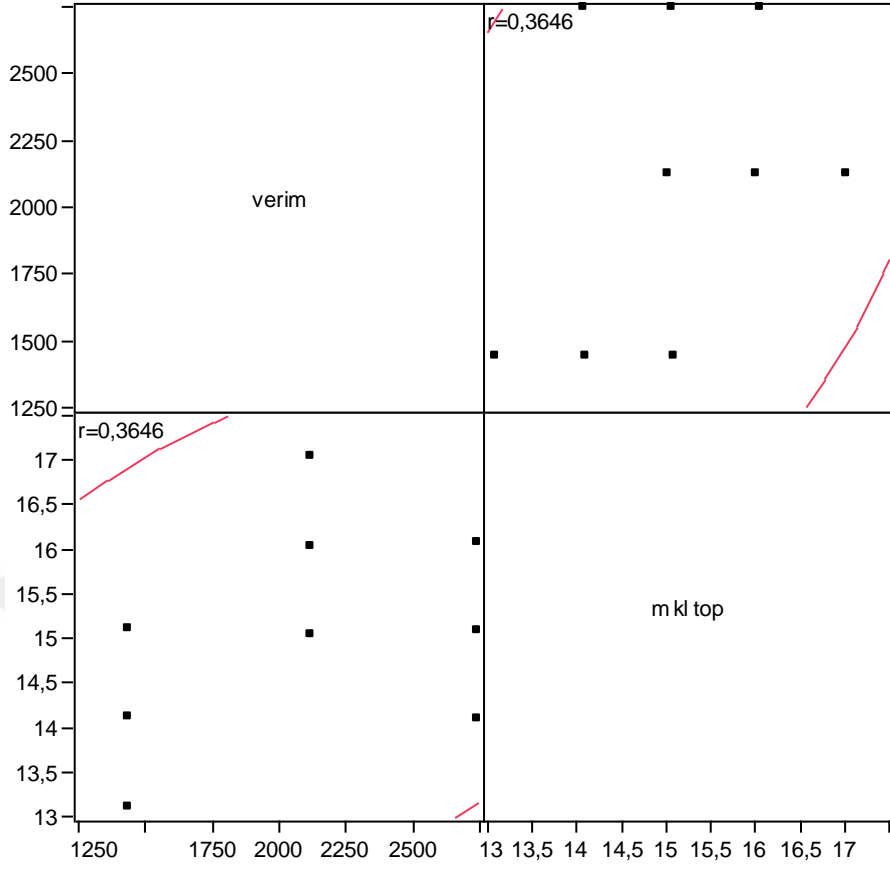




Meyve klorofil a ve verim arasındaki korelasyon katsayısı ilişkisi düşük düzeyde belirlenmiştir.

