



**T.C.
Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü**

**BURSA BÖLGESİNDE YETİŞTİRİLEN BAZI MARUL VE
BAŞ SALATA ÇEŞİTLERİNDE SULAMA SUYU
KAYNAĞINA BAĞLI OLARAK AĞIR METAL
MİKTARININ BELİRLENMESİ**

Ebru SARIYER

Yüksek Lisans Tezi



T.C.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BURSA BÖLGESİNDE YETİŞTİRİLEN BAZI MARUL VE BAŞ SALATA
ÇEŞİTLERİNDE SULAMA SUYU KAYNAĞINA BAĞLI OLARAK AĞIR
METAL MİKTARININ BELİRLENMESİ.**

Ebru SARIYER

Doç. Dr. Nuray Akbudak

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

BURSA- 2017

TEZ ONAYI

Ebru Sarıyer tarafından hazırlanan “Bursa bölgesinde yetiştirilen bazı marul ve baş salata çeşitlerinde sulama suyu kaynağına bağlı olarak ağır metal miktarının belirlenmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile 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
Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi,
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

İmza


Üye : Doç. Dr. Ahmet İPEK
Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi,
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

İmza


Üye : Yrd. Doç. Dr. Kenan SÖNMEZ
Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi,
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

İmza


Yukarıdaki sonucu onaylarım



Prof. Dr. Ali Bayram
Enstitü Müdürü
28/12/2017(Tarih)

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.**

28/12/2017
İmza

Ebru SARIYER

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BURSA BÖLGESİNDE BAZI BAŞ SALATA VE MARUL ÇEŞİTLERİNDE SULAMA SUYU KAYNAĞINA BAĞLI OLARAK AĞIR METAL MİKTARININ BELİRLENMESİ

EBRU SARIYER

Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Nuray AKBUDAK

Dünyada her geçen gün artış gösteren kirlilik, canlı varlıkların yaşam çevrelerindeki riskleri de arttırmaktadır. Özellikle son yıllardaki endüstriyel gelişmelere bağlı olarak atık suların ağır metal içerikleri de sürekli artış göstermektedir.

Bu çalışma, 2014-2015 ilkbahar döneminde gerçekleştirilmiş olup Nilüfer Çayı ile sulanan tarım arazilerinin ve İznik Gölü ile sulanan tarım topraklarında yetiştirilen marul ve baş salata çeşitlerinin ağır metal içeriklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla; kontrol grubu bitkileri Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma parsellerinde şebeke suyu ile sulanarak yetiştirilmiştir. Diğer bitkiler Nilüfer Çayı ve İznik Göl Suyu ile sulanan tarım alanlarına dikilmiştir. Denemede kullanılan baş salata (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*, Robinson çeşidi), marul (*Lactuca sativa* L. var. *Longifolia*, Adranita çeşidi), kıvırcık yapraklı salata (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*, Funly çeşidi) bitkilerinin fideleri üç parselde dikilmiş ve düzenli sulamalar yapılmıştır. Bitkilerde hasattan sonra verim ve genel kalite analizleri, ağır metal miktarları (Kobalt (Co), Nikel (Ni), Kadmiyum (Cd), Kurşun (Pb)) ve nitrat miktarları saptanmıştır. Genel analiz sonuçları incelendiğinde; Nilüfer Çayı ve İznik Göl suyu ile sulanan bitkilerde ağırlık miktarlarında önemli bir değişim olmazken, deforme yaprak sayılarında sulama suyu kaynağına bağlı olarak artış görülmüş olup iki bölgeden alınan bitkilerde de kirliliğe bağlı olarak pH miktarları yüksek bulunmuştur. Çalışmadan elde edilen verilere göre; Nikel miktarları Nilüfer Çayı ile sulanan Funly kıvırcık yapraklı salata çeşidinde 0,180 mg/kg, Robinson çeşidinde 0,248 mg/kg, Adranita çeşidinde 0,205 mg/kg olarak belirlenmiştir. Kadmiyum miktarlarına bakıldığında İznik Göl Suyu ile sulanan örneklerde Funly kıvırcık yapraklı salata çeşidinde 0,055 mg/kg ve Nilüfer Çayı ile sulanan Adranita marul çeşidinde 0,072 mg/kg olarak bulunmuştur. Kurşun miktarlarını belirlemeye yönelik yapılan analiz sonucunda; Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde Funly marul çeşidinde 0,126 mg/kg, Adranita çeşidinde 0,131 mg/kg olarak belirlenmiş olup, İznik Göl suyu ile sulanan Funly marul çeşidinde 0,126 mg/kg, Robinson çeşidinde 0,543 mg/kg, Adranita marul çeşidinde 0,913 mg/kg olarak saptanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Nilüfer Çayı ve İznik Göl suyu ile sulanan üç çeşitte de Nikel (Ni), Kadmiyum (Cd), Kurşun (Pb) düzeyleri genel olarak Türk Gıda Kodeksinin vermiş olduğu limitlerin üzerinde bulunmuştur. Çalışmada; nitrat analizleri de yapılmış olup tüm bitkilerden alınan örneklerde nitrat miktarlarının Türk Gıda Kodeksinin vermiş olduğu limitlerin altında olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Marul, Ağır metal, Sulama suyu, Kirlilik

2017, x + 92 sayfa

ABSTRACT

MscThesis

DETERMINATION OF HEAVY METALS IN SOME *LACTUCA SATİVA* SPICES DEPENDİNG ON THE SOURCE OF IRRIGATION WATER NEAR BURSA

EBRU SARIYER

Uludağ University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Horticulture

Supervisor: Doç. Dr. Nuray Akbudak

Pollution increased in the world every day which increases the risks of living beings in the living environment. Depending on the industrial development, especially in recent years shows a continuous increase in heavy metal content from waste water.

This study, 2014-2015 has been carried out during the spring is made of lettuce and head lettuce varieties grown in irrigated agricultural land by the Nilüfer River and irrigated farmland by the and Lake Iznik in order to determine their heavy metal content. For this purpose; control plants were grown in Uludağ University Faculty of Agriculture, Department of Horticulture Research plots which irrigated with tap water. Other plants were planted in agricultural fields irrigated with Nilüfer River and Iznik Lake. Head lettuce (*Lactuca sativa* is *L.var. capitata*, Robinson c.v.), lettuce (*Lactuca sativa* is *L. var longifolia*, Adranita c.v.), lettuce (*Lactuca sativa* is *L.var crispa*, Funly c.v.) used in the experiment which plants seedlings planted on three plots and regular watering were carried out. In plants after harvest overall quality analysis, amount of heavy metal (Cobalt (Co), Nickel (Ni), Cadmium (Cd), Lead (Pb) and nitrate were determined. In general analysis results are analyzed; Nilüfer River and İznik Lake water samples showed no significant amount of weight while deformed leaf plants have seen an increase in the number depending on the source of irrigation water and pH amounts due to pollution in the two regions were higher. According to the data obtained from the study; the amount of Nickel quantities of samples irrigated with Nilüfer River was determined in Funly lettuce varieties 0,180 mg/kg, Robinson lettuce varieties 0,248 mg/kg, Adranita varieties 0,205 mg/kg. Considering the amount of cadmium, samples irrigated from İznik Lake water was determined in Funly lettuce varieties 0,055 mg/kg and samples irrigated from Nilüfer River water in Adranita lettuce varieties was determined 0,072 mg/kg. As a result of analyzes performed to determine the amount of Lead; samples irrigated from Nilüfer River was found in Funly lettuce varieties 0,126 mg/kg, in Adranita lettuce varieties 0,131 mg/kg and samples irrigated from İznik Lake water was determined in Funly lettuce varieties was determined 0,126 mg/kg, in Robinson lettuce varieties 0,543 mg/kg, in Adranita lettuce varieties 0,943 mg/kg. According to the results obtained of lettuce and head lettuce varieties irrigated from the Nilüfer River and İznik Lake water of Nickel (Ni), cadmium (Cd), lead (Pb) levels were above the limits in general have given by the Turkish Food Codex. In this study; nitrite analysis is also made of the amount of nitrate in the samples taken from the whole plant has been determined that was below the limit given by Turkish Codex Alimentarius.

Key words: Lettuce, Heavy Metal, Irrigation water, Pollution
2017, x + 92 pages

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Marul, yaprakları taze olarak salata şeklinde bolca tüketilen minerallerce zengin bir bitkidir. Marul aynı zamanda gövde ve dokularında ağır metal biriktiren en iyi akümülatörlerden birisidir. Ağır metal kirliliği gelişmiş ülkelerde her geçen gün daha da ciddi bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle yanlış tarım uygulamaları ve sanayileşmenin artması sonucunda toprakta biriken kadmiyum gibi ağır metaller bu bitkiler veya hayvansal ürünlerle insana ulaşabilmektedir. Tarım alanlarındaki ekilişi ile diğer çevre ve insan sağlığına etkileri göz önüne alınarak belirlenmiş bu akümülatör türlere ait belirlenen marul bitkisinde yapılan analizler ile biriken ağır metal miktarı insan sağlığı için tehdit oluşturduğu görülmekle beraber gereken önlemlerin alınması gerekliliği konusunda yapılacak çalışmalara ışık tutması amaçlanmıştır.

‘Bursa Bölgesinde Bazı Baş Salata ve Marul Çeşitlerinde Sulama Suyu Kaynağına Bağlı Olarak Ağır Metal Miktarının Belirlenmesi’ isimli yüksek lisans tez çalışmam Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma parsellerinde ve Hasat Sonu Fizyolojisi Laboratuvarında yürütülmüştür.

Yüksek Lisans tez çalışmam boyunca bu alanda çalışmama imkan sağlayarak çalışmamı yönlendiren, çalışmalarım boyunca ilgi ve yardımlarını esirgemeyerek katkıda bulunan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Nuray Akbudak ‘a teşekkürlerimi sunarım.

Bursa Test ve Analiz Laboratuvarı’nda çalışan Güler Çelik’e çalışmamızdaki emeklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tüm eğitim hayatım boyunca benimle beraber olan, tez süresi boyunca desteklerini esirgemeyen arkadaşlarıma ve aileme çok teşekkür ederim.

Ebru SARIYER
28/12/2017
İmza

Bu Çalışma Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir. Proje No: Z-2014/10

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ VEYA TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLERDİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Ağır Metallerin Kontaminasyon Kaynakları ve Sağlığa Etkileri	6
1.1.1. Kobalt'ın Kontaminasyon Kaynakları ve Sağlığa Etkileri.....	7
1.1.2. Nikel'in Kontaminasyon Kaynakları ve Sağlığa Etkileri.....	8
1.1.3. Kadmiyum'un Kontaminasyon Kaynakları ve Sağlığa Etkileri	8
1.1.4. Kurşun'un Kontaminasyon Kaynakları ve Sağlığa Etkileri.....	10
1.1.5. Bitkilerde Kobalt, Nikel, Kadmiyum ve Kurşun Konsantrasyonu.....	10
1.2. Yetiştiricilikte Kullanılan Bölgelerin Genel Özellikleri.....	12
1.2.1. Nilüfer Çayı Coğrafi Yeri ve Doğal Çevre Özellikleri.....	13
1.2.2. İznik Havzasının Coğrafi Yeri ve Doğal Çevre Özellikleri.....	16
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	22
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	28
3.1. Materyal.....	28
3.2. Yöntem.....	31
3.3. İstatiksel Değerlendirme.....	35
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	36
4.1. Funly Çeşidi Genel Analiz Sonuçları.....	36
4.2. Robinson Çeşidi Genel Analiz Sonuçları.....	46
4.3. Adranita Çeşidi Genel Analiz Sonuçları.....	55
4.4. Ağır Metal Analizleri.....	64

4.4.1. Sulama Suları Ağır Metal Analiz Sonuçları.....	64
4.4.2. Funly Çeşidi Ağır Metal Analiz Sonuçları.....	67
4.4.3. Robinson Çeşidi Ağır Metal Analiz Sonuçları.....	70
4.4.4. Adranita Çeşidi Ağır Metal Analiz Sonuçları.....	72
5. SONUÇ	76
KAYNAKLAR.....	81
ÖZGEÇMİŞ.....	92