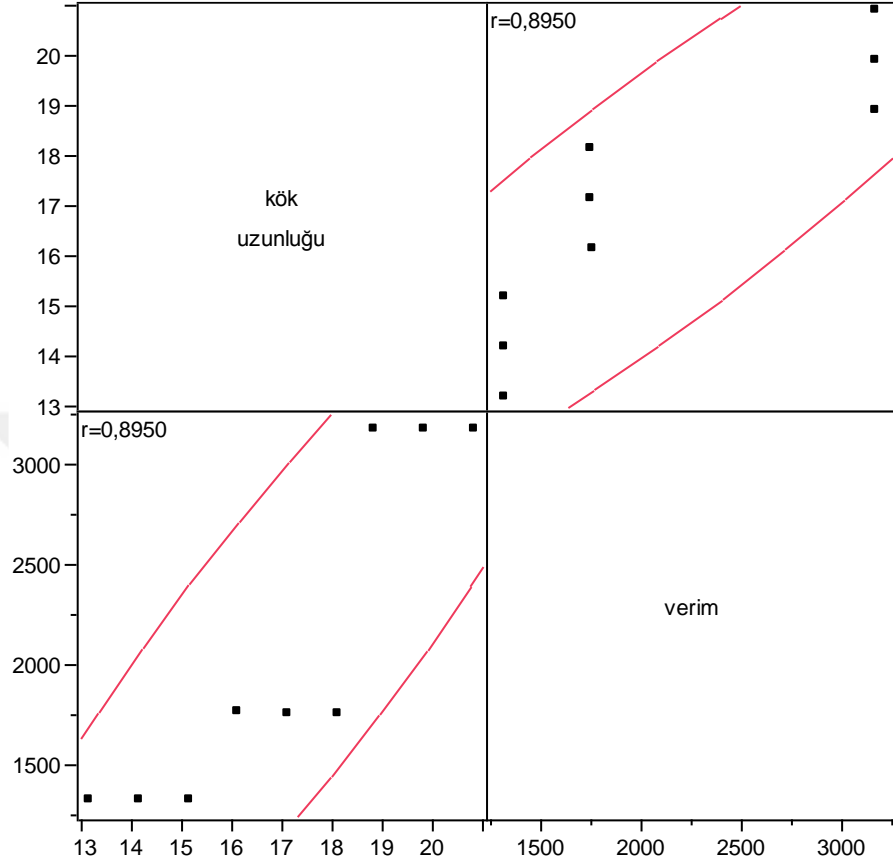


Meyve klorofil b ve verim arasındaki korelasyon katsayısı ilişkisi düşük düzeyde belirlenmiştir (m kl b: meyve klorofil b).

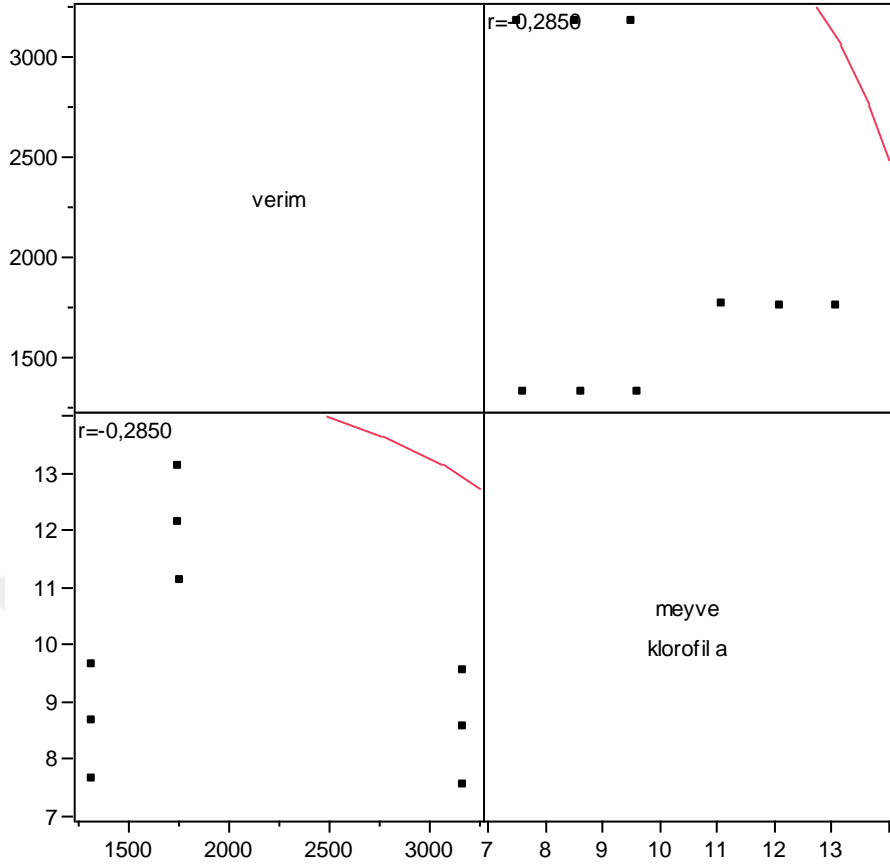


Meyve toplam klorofil ve verim arasındaki korelasyon katsayısı ilişkisi orta düzeyde belirlenmiştir (m kl top: meyve toplam klorofil ).

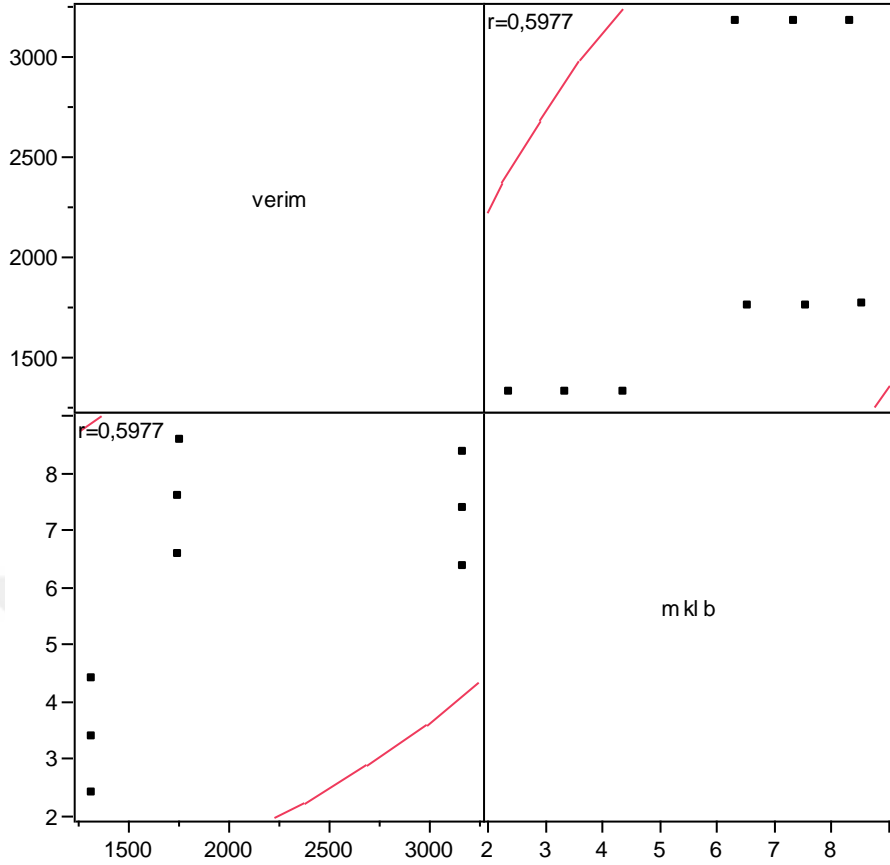
**EK 4.** Atık çeşidi veriminin; kök uzunluğu, meyve klorofil a, meyve klorofil b ve toplam klorofil değerleri ile korelasyon katsayısı analiz sonuçları



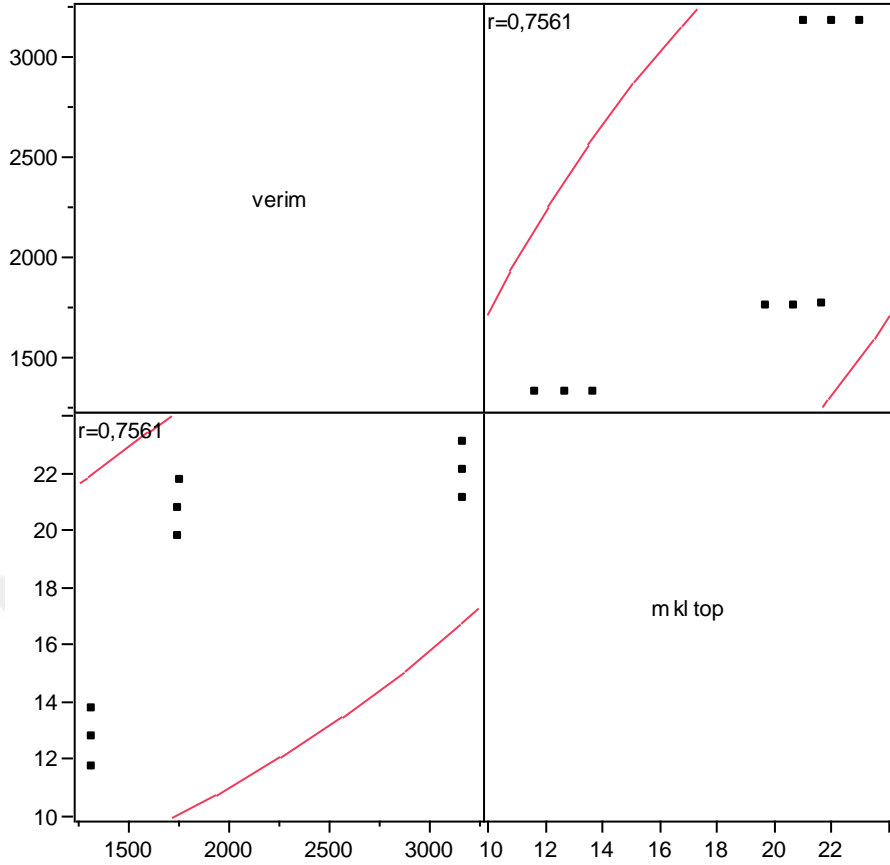
Kök uzunluğu ve verim arasındaki korelasyon katsayısı ilişkisi yüksek düzeyde belirlenmiştir.