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler Açıklamalar

°C	Derece Celsius
%	Yüzde
Cd	Kadmiyum
Ni	Nikel
Pb	Kurşun
pH	Hidrojen Konsantrasyonunun (-) Logaritması

Kısaltmalar

Açıklamalar

cm	Santimetre
gr	Gram
kg	Kilogram
m	Metre
mg	Miligram
ml	Mililitre
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
FAO	Birleşmiş Milletler Dünya Gıda Örgütü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TGK	Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği
SÇKM	Suda Çözünür Kuru Madde
TEA	Titre Edilebilir Asit

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. İznik Gölü'nün coğrafik konumu.....	16
Şekil 3.1. Denemede kullanılan çeşitlere ait fideler.....	28
Şekil 3.2. Adranita çeşidinin görüntüsü.....	29
Şekil 3.3. Funly çeşidinin görüntüsü.....	29
Şekil 3.4. Robinson çeşidinin görüntüsü.....	29
Şekil 3.5. Denemenin yürütüldüğü bölgelerin harita üzerinde görüntüsü.....	30
Şekil 4.1. Funly çeşidi L değeri sonuçları.....	45
Şekil 4.2. Funly çeşidi a değeri sonuçları.....	45
Şekil 4.3. Funly çeşidi b değeri sonuçları.....	46
Şekil 4.4. Robinson çeşidi L değeri sonuçları.....	54
Şekil 4.5. Robinson çeşidi a değeri sonuçları.....	54
Şekil 4.6. Robinson çeşidi b değeri sonuçları.....	55
Şekil 4.7. Adranita çeşidi L değeri sonuçları.....	63
Şekil 4.8. Adranita çeşidi a değeri sonuçları.....	63
Şekil 4.9. Adranita çeşidi b değeri sonuçları.....	64

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1. Dünya marul üretim miktarlarının yıllara göre değişimi (bin ton).....	1
Çizelge 1.2.Türkiye marul üretim miktarlarının yıllara göre değişimi (ton).....	2
Çizelge 1.3.Bursa marul üretim miktarlarının yıllara göre değişimi (ton).....	2
Çizelge 1.4.Bazı ağır metallerin birbiriyle ilişkisi.....	11
Çizelge 1.5.Bazı ağır metallerin transfer faktörleri.....	12
Çizelge 1.6.Nilüfer ilçesine bağlı bulunduğu veya ilçede kurulmuş olan evsel ve endüstriyel atık su arıtma tesislerinin durumu.....	15
Çizelge 1.7.İznik gölü ve çevre akarsularına atık su deşarj eden endüstri tesisleri.....	18
Çizelge 4.1.Funly çeşidi genel analiz sonuçları.....	38
Çizelge 4.2.Funly çeşidi genel analiz sonuçları.....	39
Çizelge 4.3.Funly çeşidi kalite özellikleri analiz sonuçları.....	42
Çizelge 4.4. Funly marul çeşidinde klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarları.....	44
Çizelge 4.5.Robinson çeşidi genel analiz sonuçları.....	48
Çizelge 4.6.Robinson çeşidi genel analiz sonuçları.....	49
Çizelge 4.7.Robinson çeşidi kalite analiz sonuçları.....	52
Çizelge 4.8.Robinson marul çeşidinde klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarları.....	53
Çizelge 4.9.Adranita çeşidi genel analiz sonuçları.....	57
Çizelge 4.10.Adranita çeşidi genel analiz sonuçları.....	58
Çizelge 4.11.Adranita marul çeşidi kalite analiz sonuçları.....	61
Çizelge 4.12.Adranitamarul çeşidinde klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarları.....	62
Çizelge 4.13. Sulama suyunda toksik kabul edilen sulama suyu sınır değerleri.....	65
Çizelge 4.14. Bölgelerden elde edilen sulama suyu örneklerinin analiz sonuçları.....	66
Çizelge 4.15.Marul ve salata yapraklarında bulunmasına izin verilen ağır metal sınır değerleri.....	67

Çizelge 4.16.Funly çeşidi ağır metal içerikleri.....	70
Çizelge 4.17.Robinson çeşidi ağır metal içerikleri.....	72
Çizelge 4.18.Adranita çeşidi ağır metal içerikleri.....	75



1.GİRİŞ

Salata ve marul ülkemizde yaprakları yenilerek tüketilen ve hemen hemen her türlü yemeğin yanında salata olarak değerlendirilen bir sebze grubunu oluşturmaktadır. Kalori miktarının yanı sıra yağ ve protein oranlarının çok düşük olması, sıra bol lifli yapısı tüketimini olumlu yönde etkilemektedir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'nün verilerine göre; ABD 2014 yılında en çok marul (ton) üreten ülke konumundadır, İsrail ise en az marul üreten ülkedir. Çizelge 1.1.'de görüldüğü gibi dünya geneline baktığımızda Türkiye marul üretiminde 5. sıradadır ve 451 485 ton üretim gerçekleşmiştir. Türkiye 2005 ve 2014 yılları arasında üretimde belirli bir düzende artış göstermiştir.

Çizelge 1.1. Dünya salata ve marul üretim miktarlarının yıllara göre değişimi (bin ton)

Ülkeler	2005	2010	2011	2012	2013	2014
İsrail	37 070	28 665	32 184	32 880	31 211	27 839
Mısır	140 000	97 739	94 344	93 661	93 342	113 185
Fransa	468 963	326 985	314 041	325 597	306 935	297 111
İran	247 748	424 228	550 799	570 000	569 038	407 616
Meksika	274 546	340 976	370 066	335 337	381 127	406 678
Türkiye	372 000	419 298	424 252	419 066	436 785	451 485
Japonya	551 600	537 900	542 400	566 100	565 401	577 800
İtalya	1 010 470	843 344	819 194	755 697	796 406	709 373
İspanya	993 387	809 390	868 436	877 000	904 300	902 941
ABD	4 455 456	4 105 580	4 070 815	4 175 610	3 829 210	3 791 140
Genel Toplam	8 541 240	7 934 105	8 086 531	8 150 948	7 913 755	7 685 168

(FAO 2017)

Türkiye salata ve marul üretimi verilerine baktığımızda; en fazla üretim payını baş salata alırken en az üretim payını marul almaktadır. 2016 yılı verilerine göre baş salatada 233 662 ton ve kıvırcık yapraklı salatada 179 712 ton üretim gerçekleşmiştir (Çizelge 1.2.). Baş salata ve kıvırcık yapraklı salata tüketici talebinin fazla olması sebebiyle ton bazında yıldan yıla artış göstermektedir.

Çizelge 1.2. Türkiye marul üretim miktarlarının yıllara göre değişimi (ton)

Ürün Tipi	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Baş salata	52 000	61 202	68 408	68 584	64 625	65 551	64 490	65 068
Kıvırcık yapraklı salata	168 00	131 952	138 466	145 019	159 971	172 207	157 981	179 712
Marul	204 00	226 144	217 378	205 463	212 189	230 755	225 021	233 662

(TÜİK 2016)

Bursa ili verilerine baktığımızda; tüketici taleplerine bağlı olarak ve kullanım alanlarının daha fazla olması sebebiyle kıvırcık yapraklı salata en çok üretimi yapılan tiptir ve Çizelge 1.3.'e göre 2016 yılı verilerine bakıldığında 8 543 ton üretim gerçekleşmiştir, kıvırcık yapraklı salatayı 2 386 ton üretimle marul takip etmektedir. Marul tipinde 2005 ve 2016 yılları arasında azalış görülürken ortalama aynı oranda kıvırcık salatada artış vardır. Bu durum Bursa ve yöresinde üreticilerin baş salata yerine kıvırcık salata tercih ettiklerini göstermektedir. Baş salatada artış olmasına rağmen üretim kıvırcık ve göbekli marul ile mukayese edilemeyecek kadar azdır.

Çizelge 1.3.Bursa marul üretim miktarlarının yıllara göre değişimi (ton)

Ürün Tipi	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Baş salata	55	251	236	518	413	337	325	316
Marul	7 094	2 951	2 344	3 180	2 724	2 519	2 472	2 386
Kıvırcık yapraklı salata	3 877	3 176	3 068	5 973	7 713	7 501	7 642	8 543

(TÜİK 2016)

Salata ve marulun morfolojik özellikleri arasındaki en önemli farkı yaprak özellikleri oluşturmaktadır. Yaprakların düz veya kıvırcık olması ile yaprak rengi önemli belirleyici faktördür. Bugün yaprak şekli ve yaprak renginin yanı sıra göbek ve baş oluşturma, yaprak etliliği, yaprak gevrekliği erkencilik ile hastalık ve zararlılara mukavemet gibi çeşitli özellikler dikkate alınarak çok çeşitli araştırmalar yapılmakta olup yeni çeşitler geliştirmeye devam edilmektedir.

Bütün bu özellikler göz önünde bulundurulduğunda salata ve marullar genelde üç ana gruba ayrılmıştır.

Kıvırcık Yapraklı Salatalar (Crisp)

-Baş oluşturan kıvırcıklı yapraklı salatalar (Crisphead)

Açık yeşil ve koyu yeşil yapraklı salatalar

Kahverengimsi-mor yapraklı salatalar

-Baş oluşturmeyen kıvırcık yapraklı salatalar (Bunching)

Açık yeşil ve koyu yeşil yapraklı salatalar

Kahverengimsi-mor yapraklı salatalar

Yağlı Salatalar (Butter)

-Baş oluşturan yağlı salatalar (Butterhead)

Açık yeşil ve koyu yeşil yapraklı yağlı salatalar

Yeşil üzerinde kahverengimsi renkli yapraklı yağlı salatalar

Kahverengimsi-mor yapraklı yağlı salatalar

Marullar (Romaine=Cos)

-Göbek oluşturan marullar (Yedikule)

Açık yeşil ve koyu yeşil yapraklı göbeksiz marullar

Kahverengimsi-mor yapraklı göbeksiz marullar

-Göbek oluşturmeyen marullar (Karamarul)

Açık yeşil ve koyu yeşil yapraklı göbeksiz marullar

Kahverengimsi-mor yapraklı göbeksiz marullar (Thompson ve Kelly 1957).

Salata ve marul kuvvetli ve oldukça derine inen etli bir kazık köke sahiptir. Bu kazık kök besin deposu olup etrafında bol miktarda saçak kök taşır. Saçak kökler doğrudan kazık kök üzerinden çıkar ve toprağın 20-30 cm derinliğinde dağılım göstermişlerdir (Bayraktar 1981).

Bitkinin sebze olarak değerlendirilen kısmı olan salata ve marul yaprakları çeşitlere göre farklılar göstermektedir. Yapraklar büyüklük açısından; büyük, orta ve küçük, yaprak şekli bakımından ise yuvarlak, oval-yuvarlak, basık-yuvarlak, basık, uzun ve orta-uzun olarak tanımlanmaktadır (Günay 1993).

Yaprakların kırmızı renk özelliğine üzerine antosyanin hücrelerinin yoğunluğunun etkili olduğu belirtilmektedir (Thompson 1949). Bazı çeşitlerde de yaprakların alt yüzeyleri tüylü olabilmektedir. Salata-marul yapraklarının görünüşü açısından çeşit ve formların ayrılmasında önemli bir anahtarı olan kıvrıcıklılık açısından yapraklar düz hafif kıvrıcık (dalgalı), orta kıvrıcık ve tam kıvrıcık olarak gruplandırılmaktadır (Eşiyok 1994).

Salata başları çeşitlere göre yuvarlak, basık-yuvarlak, uzun-yuvarlak veya elips şeklinde oluşabilmektedir. Ayrıca oluşan bu başlar lahanaya kadar sıkı veya gevşek yapılı olabilmektedirler (Bayraktar ve Vural 1966).

Salata ve marullarda çiçeklenme gün uzunluğu (fotoperiyodizm) ile ilişkilidir. Genellikle uzun gün bitkisi olarak tanımlanmakta olan marul bitkileri, çeşitlere göre değişmekle beraber belirli gün uzunluğuna ulaşıldığında (bazı çeşitler 11-14 saat, bazıları 17-18 saat) hava sıcaklığının da artışı ile birlikte çiçeklenmeye yönelmektedir (Duman ve ark. 1995).

Ege, Marmara ve Akdeniz bölgelerinde sonbahar, kış ve erken ilkbahar aylarında, biraz serin ve rutubetli olan Karadeniz ve Doğu Anadolu gibi bölgelerimizde ise bazı önlemler alarak tüm yıl süresince yetiştirilmesi mümkün olan marulun üretimini sınırlandıran en önemli sorunları sıcaklık ve gün uzunluğudur. Salata ve marul tohumlarının direkt olarak tarlaya ekimlerinde büyük sorunlar oluşmaktadır. Özellikle sıra üzeri mesafeler güzel ayarlanamaz ise birim alana hassas tohum ekimi yapılması mümkün olamamaktadır. Bu gibi nedenlere bağlı olarak bu sorunları ortadan kaldırabilmek için üretim sırasında mutlaka kaplanmış tohum (pellet tohum) kullanılması önerilmektedir. Kaplanmış tohumlar doğal ağırlıklarının 10-15 katı ağırlığa ulaştığında mibzer ile hassas ekim rahatlıkla yapılabilmektedir. Benzer bir yöntem olarak, tohumların jelatinimsi kağıt ve bantlar içine yerleştirilerek elde edilen bantların toprağa ekilmesi, çimlendirilmiş tohumların ekim öncesi K_3PO_4 ve PEG (polyethylene glycol) gibi maddelerin belirli dozdaki solüsyonlarında ön çimlendirme yapıldıktan sonra direkt tarlaya ekilmesi gibi çimlenme ve fide çıkışını arttırmaya yönelik çalışmalar başarıyla yapılmaktadır (Duman ve ark. 1995).

Fide ile yetiştirme mevsimine göre tava veya tahtalarda uygulanabilmektedir. Ayrıca; son senelerde geliştirilen topraklı fide ile üretim de fide ile üretimin farklı bir metodudur. Yetiştiriciliğin sonbahar kış döneminde yapılması planlanıyorsa fidelerin Ağustos-Eylül aylarında üretilmesi tavsiye edilmektedir. Bu aylarda fide üretimi için tavalar tercih edilir. Tavalar 120 cm genişliğinde ve belirli uzunluklarda hazırlanır. Toprak iyice inceltir. Bol organik gübreyle gübrenir. Bu tavalara tohum serpmeye olarak veya 8-10 cm sıra arası mesafelerle ekilir. Her iki ekimde de m²'ye 2-3g tohum kullanılır. Ekilen tohumlar 8-10 gün sonra çimlenerek toprak yüzeyine çıkarlar. Topraklı fide üretiminde değişik uzunluktaki viyoller tercih edilir. Viyoller torfla doldurulur ve her bir göze 1-2 tohum ekilir. Üzeri harç ile kapatılır, sulanır ve çimlenmeye bırakılır. Eylül ayı gibi sıcak dönemlerde dikilen topraksız fidelerde %30-35 oranında kayıp oluşur. Bu dönemde topraklı fide tercih edilirse bu kayıp sığır kadar düşürülebilir. Bunlara ek olarak; topraklı dikilen fidelerin daha erken hasat büyüklüğüne geldiği ve kaliteli baş oluşturduğu saptanmıştır (Eşiyok 1996).

Toprakta yeterli organik madde yoksa dönüme 4-5 ton yanmış çiftlik gübresi verilmesi önerilir. Toprağa çiftlik gübresi verilmesi durumunda mevcut besin maddeleri dikkate alınarak gübreleme programı hazırlanmalıdır. Çiftlik gübresi verilmediği durumlarda dekara 10-20 kg N, 10-12 kg P₂O₅ ve 18-20 kg K₂O verilmesi yeterli olmaktadır. En uygun gübreleme toprak analizine göre yapılacak gübrelemedir. Fosforlu ve potaslı gübreler fide dikiminden önce, azotun yarısı fide dikimi esnasında diğer yarısı gelişme döneminde sulamalardan önce verilmelidir. Hasat olgunluğuna gelmiş başlar bıçak ile kök boğazı kısmından kesilerek yapılır. Hasat sırasında yapraklar toprak ile bulaştırılmamalıdır. Kesimden sonra marulların hastalıklı, yaşlı ve bir miktar sararmış olan dış yaprakları atılır ve koçan en dış yaprak hizasından düzgünce kesilmelidir. Bu şekilde hasat edilen marullar başlar aşağıya gelecek şekilde ambalaj kaplarına tek sıra halinde yerleştirilir (Anonim 1995b).

Uygun olmayan aşırı gübreleme toprakta kirlenmelere, toprak reaksiyonunun değişmesine topraktaki besin maddelerinin dengesinin bozulmasına, makro ve mikro faunanın zarar görmesine, bitki gelişiminde anormalliklere neden olmaktadır. Toprağın toksik maddelerce zenginleşmesinin diğer sebepleri bilinçsiz şekilde kullanılan kimyasal

gübreler; özellikle fosfatlı gübreleme ile kadmiyum, krom, kobalt ve kurşununun artması, sanayileşme ve yoğun trafiktir (Ceran 2005).

1.1.Ağır Metallerin Kontaminasyon Kaynakları ve Sağlığa Etkileri

Ağır metaller biyolojik proseslere katılma derecelerine göre yaşamsal ve yaşamsal olmayan olarak sınıflandırılırlar. Yaşamsal olarak tanımlananların organizma yapısında belirli bir konsantrasyonda bulunmaları gereklidir ve bu metaller biyolojik reaksiyonlara katıldıklarından düzenli olarak besinler yoluyla alınmaları zorunludur (Bigersson ve ark. 1988). Antik çağlarda metallerin cevherleri işlenmeye başlandığından beri metaller insan faaliyetleri sonucu olarak doğal çevrimler dışında atmosfere, hidrosfere ve pedosfere yayılmaya başlamışlardır. Her gün yüzlerce kirletici doğaya deşarj edilmektedir. İnsanlığı tehdit eden kirleticilerin en önemlileri; petrol, yağ, klorlu hidrokarbonlar, radyoaktif atıklar, sentetik deterjanlar, pestisitler, yapay ve doğal tarımsal gübreler, ağır metaller, bakteri ve virüs gibi hastalık yapıcı canlılardır. Bu kirleticilerin içinde yer alan ağır metallere alıcı ortamların en ciddi kirleticileri gözüyle bakmak gerekmektedir. Çünkü ağır metal içeren kirleticiler sucul ortamlarda veya sucul canlılarda birikim gösterebilirler (Harte ve Owen 1991, Schüürmann ve Markert 1998, Sunlu ve Egemen 1998).

Ağır metaller binlerce yıl içinde yaşadıkları kayaçlardan, kimyasal, fiziksel ve biyolojik olarak ayrışma olayları ile çözünerek karasal ekosistemdeki toprak yapısına katılmışlardır. Bu maddeler toprak mikroorganizmaları ve bitki kökleri tarafından alınarak toprak üstü biyokütleyle taşınırlar. Bu biyokütle besin, yem ve yenilebilir enerji kaynağı olarak kullanılır, bir kısmı ise ham materyal olarak sistemde kalır ve toprak döngüsel olaylarına katılır. Bu çevrim olayları kapalı çevrim olayları olarak tanımlanır. Son yüzyıl ortalarına kadar, ağır metallerin büyük kısmı fosil enerji kaynakları ve yenilemeyen ham maddeler olarak yer kütleinin derinliklerinde inert olarak kalmışlardır. Endüstriyel kullanımın gereksinim duyduğu ham maddeye talep arttıkça, bulunduğu yerden alınıp işlenmeleri ve doğaya seyreltilip bırakılmaları yanında fosil kökenli maddelerin enerji kullanımı amacıyla yakılmaları ve diğer endüstriyel atıklarla biyosfere salınmaları sonucu bu elementlerden kaynaklanan kirlilik sorunları da gün geçtikçe artış

göstermiştir. Bu elementlerin biyolojik dolaşımını oluşturan topraklar aynı zamanda bu bileşiklerin son depolanma bölgesini de teşkil etmektedir. Bu süreçte toprakların doğal filtre edici özelliklerinin yanı sıra tamponlanma kapasiteleri ve toprakların pH, redoks potansiyeli, kation değişim kapasitesi, Cl, S, N içerikleri, organik maddelerin miktar ve niteliği gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri de önem taşımaktadır. Toprak çözeltisinde serbest kalan ağır metaller toprak organizmaları ve bitki kökleri tarafından alınmakta veya yeraltı suyuna karışarak su kalitesinin bozulmasına ve besin döngüsünün kirlenmesine neden olmaktadır (Haktanır ve Arcaç 1998).

Ağır metaller, su kaynaklarına, endüstriyel atıklar veya asit yağmurlarının toprağa ırmak, göl ve yeraltı sularına ulaşmasıyla geçerler. Sulara taşınan ağır metaller aşırı derecede seyrelirler ve kısmen karbonat, sülfat, sülfür olarak katı bileşik oluşturarak su tabanına çöker ve bu bölgede zenginleşirler. Ülkemizde kapalı göllerimizde yeterli çevresel önlem alınmadığı ve su havzalarında kontrolsüz sanayileşmeye izin verildiğinden ağır metal konsantrasyonu sürekli yükselmektedir (Kahvecioğlu ve ark. 2004).

1.1.1.Kobalt'ın Kontaminasyon Kaynakları ve Sağlığa Etkileri

Kobalt bileşimleri M.Ö. 2000'li yıllardan beri cam ve emayede mavi boya olarak kullanılmasına karşın, element olarak 1742 yılında İsveçli araştırmacı G. Brant tarafından yeni bir metal olarak ve 1780'de Torbern Bergman tarafından element olarak tanımlanmıştır (Habashi 1997). Yeryüzünde 25 mg/ton ortalama ile kobalt en az sıklıkla bulunan elementler grubundadır. Kobalt stratejik ve endüstriyel uygulamalarda ve askeri alanda kullanım alanlarına sahiptir (Shedd 1998). Kobaltın canlılara önemli zararları bulunmaktadır. Havada bulunan toz halindeki kobaltın solunması ve kobalt tuzlarına deri teması neticesinde kobalt zehirlenmesi gerçekleşir. Toz halinde alınan element kobalt akciğerlerde çözünerek kana ve idrara karışır. Suda çözünür kobalt bileşikleri ağız yolu ile alındığında % 75' i tekrar atılırken geriye kalan kobalt kan, karaciğer, akciğer, böbrek, testisler ve bağırsaklarda toplanmaktadır. (Habashi 1997). Kobalt ve kobalt bileşiklerinin insanlar üzerinde kansere neden olduğuna dair henüz kesin bulgular olmamasına rağmen, risk teşkil etmektedirler ve kanserojen madde gibi muamele görürler. Kobalt içeren implant takılan bölgelerde tümör oluşumuna da rastlanmış ve hayvanlar üzerinde yapılan

deneylerde, kobalt metalinin, suda çözünür kobalt bileşiklerinin kansere yol açtığı kanıtlanmıştır. Günlük besin ihtiyacımızda çok küçük bir yer teşkil eden kobalt, kırmızı kan hücreleri üretiminde ve sinir sisteminin çalışmasında kullanılan B12 vitaminin bileşenidir (Kendrick ve ark. 1992).

1.1.2.Nikel'in Kontaminasyon Kaynakları ve Sağlığa Etkileri

Nikel ilk olarak AxelCronstedt adlı bir İsveçli mineralojist tarafından, gersdorfit (NiAsS) cevheri araştırılırken bulunmuştur. Nikelin başlı başına bir element olduğu 1775'de Torbern Bergman ve arkadaşları tarafından kanıtlanmış ancak 1804'e kadar herhangi bir üretimi yapılmamıştır. İlk saf metal üretimi Jeremias Richter tarafından yapılmıştır. 1870'de çelik alaşımlandırma elementi olarak önem kazanan nikel daha sonra elektrolitik olarak kaplama teknolojisinin geliştirilmesiyle geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Toprakta eser element olarak bulunur (Habashi 1997). Nikelin ana kullanım alanı paslanmaz çelik, bakır-nikel alaşımları ve diğer korozyona dayanıklı alaşım üretimleridir. Saf nikel kimyasal katalizör olarak elektrolitik kaplamada ve alkali pillerde, pigmentler, madeni para, kaynak ürünleri, mıknatıslar, elektrotlarda, elektrik fişlerinde, makine parçaları ve tıbbi protezlerde kullanılmaktadır. Nikelin bilinen biyolojik fonksiyonu olmamakla birlikte orta seviyede zehirleyici özelliği vardır Nikelin organik formu, inorganik formundan daha zehirleyicidir. Bazı bitki türleri, örneğin; baklagiller, için yararlı bir element olan nikel, belli bir doz aşımında (0,18-5 ppm) zehirleyici olmaktadır (Habashi 1997).