Meyve klorofil a ve verim arasındaki korelasyon katsayısı ilişkisi negatif yönde düşük düzey olarak belirlenmiştir.

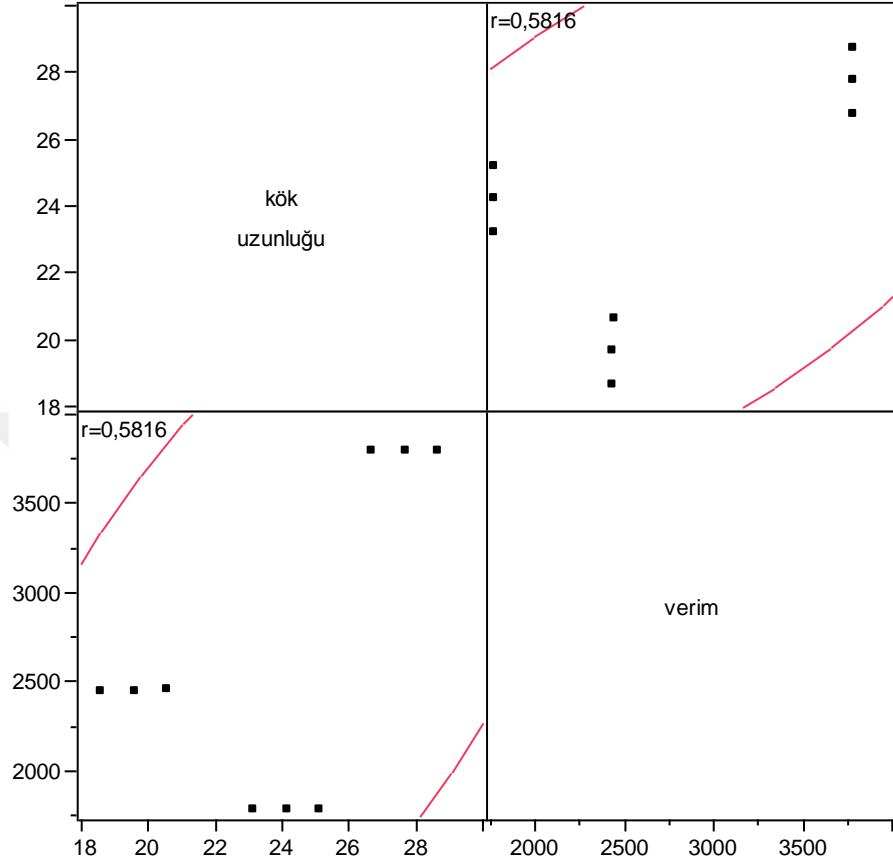


Meyve klorofil b ve verim arasındaki korelasyon katsayısı ilişkisi orta düzeyde belirlenmiştir (m kl b: meyve klorofil b).