1.1.3.Kadmiyum'unKontaminasyon Kaynakları ve Sağlığa Etkileri

Kadmiyum, çinko üretimine eşlik eden metal olarak üretilmiştir. Çinko üretiminde ortaya çıkıncaya kadar havaya, yiyeceklere ve suya doğal süreçlerle önemli miktarlarda karışmamıştır. Ancak günümüzde kadmiyum da çevre kirliliğine sebep olan ağır metaller arasında yerini almıştır. Günümüzde kadmiyum endüstriyel olarak nikel/kadmiyum pillerde, korozyona karşı özellikle denizel koşullara dayanımı nedeniyle gemi sanayinde çeliklerin kaplanmasında, boya sanayinde, PVC stabilizatörü olarak, alaşımlarda ve elektronik sanayinde kullanılmaktadır. Kadmiyum

fosfatlı gübrelerde, deterjanlarda ve rafine petrol türevlerinde bulunur ve bunların çok yaygın kullanımı sonucunda da önemli miktarda kadmiyum kirliliği ortaya çıkar.

İnsan yaşamını etkileyen önemli kadmiyum kaynakları; sigara dumanı, rafine edilmiş yiyecek maddeleri, su boruları, kahve, çay, kömür yakılması, kabuklu deniz ürünleri, tohum aşamasında kullanılan gübreler ve endüstriyel üretim aşamalarında oluşan baca gazlarıdır. Kadmiyum, önemli enzim ve organ fonksiyonlarında çinkonun yerini alabilmektedir ve bu fonksiyonların gerekli şekilde gerçekleşmesini engellemektedir. Zn ve Cd 'nin vücut içindeki oranları Cd zehirlenmesi Zn yetersizliğiyle arttığından çok önemlidir. Tahılların rafinasyon işlemi bu oranı düşürmekte ve dolayısıyla Zn eksikliği ve Cd zehirlenmesi fazla rafine edilmiş tahıl ve unların tüketimiyle artış göstermektedir. Kadmiyum diğer ağır metaller içinde suda çözünme özelliği en yüksek olan elementtir. Bu nedenle doğada yayılım hızı yüksektir ve insan yaşamı için gerekli elementlerden değildir. Suda çözünebilir özelliğinden dolayı Cd²⁺ halinde bitki ve deniz canlıları tarafından biyolojik sistemlere alınır ve akümüle olma özelliğine sahiptir. İnsan vücudundaki Cd seviyesi ilerleyen yaşla beraber artış gösterir ve genellikle 50' li yaşlarda maksimum seviyesine ulaştıktan sonra azalmaya başlar. Yeni doğmuş bebeklerde hiç kadmiyum bulunmaz ve kadmiyum, kurşun ve cıvanın aksine plasenta ya da kan yoluyla anne karnındaki bebeğe geçmemektedir. Normal olarak vücudumuzda 40 mg' a kadar kadmiyum bulunabilmektedir ve günlük olarak da 40 µg'a kadar kadmiyum vücuttan atılabilir. Bu seviyeler, kadmiyumun çoğunu topraktan yani yiyecekler yoluyla alınması nedeniyle bölgelere göre değişiklik gösterebilmektedir. Yiyecekler yoluyla alınan kadmiyumun yanı sıra su boruları yoluyla, sigara dumanı ve endüstriyel metal üretimi sonucu çıkan fabrika atıkları da diğer önemli kadmiyum kaynaklarıdır. Kadmiyum içeriği 0,01 mg/m³ havanın 14 günden daha fazla solunması durumunda kronik akciğer rahatsızlıkları ve böbrek yetmezliği ortaya çıkar (Anonim 1991).

1.1.4.Kurşun'un Kontaminasyon Kaynakları ve Sağlığa Etkileri

Biyosfere insan faaliyetlerine bağlı olarak önemli oranda yayılan kurşun, günümüzden 4000-5000 yıl öncesinde, antik uygarlıklar tarafından gümüş üretimi

esnasında yan ürün olarak keşfedilmiş ve tarih boyunca kurşun üretimi ve kullanımı giderek artış göstermiştir. Kurşun insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme en önemli zararı veren ilk metal olma özelliği taşımaktadır. Kurşun atmosfere metal veya bileşik olarak yayıldığından ve her durumda toksik özellik taşıdığından (Çalışma ortamında izin verilen sınır $0,1 \text{ mg/m}^3$) çevresel kirlilik yaratan önemli ağır metaldir. 1920'lerde kurşun bileşikleri (Kurşuntetraetil $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$) benzine ilave edilmeye başlanmıştır ve bu kullanım alanı kurşunun ekolojik sisteme yayınında önemli rol oynamıştır (227.250 ton/yıl ABD). Kurşun dağılımı incelendiğinde sanayileşme ve araba kullanımı ile kurşun yayını arasında ilişki açıkça görülmektedir. Kurşun içeren pestisitlerin, gübrelerin arıtma çamurlarının ve kompostun kullanımı tarım topraklarına Pb bulaştırmaktadır (Kalbasi ve ark. 1995).

Kurşunlu benzin ve boya maddelerinin yanı sıra yiyecekler ve su da kurşun kaynağı olabilmektedir. Özellikle endüstriyel ve şehir merkezlerine yakın yerlerde yetişen yiyecekler; tahıllar, baklagiller, bahçe meyveleri ve birçok et ürünü bünyesinde normal seviyelerin üzerinde kurşun bulundurur. İnsan vücudundaki kurşun miktarı tahmini ortalama olarak 125-200 mg civarındadır ve normal koşullarda insan vücudu normal fonksiyonlarla günde 1-2 mg kadar kurşunu atabilme yeteneğine sahiptir. Birçok kişinin maruz kaldığı günlük miktar 300- 400 mg'ı geçmemektedir (Bigersson ve ark. 1988).

1.1.5. Bitkilerde Kobalt, Nikel, Kadmiyum ve Kurşun Konsantrasyonu

Doğal ve insan etkinlikleri sonucu ekosisteme karışan ağır metaller, bitkiler tarafından alınarak çeşitli vejetatif kısımlarında ve ürün organlarında depolanır. Bu olay zamanla bitkilerde ağır metal kirliliği oluşturmaktadır. Böylece ekosisteme karışan ağır metaller, besin zinciri yoluyla zaman içerisinde canlılarda önemli sağlık sorunları oluşmasına neden olmaktadır. Bitkiler için ağır metalin ana kaynağı yetişme ortamı yani toprak veya besi çözeltisi ve havadır. Bir ağır metalin biyolojik olarak alınabilirliğini belirleyen en önemli faktör, bu metalin toprak elemanlarına bağlanması ya da adsorbsiyonudur. Adsorbsiyon, çözeltideki bir kimyasal elementin toprak parçaları tarafından tutulmasıdır. Bu termodinamik kurallara bağlı olarak gerçekleşen bir kinetik reaksiyon olup, yüzeydeki elektrostatik kuvvetler değişim göstermektedir.

Toprak materyalinin yüzey değişiklikleri bazı iyonlar tarafından oluşturulur, örneğin düşük pH'ta bu parçacıkların yüzeyi pozitif olarak yüklüdür, ancak yüksek pH'ta negatif yüklü bir yüzey gelişir. Toprak kolloidleri genellikle negatif yük taşır ve kationlar diğer kationlarla yer değiştirebilir (Bruggenwert ve Kamphort 1979).

Toprakta bulunan ağır metaller arasındaki antagonistik (Bileşkenin birimlerinin birbirine göre daha az etkili olması) veya sinerjik (iki etkenin beraberce olan etkisinin, her ikisinin tek başına etkisinin toplamından daha fazla olması) rekabet ağır metallerin bitkiye alınımı ve toksik etkiyi artırır. Bazı elementler birbiriyle hem antagonistik hem de sinerjik olabilirler, ancak antagonistik etki daha fazla görülür. Elementlerin birbiriyle ilişkisi Çizelge 1.4.'de görülmektedir.

Çizelge 1.4.Bazı ağır metallerin birbiriyle ilişkisi değiştirebilir (Bruggenwert ve Kamphort 1979).

Element	Antagonistik	Sinerjistik
Cd	Ca, P, K, Zn, Al, Se, Mn	Pb, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Mg
Pb	Ca, P, S, Zn	Cd
As	P, Mn, Zn	
Hg	P, K	

Kirliliğe yol açan ağır metallerin bitkilerce alımında; ağır metal transfer faktörü, bitkinin çeşidi, bitkiden alınan bölümü, bitki ve bitki organlarının yaşı, bitkinin gelişim dönemi, bitki türü, bitkinin ağır metale dayanıklılığı gibi faktörler önem taşır. Transfer faktörü topraktan bitkiye ağır metal alımında bir ölçüdür. Bu faktör, bitkideki ağır metal miktarının topraktaki ağır metal miktarına oranıdır (Hasselbach 1992).

Sauerbeck (1982) tarafından bildirilen bazı ağır metallerin transfer faktörleri Çizelge 1.5.'de görüldüğü gibidir.

Çizelge 1.5.Bazı ağır metallerin transfer faktörleri

Element	Transfer Faktörü
Pb, Cr, Hg, Co, As	0,01-0,1
Cu, Ni	0,1-1,0
Cd,Zn,Tl	1,0-10,0

1.2. Yetiştiricilikte Kullanılan Bölgelerin Genel Özellikleri

Dünyamız hızlı bir değişim halindedir. Bir yandan aşırı nüfus artışı, düzensiz ve plansız kentleşme, öte yandan yoğun endüstrileşme sebebiyle, soluduğumuz hava; zararlı gazlarla, su kaynakları endüstriyel ve kentsel atıklarla kirlenmekte, su ekosistemlerinde yaşamını sürdüren canlılar giderek yok olmaktadır. Ayrıca tarım topraklarının inşaat alanlarına dönüştürülmesi ve tarım alanlarının her geçen gün artarak kirlenmesi, gıda ve beslenme problemlerinin yükselmesi sonucunu ve benzer olumsuzlukları beraberinde getirmektedir. Fosil yakıtların kullanımı, evsel atıklar, endüstriyel kökenli katı ve sıvı atıklar, tarımsal ilaç ve gübre kullanımından oluşan kirlilik yaşadığımız dünyayı devamlı ve artan şekilde kirletmektedir. Suyun çevresel döngüsü sırasında antropojenik (doğada insanoğlunun neden olduğu etkiler) kullanımdan kaynaklanan çok çeşitli yabancı madde ile karışması, sularda önemli kirlenme sorunları oluşturmaktadır. Yerleşim ve endüstriyel alanlarda su kullanımının sonucunda önemli miktarlarda atık yük taşıyan kirli sular meydana gelir. Bu suların belirli düzeylerde arıtılmaması durumunda, sistemlerin kendilerini yenileme kapasitesinin üzerinde atık maddeler ile bulaştırılması nedeniyle su kalitesi şiddetli şekilde bu değişimden etkilenir. Değişimin sonucu olan kirlenmiş suların çeşitli şekillerde ulaştığı ortamlarda kirlenme sorunları meydana gelir. Bu ortamlardan biri olan topraklarda kirlenme sorunlardan belki de en önemlisi tarımsal amaçlı sulamalarda kirli suların kullanılmasıdır. Son 25-30 sene içerisinde oluşan hızlı sanayileşme ve kentleşme süreci, Bursa ovasının önemli bir su kaynağı olan Nilüfer Çayı'nın da kentsel ve sanayi kaynaklı atıklar tarafından ciddi boyutlarda kirlenmesine neden olmuştur. Nilüfer Çayı'nın özellikle ağır metallerce kirletilmesi ve bu suların sulama amaçlı tarımsal faaliyetlerde kullanılması, beraberinde tarım alanlarında ağır

metal kirliliği sorununun meydana gelmesine neden olmuştur. Türkiye'nin uluslararası öneme sahip sulak alanları arasında yer alan, doğal güzellik ve tarımsal zenginlik bakımından önde gelen İznik Gölü de ne yazık ki bu olumsuzluklardan payını almaktadır (Meşeli 2010).

1.2.1. Nilüfer Çayı ve Kirlilik Kaynakları

Marmara Bölgesi'nin önemli akarsularından biri olan Nilüfer Çayı 203 km uzunluğundadır. Çay, Uludağ'ın güney yamaçlarında bulunan iki mağaradan çıkar. Başlangıç bölümünde adı Aras Suyu' dur. Bu su batı doğrultusunda akarken çeşitli kollarla birleşerek "Nilüfer" adını alır. Doğancı köyü yakınlarında önüne kurulan bir barajla (Doğancı Barajı) Bursa kenti içme suyunun önemli bir bölümünü depolar. Ayrıca kentin içme suyu gereksinimini karşılamak üzere, çay üzerinde Nilüfer Barajı yapımı da sürmektedir. Bursa Ovası ve çevresinin derelerini ve Çayırköy Ovası'ndan Ayvalı Dere'yi alarak Uluabat Gölü'ne ulaşan Nilüfer, daha sonra Susurluk Çayı ile birleşerek Karacabey Boğazı'ndan Marmara Denizi'ne dökülür. Bursa'daki Soğukpınar, Kaplıkaya, Değirmendere ve Madendere ile Uludağ'ın kuzeyinden doğan Gökdere, Kırkpınar ve Balıklı derelerinin tümü Nilüfer'e karışarak Marmara Denizi'ne dökülür (Anonim 2015a).

İlçeye adını veren Nilüfer Çayı'nda, Bursa'daki hızlı kentleşme ve kontrolsüz sanayileşmeyle oluşan evsel ve endüstriyel atıkların uzun yıllardan beri arıtılmadan direkt deşarj edilmesi, yapılan tarımsal faaliyetler esnasında kullanılan gübre ve pestisitlerin drenaj suları ile derelere çaylara ulaşması, ayrıca hava kirleticilerin iklim elemanları (yağmur, kar v.b.) ile alıcı ortamlara ulaşmaları sonucu ciddi boyutlarda su kirliliği yaşanmaktadır. Nilüfer Çayı'nın su kalitesini izleme çalışması BUSKİ Genel Müdürlüğü ve Devlet Su İşleri (DSİ) 1. Bölge Müdürlüğü tarafından sürdürülmektedir Fakat; yeraltı sularının kalitesini belirleme yönünde yeterince izleme çalışması bulunmadığından bu konu ile ilgili yeterli düzeyde bilgi bulunmamaktadır. Nilüfer Çayı'nın önemli bir kısmı Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre Sınıf 3 (kirlenmiş su) ve Sınıf 4 (çok kirlenmiş su) özellikleri taşımaktadır. Kirliliğin ana sebebi; kimyasal oksijen ihtiyacı, ağır metal, tuzluluk vb. gibi yönetmelik parametrelerinin yanı sıra renk unsurunu da en çok içeren endüstriyel atıksulardır. Nilüfer Çayı'nın

biyolojik kirlenmesinde, büyükşehir sınırları içerisinde yer alan ancak kanalizasyon şebekesine bağlanmamış belde, köy ve münferit tesislerin getirdiği evsel atık sular ile Uludağ Oteller Bölgesi'ndeki otellerin atıksuları önemli rol oynamaktadır. Şehir içerisinde kalmış Balıklı, Otosansit, Beşevler Küçük Sanayi Sitesi vb. bölgelerden gelip kanalizasyon şebekesiyle BUSKİ Doğu ve Batı Atıksu Arıtma Tesisleri'ne gelen endüstriyel nitelikli atıksular arıtma verimini düşürmektedir. Bazı semtlerde yer alan (Hasanağa OSB, Demirci mah., Yaylacık, Kayapa, Akçalar, Görükle, İrfaniye, Samanlı, Panayır, İsmetiye, Ahmetköy, Hasköy vs.) arıtma tesisi olmayan sanayi tesisleri, sanayi bölgelerinden kaynaklanan endüstriyel nitelikli atıksular Nilüfer Çayı'nın en önemli kirlilik kaynakları arasındadır. Yeşil Çevre, Nosab, Çalı, Badırğa Deri OSB gibi arıtma tesisleri olan ancak çalıştırılmayan veya istenilen su kalitesinde arıtım sağlamayan bölgeler için revizyon gerekmektedir. Nilüfer Çayı'ndaki endüstriyel kirliliği oluşturan ağır metaller ve tuzluluğun en önemli kaynakları; kanalizasyon şebekesine ön arıtmaları olmadan ya da Nilüfer'e arıtmaları olmadan deşarj yapan 300 civarında metal kaplama ve 50 civarı tekstil boyahane tesisidir. Endüstriyel ve evsel katı atıklar ile inşaat molozlarının bir kısmı halen Nilüfer Çayı'na atılmaktadır. Arıtma tesislerinden çıkan arıtılmış su kalitesi tarımsal sulama için yeterli kalitede olmadığından sulama için sürekli yer altı sularına yönelmek Bursa ovasında yer altı sularını son 30 yılda 20 m. den 170 m. derine çekmiştir. Bu durum, Nilüfer Çayı havzasında üreticileri motopomplar ile tehlikeli endüstriyel atık su içeren sulama yapmaya zorlamaktadır (Karaer 2011)

Çizelge 1.6. Nilüfer ilçesine bağlı bulunduğu veya ilçede kurulmuş olan evsel ve endüstriyel atık su arıtma tesislerinin durumu (Karaer 2011)

Tesisin Adı	Arıtma Türü	Kapasitesi (m ³ /gün)	Deşarj Ortamı
Buski Batı AAT	İleri Biyolojik	87.500	Ayvalıdere
Buski Çalı AAT	Biyolojik	1.000	Çalı Deresi
BuskiKayapa Paket AAT	Fiziksel,Biyolojik	400	Kayapa Deresi
BuskiHasanağa Paket AAT	Fiziksel,Biyolojik	1.200	Hasanağa Deresi
BTSO OSB AAT	Fiziksel,Kimyasal	80.000	Ayvalı Deresi
NOSAB AAT	Fiziksel,Kimyasal	792	Nilüfer Çayı
Bursa Deri OSB AAT	Fiziksel,Kimyasal, Biyolojik	4.000	Nilüfer Çayı
HOSAB AAT	Fiziksel,Biyolojik	---	Hasanağa Deresi
Karsan Otomotiv San. Tic. A.Ş.	Fiziksel,Kimyasal	1.000	Hasanağa Deresi
Penguen Gıda San A.Ş.	Fiziksel,Biyolojik	5.510	Hasanağa Deresi
Kerevitaş. Gıda San. Tic. A.Ş.	Fiziksel,Biyolojik	2.000	Ulubat Gölü

İlçe sınırları içerisinde Nilüfer Organize Sanayi Bölgesi (NOSAB) atıksu arıtma tesisi bulunmakla birlikte, disipline edilmemiş ve OSB dışında faaliyet gösteren firmaların atık su deşarjları risk oluşturmaktadır. İlçe sınırları içerisinde yer alan Hasanağa Organize Sanayi Bölgesi'nde (HOSAB) inşaatı tamamlanma aşamasında olan 1.000m³/gün kapasiteli bir atıksu arıtma tesisi bulunmaktadır. Bölgede sanayi tesisinin proses suyu BUSKİ'den temin edilmekte olup, bununla birlikte yeraltı kaynaklarından çekilen, DSİ kanalından alınan ve açık olan kuyulardan sağlanan kaçak su kullanımları bulunmakta ve çevre açısından problemler oluşturmaktadır. Tehlikeli atıkların taşıma maliyetlerinin yüksek olması ve bertaraf tesislerinin az olması bölgedeki sıkıntılar arasındadır (Karaer 2011).

1.2.2. İznik Havzasının Coğrafi Yeri ve Doğal Çevre Özellikleri

İznik Gölü Marmara Bölgesinin doğusunda ve Bursa ili sınırları içerisinde yer almaktadır. Gemlik Körfezinin doğusunda Garsak Eşiğinden başlayarak doğu-batı yönünde 32 km boyunca uzanmaktadır. Ortalama olarak 40°21'-40°36' kuzey paralelleri ile 29°11'-29°29' doğu meridyenleri arasında kalmakta olan İznik Gölü'nün içerisinde yer alan depresyon (çevresine göre çökmüş bir yeryüzü şekli) doğu batı yönünde uzanış göstermekte olup İznik Depresyonunun ortalama genişliği kuzey güney yönünde 20-25 km, ortalama uzunluğu ise doğu-batı yönünde 60 km'yi bulmaktadır (Şekil 1.1.). İznik Gölü'nün denizden yüksekliği 85 metredir ve en derin kısmı güney kıyılara yakın olup 70 metreden biraz fazla olmaktadır. Yüz ölçümü 298 km²'dir. İznik Gölü, kuzeyden ve güneyden dağlarla çevrelenmiştir (Ardel 1954).



Şekil 1.1. İznik Gölü'nün coğrafi konumu

İznik Gölü'nü çevreleyen alanda beş ana toprak çeşidi oluşmuştur. Bu toprak çeşitlerinden en geniş alanı kaplayan toprak tipi, kireçsiz kahverengi orman topraklarıdır. Gölün kuzeyinde geniş yer kaplayan bu topraklar, İznik Gölü'nün güneyindeki Dırızali Köyü ile Kirazlıyayla arasında yayılış göstermektedir. Diğer toprak gurupları içerisinde önem sırasına göre kahverengi orman toprakları, kırmızı kahverengi Akdeniz toprakları, kolüvyal ve alüvyal topraklar yer alır (Ardel 1954).

İzник Gölü'nün Kirlilik Kaynakları

İzник Gölü havzası uygun iklim ve toprak özelliklerinin yanında sulama olanaklarının bulunması ve polikültür tarımın uygulanmasıyla Güney Marmara Bölgesinin önemli tarımsal üretim merkezlerindedir. Marmara Havzası ve Güney Marmara Bölgesinin en büyük gölü olan İzник Gölünün 12,2 milyar m³ su hacmi ve yıllık 80 milyon m³ su verimi ile yaklaşık 12,000 ha tarım alanı sulanmaktadır. Bölgedeki tarımsal sulamalar için önemli bir su kaynağı olarak tarımsal üretim üzerinde büyük bir etkiye sahip olan göl; endüstri suyu temini, su ürünleri üretimi, yüzme, amatör balıkçılık, su sporları ve günü birlik tatil olanakları ile sadece tarım için değil, endüstri ve sosyal aktiviteler yönüyle de bulunduğu yöre için oldukça önemli bir konuma sahiptir (Başar ve ark. 2003).

Göle yakın tüm yerleşmelerin kanalizasyon ve atık suları da göle verilmekte ve göl sularında giderek yükselen bir kirlilik meydana gelmektedir. Son zamanlarda bu kirlenmeler artık gözle görülür bir biçimde oluşmaya başlamıştır. Ne yazık ki hiçbir resmi kurum ya da kuruluş tarafından gerek İzник Gölü, gerekse yöredeki akarsularla ilgili bir kirlilik ölçümü ve su analizi yapılmadığı anlaşılmıştır. Gölde kirlenme İzник ve Orhangazi ile Sölöz deltası kıyılarında oldukça yüksek bir düzeye ulaşmış olup belirgin bir hal almıştır. İzник'te bulunan Marmara Birlik Zeytin İşleme tesisleri, Orhangazi'deki İspak endüstri tesisleri ve Orhangazi mezbahası bu kirlenmede önemli bir rol oynamaktadır (Görçün 2008). Yapılan araştırmalara göre, bölgede su kirliliğinin artmasına neden olan bazı endüstri tesisleri ve deşarj ettikleri kirli atık su oranları çizelge 1.7.'de verilmiştir.