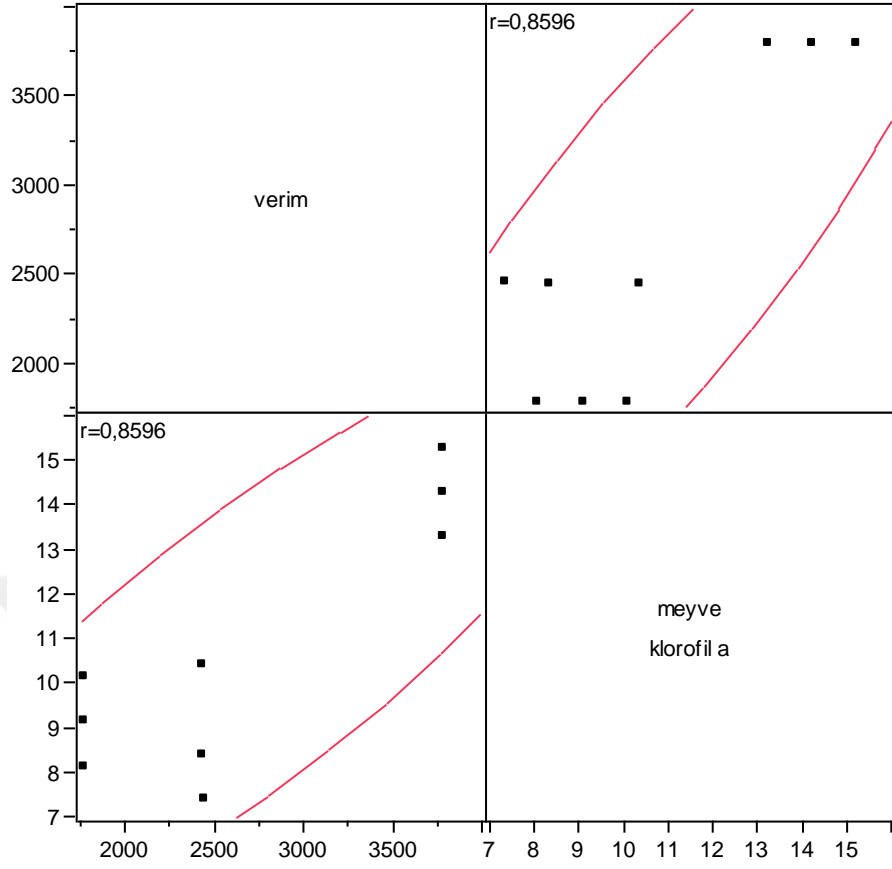
Meyve toplam klorofil ve verim arasındaki korelasyon katsayısı ilişkisi yüksek düzeyde belirlenmiştir (m kl top: meyve toplam klorofil).

**EK 5.** Titanik çeşidi veriminin; kök uzunluğu, meyve klorofil a, meyve klorofil b ve toplam klorofil değerleri ile korelasyon katsayısı analiz sonuçları

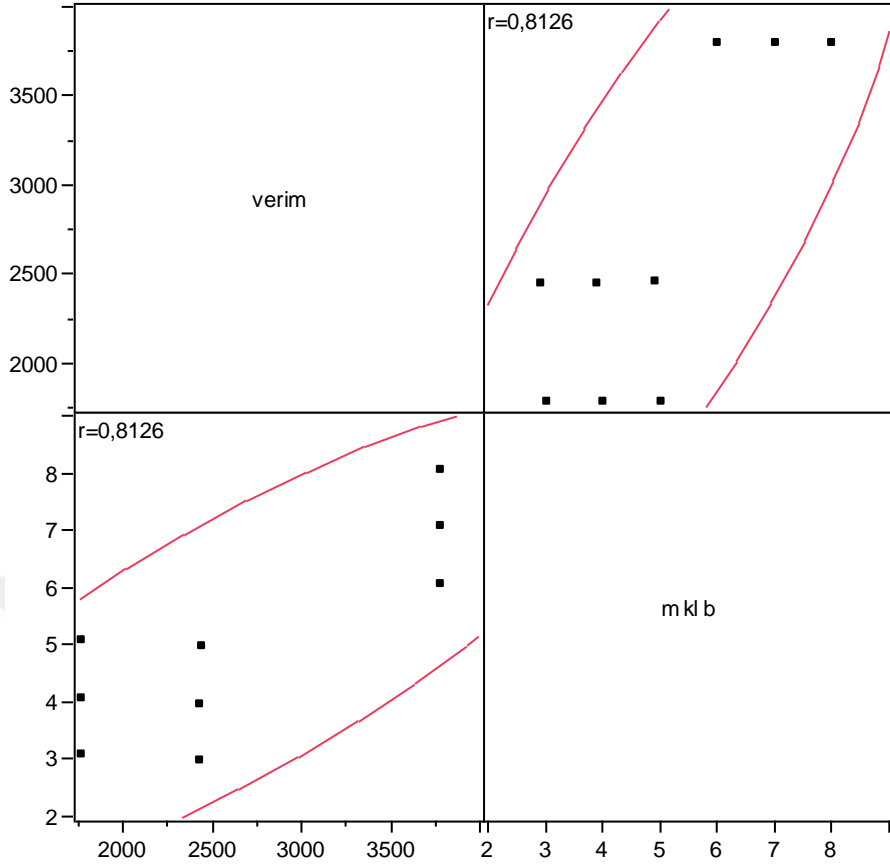


Kök uzunluğu ve verim arasındaki korelasyon katsayısı ilişkisi orta düzeyde belirlenmiştir.