Çizelge 1.7.İznik Gölü ve çevre akarsulara atık su deşarj eden endüstri tesisleri

İznik Gölü ve Çevre Akarsulara Atık Su Deşarj Eden Endüstri Tesisleri		
Tesis	Sektörü	Atık su miktarı (m ³ /gün)
SwedishMatch Kibrit ve Çakmak End.A.Ş	Orman ürünleri	50-200
Asilçelik San. Tic.A.Ş. -Orhangazi	Demir-Çelik Endüstrisi	200-1000
Ormo Yün İplik San.- Orhangazi	Tekstil Endüstrisi	200-1000
Namsal Gıda San. -Orhangazi	Gıda Endüstrisi	200-1000
Polifleks Otomotiv San. –Orhangazi	Otomotiv Endüstrisi	200-1000
Karbogaz-Co ² ve Kuru buz San. – Orhangazi	Kimya Endüstrisi	50-200
Döktaş Döküm San. -Orhangazi	Döküm Endüstrisi	200-1000
Cargill Tarım San. -Orhangazi	Mısır işleme	200-1000
Mezbaha-Orhangazi	Hayvan kesimi	<200
Marmara Birlik Zeytin- İznik	Zeytin işleme	200-1000

Türkiye'nin uluslararası öneme sahip sulak alanları arasında yer alan İznik Gölü ve gölü çevreleyen arazi doğal yaşam alanı veya tarım alanı farkı gözetmeksizin yerli ve yabancı endüstri kolları tarafından kirletilmektedir. İznik ve Orhangazi'deki sanayi tesislerinden, çevredeki yerleşim birimlerinden ve küçük zeytinyağı fabrikalarından da göle kirli sular ve kanalizasyon suları karışmaktadır. Sonuç olarak İznik Gölü ve çevresindeki meydana gelen kirlenme bu yoğunlukta devam edecek olursa önümüzdeki 10-20 sene içerisinde İznik Gölü ekosistemi de ülkemizdeki pek çok göl alanı gibi geriye dönülemeyecek bir hal alacak ve kirlenmiş olacaktır (Sonal 1995).

Son yıllarda dünyadaki nüfus artışına paralel olarak endüstriyel faaliyetlerin artması başta su, hava ve toprak olmak üzere doğal kaynakların kirlenmesi tüm canlı hayatını tehdit eden boyutlara ulaşmıştır. Ülkemizde bu kirlilikten nasibini almış olup hızlı sanayileşme ve nüfus artışıyla beraber bu problemler daha sık gündeme gelmeye başlamıştır. Çoğunlukla endüstriyel faaliyetler nedeniyle çevreye karışan ağır metaller

kolayca birikip çevrede ve özellikle de toprakta kompleks yapılar oluşturmakta ve tehlikeli kirleticiler olarak tanımlanmaktadır. Ağır metaller, çoğunlukla buldukları ortamda biyodegradasyona uğramamaktadırlar ve bu nedenlerle kolayca toprakta birikebilmekte ve kompleks yapılar oluşturarak zehirlilik miktarlarını da yükseltmeleri mümkün olmaktadır. Günümüzde sanayileşmenin artmasıyla birlikte çevrede ve toprakta oluşan ağır metal birikimi yüksek miktarlara ulaşmıştır. Topraklarda ağır metal kirliliği çoğunlukla yüzeyde veya yüzeye yakın kısımlarda oluşmaktadır. Çünkü ağır metallerin hemen hemen tamamı toprakta kil mineralleri üzerinde adsorbe olmakta ya da topraktaki organik bileşiklerle birlikte kararlı forma dönüşebilmektedirler. Toprakta ağır metal birikimi derinlikle beraber genellikle azalmaktadır (Tok 1997, Sümer ve ark. 2013).

Ağır metaller genellikle toprakta toksik formlarda bulduklarında bitkilerde transpirasyon, stoma hareketleri, su absorpsiyonu, fotosentez, enzim aktivitesi, çimlenme, protein sentezi, membran stabilitesi, hormonal denge gibi çok sayıda fizyolojik olayın bozulmasına sebep oluşturmaktadır (Asri ve Sönmez 2006).

Toprakta ağır metallerin oluşturdukları kirliliğin bitkilerdeki semptomları metalden metale değişebildiği gibi bitki türleri arasında da farklılık gösterebilmektedir. Bitkilerdeki genel olarak görülen ağır metallerin toksisite belirtileri klorosis, kahverengi beneklerin oluşumu, yaprak, gövde ve kök kısımlarının deformasyonu gibi değişik nekrotik belirtiler şeklinde görülebilir (Tok 1997, Kacar ve İnal 2010, Karaman 2012).

Sanayi atık sularının birikimiyle topraklardaki eser element seviyeleri her geçen gün artış göstermektedir. Bu sebeple bu topraklarda yetiştirilen bitkilerdeki ağır metal konsantrasyonlarının artış göstermesi insan sağlığını tehdit etmektedir. Atık sularla bitkilerin insanlar üzerindeki zararlı etkilerini belirlemek için bu tür bitkilerde toksik türlerin tayinini belirlemek önemlidir (Deveci 2012).

Salatalar yapraklı sebzeler arasında en iyi akümülatörlerden biridir ve bünyelerinde çoğunlukla kadmiyum başta olmak üzere nikel ve kobalt gibi ağır metaller biriktirir. Sulama sularını kirleten ağır metaller bitkilerde strese sebep olmaktadır (Asada 1992).

Stres ise bitkilerin fizyolojisini etkiler, onların genetik potansiyellerini değiştirmektedir. Ağır metaller özellikle belirli dozlardan itibaren bitkilerdeki fizyolojik ve biyokimyasal olayları direkt veya indirekt olarak etkilemektedir. Bitki türlerinin abiyotik stres faktörlerine olan toleransları da aynı değildir. Bu durum salatların tipine, çeşidine stres faktörlerine maruz kalma süresine ve strese maruz kalan doku veya yapısına göre büyük büyük farklılıklar oluşturmaktadır (Barman ve ark. 2000).

Nitratlar ve nitritler sebzelerde, meyvelerde, yem bitkilerinde, tatlı sularda doğal olarak bulunmaktadır. Besinlerdeki fazla nitrat ve nitritler direkt olarak insan ve hayvan sağlığına zararlı etkiler oluşturabildiği gibi karsinojenik N-nitroso bileşiklerine dnşebildikleri için de önem arz etmektedir. Kuraklık, yetersiz ışık, bitki türü, bitki dokusunun zarar görmesi, azotlu gübrenin toprağa fazla atılması bitkilerde nitrat birikimini artıran faktörlerin başında gelir. Farklı bitki kısımlarının kullanılması etkiyi ve mekanizmayı ortaya koymak açısından uygundur (Oruç ve Ceylan 2001).

Sanayileşme ve fazla nüfus artışı ile beraber kimyasal gübre ve ilaç kullanımındaki artışlar da su kaynaklarını kirletmeye başlamıştır. Sanayinin gelişmesiyle birlikte, kirletici türleri ve oranları da yükselmiştir. Sanayi kaynaklı siyanür, bakır, cıva, kurşun, kadmiyum, arsenik vb. inorganik bileşikler, tarımsal uygulamaların oluşturduğu kimyasal gübre atıkları, pestisit atıkları ve deterjanlar su kaynaklarına karışarak insan sağlığını tehdit etmektedir. Bitki besin elementleri içerisinde azot alınımının gereğinden fazla olması veya alınan azotun proteine kadar olan dönüşümünün engellenmesi bitkide azot birikimine sebep olmaktadır. Nitrat içeren gübrelerde yüksek miktarda NO₃ birikimine neden olmakta ve yaprakta akümüle olmaktadırlar. Bu çalışmanın temel amacı; bölgemiz için önemli sulama kaynağı olan İznik Gölü ve Nilüfer ayı'nda sanayiye evsel atıkların neden olduğu su kaynaklı kirliliğin tarıma verdiği zararın tespitinde bir adım oluşturmaktadır. Bu amaca yönelik olarak bölgemizde yoğun yetiştirilen ve tüketilen ayrıca ağır metaller açısından iyi bir akümülatör bitki olan salata gurubu sebzelerde ağır metal birikimi oranını belirleyerek kalitesindeki değişimleri tespit etmektir.

2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

İzmit Gölünün sulama suyu kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla gölden 3 adet pompa istasyonundan, 3 adet pompa istasyonu açığından ve 4 adet sulama kanalından olmak üzere toplam 10 adet su örneği alınmıştır. Yapılan analiz sonucuna göre İzmit Göl suyunun pH'sı 9.10-9.20 arasında, EC'si 911-941 $\mu\text{S cm}^{-1}$ arasında belirlenmiştir. Sulama suyu sınıfı olarak C₃S₁ sınıfında yer almakta ve gölün RSC değeri 2.84 me L⁻¹ ile kritik sınırın üzerinde bulunmuştur (Başar ve ark. 2002).

Üstün (2011) tarafından yapılan çalışma kapsamında havzasında yoğun sanayileşme, kentleşme ve tarımsal faaliyetlerin yer aldığı Nilüfer çayında 8 metal kirleticinin (As (toplam), Cd, Cr (toplam), Cu, Mn, Ni, Pb, Zn) içeriği 2002 ve 2007 yılları arasında (2004 yılında çalışma yapılmamıştır) incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar ulusal ve uluslararası su kalite yönergeleriyle kıyaslanmıştır. Ölçüm dönemi boyunca kurulan atık su arıtma tesislerinin su kalitesine etkisi de dikkate alınmıştır. Nilüfer Çayı su kalitesinin havza boyunca yıldan yıla kötüleştiği tespit edilmiştir. Yoğun atık su deşarjı çayda atık su ağırlıklı bir akış oluşturmuş ve su kalitesi zamanla kötüleşmiştir. Ulusal yüzeysel su kalite sınıflandırmasına göre Nilüfer Çayı havzası çıkış noktasında toplam krom (TCr) ve kurşun (Pb) seviyeleri açısından 'çok kirlenmiş su' sınıfına girmektedir. Nilüfer çayı ortalama metal konsantrasyonları genellikle uluslararası standartlardan yüksektir. Sonuç olarak havzadaki insan aktiviteleri ile bağlantılı olarak Nilüfer Çayı'nda metal kirliliği tespit edilmiştir (Üstün 2011).

Yapılan araştırmada, dere kıyısı, şehir içi, sanayi bölgesi, kenar semt, yol kenarı ve kontrol bölgesi olmak üzere İstanbul'un toplam altı bölgesinde, *Petroselinum crispum*, *Brassica oleracea* var. *acephala*, *Beta vulgaris* var. *cicla*'ya ait yıkanmış ve yıkanmamış sebze örnekleri ile yetiştikleri toprak örnekleri toplanılarak altı toksik metalin miktarı tayin edilmiştir. Toplanan örneklerde Cd, Cr, Cu, Ni, Pb ve Zn miktarları, ICPOES kullanılarak tayin edilmiştir. Yıkanmamış örneklerde metal birikiminin en yüksek miktarda olduğu belirlenmiştir. Endüstriyel ve yol kenarlarında yetiştirilen bitkilerde ise metal birikiminin fazla olduğu paralellik göstermiştir. Elde edilen sonuçlara göre bitkilerde ağır metallerin en yüksek ve en düşük miktarları Cd için 0,28-0,89 $\mu\text{g/g}$ kuru

ağırlık, Cr için 5,33-14,04 µg/g kuru ağırlık, Cu için 1,47-5,19 µg/g kuru ağırlık, Ni için 3,06-13,65 µg/g kuru ağırlık, Pb için 29,28-86,20 µg/g kuru ağırlık ve Zn için 3,70-5,74 µg/g kuru ağırlık arasında farklılık göstermektedir. Bitkilerde toplam metal konsantrasyonlarının sıralanışı Pb>Cr>Ni>Zn>Cu>Cd şeklinde olmuştur (Aksoy ve ark. 2012).

Gaziantep'te yapılan bir çalışmada tarımsal sulamada kullanılan atık sulardaki kurşun miktarının bazı tarım bitkilerinde yapmış olduğu kirliliğin miktarlarının ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle Karahöyük ve Salkım köyü civarında yöre halkı tarafından çok yetiştirilen ve tüketilen bazı tarım bitkilerinden olan domates, biber, patlıcan ve mısır bitkilerinin (*Lycopersicon esculentum L.*, *Capsicum annuum L.*, *Solanum melongena L.*, *Zea mays L.*) farklı organlarında (kök, gövde, yaprak) ve bu bitkilerin yetiştirildiği alana ait topraklardaki kurşun (Pb) miktarı belirlenmiştir. Sulama suyu toprak ve bitki örneklerindeki kurşun miktarları, temiz su ile sulanan Bostancık köyü çevresinden alınan sulama suyu, toprak ve bitki örnekleri ile karşılaştırılmıştır. İki yıl tekrarlı olarak yapılan araştırma sonucunda, bitkilerde ve bitkilerin yetiştirildiği toprak ve sulama suyunda tespit edilen kurşun miktarlarının kontrol bölgesine göre $P < 0.05$ düzeyinde önemli bir artış gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca; bu bitkilerdeki kurşun oranlarının kök>gövde>yaprak şeklinde olduğu belirlenmiştir (Kafadar ve Saygıdeğer 2010).

Erdoğrul ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada, Kahramanmaraş sebze satıcılarından alınan patates, havuç ve ıspanakta demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn), kadmiyum (Cd) ve nikel (Ni) düzeylerini Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre cihazı ile ağır metal analizleri yapılmıştır. Patates, havuç ve ıspanakta ortalama demir değerleri sırası ile 1,26, 0,98 ve 13,02 ppm; ortalama bakır değerleri; 0,016, 0,055 ve 0,043 ppm'dir; ortalama mangan değerleri 0,37, 0,18, ve 0,59 ppm ve ortalama kadmiyum değerleri; 0,02, 0,019, 0,021 ppm olarak saptanmıştır. İncelenen sebze örneklerinde nikel tespit edilememiştir.

Foseptik atıklar ile sulanan Hevsel bahçelerindeki marul (*Lactuca sativa L. var. Longifolia Lam.*) bitkisi ile bu alana ait su ve toprak örneklerinin Zn, Cu, Pb, Mn ve Fe miktarları tayin edilmiştir. Ayrıca bu atıkların karışmadığı fabrika deresi civarındaki

marulların ve bu alana ait toprak ve su örneklerinde Zn, Cu, Pb, Mn ve Fe miktarları da tayin edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, foseptik sularla gelen Zn, Cu, Pb, Mn ve Fe miktarları diğer alana göre daha yüksek olarak belirlenmiştir. Bu sebeple bu atıkların etkilediği alandaki marul ve toprak örneklerinde bu metallerin daha fazla birikim gösterdiği saptanmıştır (Demir ve Aydın 2000).

Ürünlerde toprak kaynaklı olarak biriken PAHs (Poliaromatik hidrokarbanlar) ve ağır metaller insan sağlığı açısından riskler oluşturabilmektedir. Serada gerçekleştirilen denemede marul örnek bir sebze oluşturmakta olup kirli su ile sulamada PAHs ve ağır metallerin birikimini belirlemede öncülük etmektedir. Toprakla kontaminasyonunda toplam PAH konsantrasyonları 1.5^{-1} mg/kg 'dan 3.4^{-1} mg/kg'a kadar artmaktadır. Fakat; 1.2 mg/kg'ı örnek teşkil etmektedir. Doğrusal regresyon analizleri göstermiştir ki toprak ve kökler arasındaki ilişkilerde PAH konsantrasyonları; LMW-PAHs (R^2 0.51 VE 0.92 arasında), HMW-PAHs (R^2 0.02 ve 0.60)'tan daha güçlüdür. LMW-PAHs'nın yer değiştirmesi HMW-PAH'tan daha hızlı olduğunu ileri sürmektedir. Bunun da ötesinde bulgular göstermektedir ki HMW-PAHs birikimi için kökten alım ana yoldur. Bitki sürgünleri ayrıca; yüksek derecede HMs ve özellikle Cd ($0.4 - 0.9$ mg/kg⁻¹), Cr ($3.4-4.1$ mg/kg⁻¹), Ni ($11.7-15.1$ mg/kg⁻¹) ve Pb ($2.3-5.3$ mg/kg⁻¹) ile kontamine olmaktadır (Khan ve ark. 2008).

Zorrig (2010) tarafından yapılan çalışmada marul (*Lactuca sativa*) zehirli ağır metallerden olan Cd'yu yüksek seviyelerde biriktirmektedir. Geliştirilen ıslah stratejilerinde amaç; yenilenebilir dokularda Cd birimini sınırlandırmaktır. Bu çalışmada 14 günlük 3 farklı marul çeşidi 0'dan 50 μ M'a kadar Cd konsantrasyonları takviyeli ortamda 8 gün boyunca yetiştirildi. Büyümede kök ve sürgünlerdeki Cd⁻², Zn⁺², K⁺, Ca⁺², NO₃⁻, SO₄⁻², Cl⁻, fosfat, malat, sitrat içerikleri analiz edilmiştir. 3 farklı marul çeşidinde (Paris Island Cos, Red Salad Bowl, Kordaat) köklerde ve sürgünlerde farklı özellik sergilemişlerdir. Paris Island Cos çeşidi en düşük Cd içeriğine sahipken Kordaat çeşidinde en yüksek Cd içeriği saptanmıştır. 3 çeşidin analizinde 3 ana eğilim saptanmıştır. İlk olarak yaygın negatif korelasyon, dokulardaki Cd içerikleriyle bağlantılıdır ve karşılaştırmalı kuru ağırlık azalışı 3 çeşitteki Cd denemelerine cevap oluşturmaktadır. İkinci olarak; tüm marul çeşitlerinde dokulardaki Zn içerikleri, Cd

konsantrasyonları paralel olarak yükselme göstermiş ve orta dereceli olarak sonuçlanmıştır. Son olarak; tüm çeşitlerdeki Cd ve Zn arasındaki yaygın güçlü pozitif korelasyon uygun değerlerde gözlenmiştir. İlginç bir şekilde, sitrat içeriklerinin Cd'un köklerden sürgünlere taşınmasında rol oynadığı izlenimi uyandırmaktadır.

Kirli suların yüksek derecede toplam sertlik (TS), az derecede pH ile beraber klorid ve yüksek konsantrasyonlarda Cr ($2,03 \text{ mg/l}^{-1}$), Ni($1,59 \text{ mg/l}^{-1}$) ve Zn ($0,46 \text{ mg/l}^{-1}$) içerdikleri tespit edilmiştir. Endüstriyel kirli sularda ise Cu ($0,21 \text{ mg/l}^{-1}$) ve Zn'nin konsantrasyonlarının Ni ve Cr'dan daha düşük olduğu gözlenmiştir. Denemede seyreltik (25 ve 50 %), seyreltik olmayan (100%) kirli sular alüvyal topraklarda yetişen marul bitkilerini sulamak için kullanıldı. Seyreltik olmayan endüstriyel kirli sularla sulandığında bitkilerin sürgünlerinde (Ni: $13,65 \text{ mg/g}^{-1}$, Cr: $19,73 \text{ mg/g}^{-1}$, Zn: $21,6 \text{ mg/g}^{-1}$ ve Cu $15,85 \text{ mg/g}^{-1}$ kuru ağırlık) yüksek miktarlarda ağır metal birikimi olduğu belirlenmiştir. En yüksek ağır metal birikimi köklerden çok sürgünlerde bulunmuştur ($13,65 - 21 \text{ ug g}^{-1}$ kuru ağırlık). %50'ye kadar seyreltik olan suyla sulandığında kuru madde ağırlığı ve biyomolekülerde klorofil a, b ve şeker içeriklerinde yükselme görülürken, seyreltik olmayan suya maruz kaldığında azalma görülmüştür. %100 kadar kirli su konsantrasyonlarıyla sulandığında katalaz aktivitesinin arttığı, karatoneid içeriklerinin ise yalnızca %50 seyreltik suyla sulandığında yükseldiği görülmüştür (Naaz ve Pandey 2010).

Yapılan çalışmanın amacı biyolojik gübre uygulamasıyla marul yapraklarında ağır metal (Cd, Cu, Pb ve Zn) birikimini değerlendirmektir. Biyolojik gübre uygulaması saksılarda (0'dan 100'e kadar) farklı oranlarda uygulanmış ve marul bitkileri sera koşullarında yetiştirilmiştir. Hasattan sonra, kuru ve yaş ağırlık, yaprak alanı ve Cd, Cu, Ni, Pb ve Zn alımı saptanmıştır. Bitkilerdeki kuru ve yaş madde üretiminin kontrol muamelesinde önemli ölçüde düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca; biyolojik katı gübre; %20 ve %40 oranında biyolojik kütlenin artmasına neden olmuştur. Tüm denemelerde yapraklardaki Cd ve Pb konsantrasyonları belirlenen limitlerin ($0,05 \text{ mg/kg}^{-1}$) altında bulunmuştur. Gübre kullanımı azaldığında, yapraklardaki Zn konsantrasyonları artmaktadır ($57,2$ 'den $80,4$ 'e kadar değişim göstermiştir). Biyolojik katı gübre uygulaması Cu ve Ni' in bitkilerdeki konsantrasyonlarını arttırmıştır ($5,1$ 'den $9,8 \text{ mg Cu}^{-1}$, $2,3$ 'ten $3,7 \text{ mg Ni}^{-1}$ 'e

kadar değişmektedir). Tüm sonuçlara göre; zehirli etkiler olmadan, kısa süreli biyolojik gübre kullanımının toprağı iyileştirerek marul üretimi için uygun hale getirdiğini göstermektedir (Zorrig ve ark. 2002).

Maden atıkları şehirler ve tarımsal alanlar için risk oluşturur. Bitkiler tarafından metal alımını belirlemek için eski maden yataklarına yakın olan bir arazide marul dikimi gerçekleştirilmiştir. Ürün sahası içinde arsa örnekleme tasarımı yapılmıştır ve iki bölüme ayrılmıştır. Ayrıca; marul bitkilerinin kökleri ve yaprakları dikimden ve hasattan sonra alınan örneklerde toplam metal konsantrasyonları ölçülmüştür ve sırasıyla, 190-510 mg/kg⁻¹ Pb, 13-21 mg/kg⁻¹ Cu, 210-910 mg/kg⁻¹ Zn şeklinde olmuştur. Arazideki kesitler boyunca, yüksek Pb konsantrasyonları (5,800 mg kg⁻¹ ve üstü) ve Zn (4,500 mg kg⁻¹) olarak bulunmuştur ve bu da ağır metaller için sınır değerlerin aşıldığını gösterir. Marul yapraklarındaki Pb konsantrasyonları insan sağlığı için normal standartları (<0,3 mg kg⁻¹ yaş ağırlık) olarak belirtilmiştir. Temel mikro elementlerden Cu ve Zn yapraklarda optimal seviyeleri (10-28 mg/kg⁻¹ Cu, 60-85 mg /kg⁻¹Zn) olarak saptanmıştır. Maden atıklarının olduğu bölgelerde yetiştirilen ürünlerde metal alımı ölçülmeye devam edildiğinde bu ürünlerin sağlık riskleri oluşturduğu belirlenmiştir (Conesa ve ark. 2010).