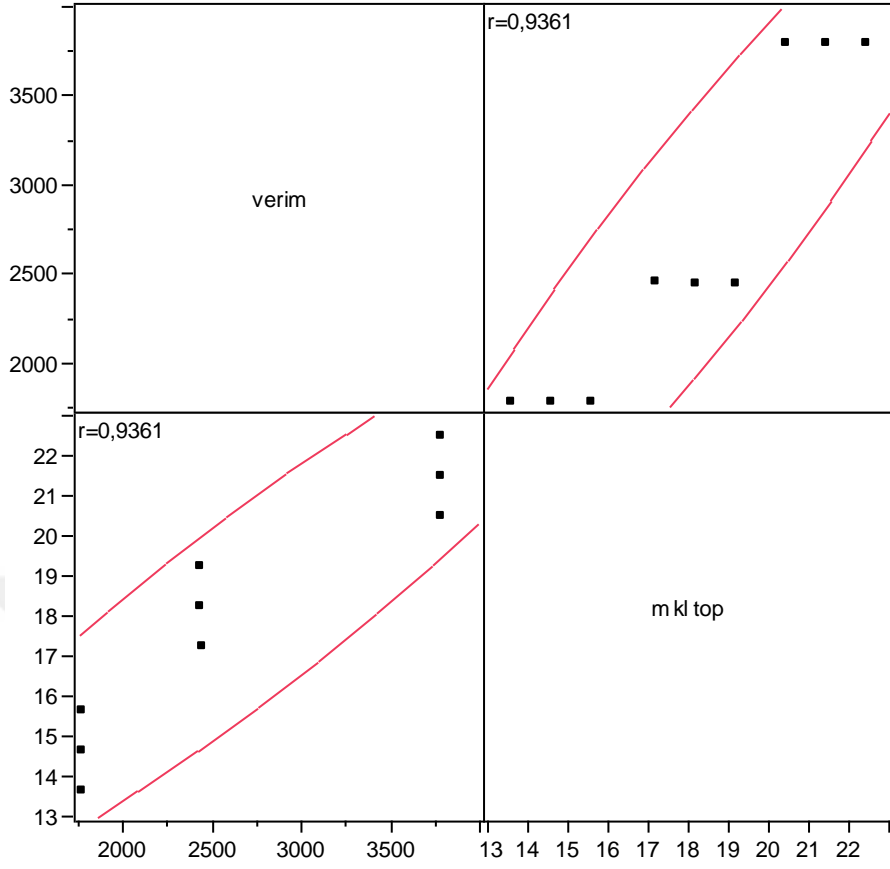




Meyve klorofil a ve verim arasındaki korelasyon katsayısı ilişkisi yüksek düzeyde belirlenmiştir.



Meyve klorofil b ve verim arasındaki korelasyon katsayısı ilişkisi yüksek düzeyde belirlenmiştir (m kl b: meyve klorofil b).



Meyve toplam klorofil ve verim arasındaki korelasyon katsayısı ilişkisi yüksek düzeyde belirlenmiştir (m kl top: meyve toplam klorofil).

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Sila Özkan  
Doğum Yeri ve Tarihi : Varna / Bulgaristan 25/08/1994  
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)  
Lise : Gönen Anadolu Lisesi-2012  
Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat  
Fakültesi-2016  
Yüksek Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat  
Fakültesi-2019

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl :  
İletişim (e-posta) : sila94ozkan@gmail.com  
Yayınları :

**Zambi, O., Akbudak, N., Özkan, S., Şahiner, A. 2017.** The Effect Of Methyl Jasmonate and Salicylic Acid on Yield and Tuber Quality of Radish (*Raphanus sativus L.*) *Avrasya Tarım ve Doğa Bilimleri Kongresi*. Kırgızistan.

**Akbudak, N., Türkben, C., Zambi, O., Şahinarıslan, A., Özcan, F., Özkan, S. 2018.** Physical Characteristics and Chemical Compositions of Local Red Onion Cultivar Grown in Kapıdağ, Turkey. *J. Biol. Environ. Sci.* 12(36): 133-139