Ağır metallerin yabani bitki örtüsünde verim etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, 4 adet yerli ağaç türünde, 4 adet çim türünde ve marulda Cu, Zn, Cd, Pb 'e toleransları ve petri kapları kullanılarak kök uzunlukları araştırılmıştır. Bu çalışmanın sonuçları göstermiştir ki, bitki türleri arasında Cu, Zn, Cd, Pb 'ye karşı farklı sonuçlar elde edilmiştir. Zehirlilik metaller arasında şu sırayla azalış göstermiştir. Cd-Cu>Pb>Zn. Metal konsantrasyonları, çeşitlerde büyümeyi %50 oranında (EC50) azaltmıştır, sonuçlara göre; Cu için; (µm) 30 (*Dichanthiumsericem*) > 2000 (*Acacia spp.*), Zn için; 260 (*Lactuca sativa*) > 2000 (*Acacia spp.*) Cd için; 27 (*L. Sativa*) > 940 (*Acacia holoserica*). Pb için; 180 (*L. Sativa*) > 1000 (*Acacia spp.*) arasında değişen değerler aldığı saptanmıştır. Fakat yerli türler *D.sericeum*, *Casvarinacunninghamiana* ve *Austrodanthoniacaespitosa* olarak tanımlanmıştır. Fakat; marul ağır metale en hassas olan bitkidir. *Acacia* türleri ağır metale yüksek miktarda tolerans göstermiştir. *Acacia* cinsinin kontamine olmuş alanların yeniden canlandırılmasında kullanım potansiyeline sahip olduğunu düşündürmektedir (Lamb ve ark. 2010).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Denemede hazır tüplü fide olarak kıvırcık yapraklı salata (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*, Funly çeşidi) baş salata (*Lactuca sativa* L.var. *capitata*, Robinson çeşidi), marul (*Lactuca sativa* L. var. *Longifolia*, Adranita çeşidi), bitkileri kullanıldı (Şekil 3.1). Fide firmasından temin edilen fidelere çimlenmeden sonra humik asit ve NPK(10:52:10) gübrelere uygulamaları yapılmıştır.



Şekil 3.1. Denemede kullanılan çeşitlere ait fideler

Funly: Kıvırcık yapraklı salata grubundandır. Koyu yeşil, kıvırcık yapraklara sahiptir. Taşımaya uygundur. Sapa kalkmayan, bütün yıl boyunca üretilebilen bir çeşittir. Ortalama vejetasyon süresi 30-35 gündür (Anonim 2013).

Robinson: Açık tarla yetiştiriciliği için uygun, baş bağlayan bir çeşittir. Bitki, iri baş yapan, geniş yapraklı, parlak açık yeşil renktedir. Yapraklar sulu, gevrek, hafif girintili çıkıntılı ve iri kabarcıklıdır. Geç sonbahar ve erken ilkbahar üretimine uygundur. Aşırı sıcak ve aşırı soğuklara karşı dayanımı yüksek olup çok geç sapa kalkar. Vejetasyon süresi yaklaşık 80 gündür. Marul mildiyösü ve marul mozaik virüsüne (LMV) dayanıklıdır (Anonim 2011).

Adranita: Yeni nesil yedikule tipi (cos) düz yapraklı marul çeşididir. Geniş yapraklı ve baş yapısı büyüktür. Yaprak sayısı yüksek, göbekli bir çeşittir. Dış yaprakları parlak yeşil renkli, göbek açık yeşil – sarı renklidir. Düşük rakımlı ılıman bölgelerde ilkbahar, erken yaz ve sonbahar, yüksek rakımlı serin bölgelerde geç ilkbahar, yaz ve erken sonbahar üretim dönemlerine tavsiye edilir. Vejetasyon süresi iklim koşullarına bağlı olarak 60 - 70 gündür. Marul mildiyösünün 16-27,29 ırklarına, marul yaprak bitine, marul mozaik virüsüne, mantari kök çürüklüğüne ve uç yanıklığına dayanıklıdır (Anonim 2014).

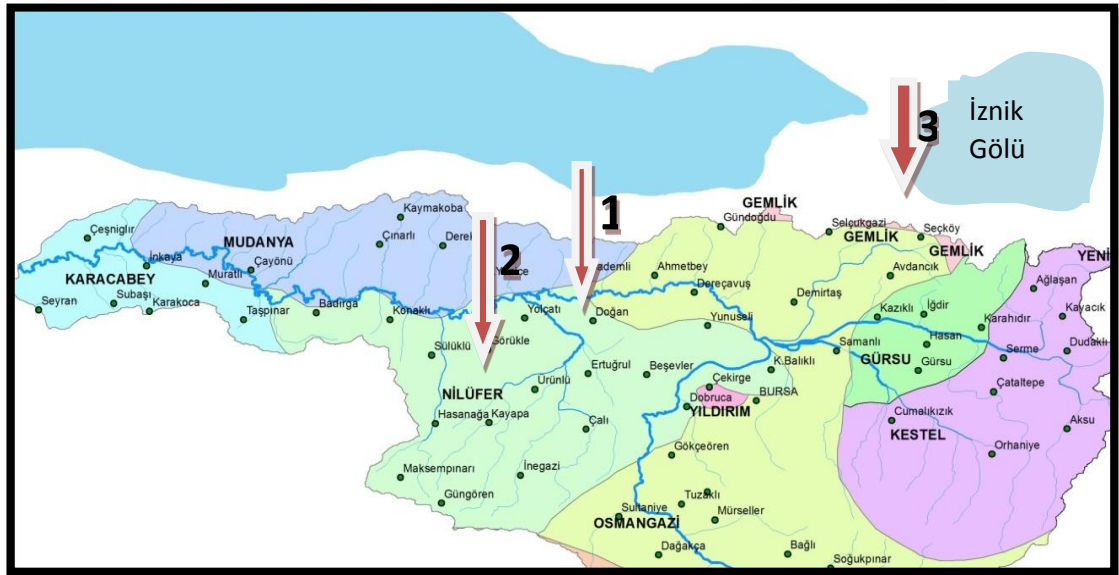
Şekil 3.2. Denemede yetiştirilen bitkilerin görünümü Funly (a), Robinson (b), Adranita (c).



Araştırma; 2014-2015 yılları arasında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü araştırma parsellerinde, Nilüfer Çayı yakınında bulunan Nilüferköy'deki üretici bahçesinde, İznik Gölü yakınında bulunan Örnekköy'deki üretici bahçesinde, Bursa Test ve Analiz Laboratuvarı'nda ve Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Hasat Sonu Laboratuvarı'nda yürütülmüştür.

Dikim yapılacak üç bölgede de toprak çapalanarak işlenmiş ve dikime hazır hale getirilmiştir. Funly ve Adranita çeşitlerine ait fideler 20 Nisan 2015 tarihinde, baş salata çeşidi ise 30 Nisan 2015 tarihinde dikilmiştir. Dikim sırasında sıra arası ve sıra üzeri mesafeler 30x30 cm olarak belirlenmiştir. Nilüferköy'deki üretici bahçesine dikilen bitkiler Nilüfer Çayı'ndan alınan su ile hasat sonuna kadar düzenli aralıklarla sulanmıştır. Aynı şekilde Örnekköy'deki üretici bahçesine dikilen bitkilerde İznik Gölü'nden alınan su ile sulanmıştır. Kontrol grubu bitkiler ise şebeke suyu ile sulanmıştır. Funly çeşidi üç parselde de 30 Mayıs 2015 tarihinde, Adranita ve Robinson çeşitleri ise 22 Haziran 2015 tarihinde hasat edilmiştir. Yetiştiricilik süresince bitkilerde çapalama işlemi gerçekleştirilmiştir.

Yetiştiricilik üç ayrı bölgede Orhangazi ilçesinde Örnekköy'de İznik Gölü suyuyla sulama yapılan üretici bahçesinde (3), Nilüfer ilçesinde Nilüferköy'de Nilüfer Çayı ile sulama yapılan üretici bahçesinde (1) ve Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma parsellerinde (2) ilkbahar aylarında üretimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Denemenin yürütüldüğü bölgelerin harita üzerindeki görüntüsü

3.2.Yöntem

Üretime başlamadan önce sulama suyundaki ağır metaller (kadmilyum, kurşun, nikel, kobalt) BUTAL (Bursa Test ve Analiz Laboratuvarı) 'da analiz edilmiştir. Denemede baş salata (*Lactuca sativa* L.var. *capitata*, Robinson çeşidi), marul (*Lactuca sativa* L. var. *Longifolia*, Adranita çeşidi), kıvırcık yapraklı salata (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*, Funly çeşidi) fideleri üç parselde dikilmiş hasat edilen bitkilerde ağır metal analizi (kadmilyum, kurşun, nikel, kobalt) ölçümü ve nitrat analizi BUTAL'da (Bursa Test ve Analiz Laboratuvarı) yapılmıştır. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Hasat Sonu Laboratuvarlarında; örneklerin bitki ağırlığı, bitki boyu, bitki çapı, pazarlanabilir yaprak sayısı, pazarlanamaz yaprak sayısı, kök boğazı uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, yaprak oransal nem kapsamı, renk tayini, pH tayini, titre edilebilir asit (TEA), suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM), askorbik asit tayini, toplam şeker, klorofil tayini ölçümü yapılmıştır.

Denemede kullanılan bitkiler bahçelere dikimleri ve bakım işleri düzenli olarak gerçekleştirilen bitkilerde aşağıdaki analizler yapılmıştır.

3.2.1.Bitki Ağırlığı

Her tekerrürden alınan 10 bitki hasat edildikten sonra ağırlıkları hassas terazide (0,01 g hassasiyet, Radwag PS 3600/C/1, Radom, Poland) tartılmış ve ortalamalar alınarak sonuçlar g olarak verilmiştir.

3.2.2. Bitki Boyu

Alınan her bir marul ve salata örneklerinde boy ölçümü; karton üzerinde, kök boğazı ile yaprak ucuna kadar olan bölgenin 0,1 mm aralıklı cetvel yardımıyla ölçülmesi şeklinde yapılmıştır. Ölçümler 10 bitki alınarak yapılmış ortalamalar elde edilerek sonuçlar cm olarak verilmiştir.

3.2.3 Bitki Çapı

Elde edilen bitkilerde 0,1 mm aralıklı cetvel yardımıyla en dış yapraklar arası ölçülerek çap değeri bulunmuştur. Ölçümler 10 bitki alınarak yapılmış ortalamalar elde edilerek sonuçlar cm olarak verilmiştir.

3.2.4. Yaprak Sayısı

Her bir bitki örneğindeki pazarlanamaz düzeydeki yapraklar adet olarak belirlenmiştir.

3.2.5. Pazarlanabilir Yaprak Sayısı

Her bir bitki örneğinde iyi durumda (semptomsuz) olan pazarlanabilir yaprak sayısı adet olarak hesaplanmıştır.

3.2.6. Kök Boğazı Uzunluğu

Bitki örneklerinde ana kökün başladığı kısımdan yaprakların çıktığı noktaya kadar olan bölümü cetvel yardımıyla cm olarak ölçülmüş ve ortalamalar alınarak cm olarak verilmiştir.

3.2.7. Kök Yaş ve Kuru Ağırlığı

Her tekerrürden alınan bitki örnekleri kök boğazından kesilmiştir. Kök ağırlıkları hassas terazide (0,01 g hassasiyet, Radwag PS 3600/C/1, Radom, Poland) ölçülmüştür. Elde edilen bitki örneklerinin kökleri 80 °C'de 48 saat tutulduktan sonra hassas terazide g olarak ağırlıkları hesaplanmıştır.

3.2.8. Yaprak Oransal Nem Kapsamı

Yaprak Oransal Su kapsamını tespit etmek amacıyla örnekler öğlen vakti (14-14.30) alınarak laboratuvara götürülmüş ve taze ağırlıkları alındıktan sonra 4 °C'de 18 saat karanlıkta saf su içerisinde bekletilmiştir. Örnekler tekrar tartılmış, turgor ağırlıkları ve daha sonra kuru ağırlıkları alınmıştır. Yapılan ölçümler sonucu elde edilen değerler aşağıda verilen formül kullanılarak hesaplanarak YOSK belirlenmiştir (Weatherley 1950).

YOSK: $100 \times ((\text{Taze ağırlık} - \text{Kuru ağırlık}) / (\text{Turgor ağırlık} - \text{Kuru ağırlık}))$

3.2.9. pH Tayini

Örneklerin pH değeri, marul ve salata çeşitlerinden elde edilen sebze sularında dijital pH metre (Inolab, Weilheim, Germany) yardımıyla ölçülmüştür (Regnel 1976).

3.2.10.Suda Çözünebilir Kuru Madde

Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) her gruptan elde edilen marul ve salata sularında el refraktometresi (NOW(%0-32), Tech-Jam International Inc., Tokyo, Japan) kullanılarak ölçüm yapılmıştır.

3.2.11.Titre Edilebilir Asit Tayini

Toplam asitlik tayini (TEA) için hazırlanmış örneklerden 25 g tartılıp 100 ml'ye tamamlanır. Filtrasyon işlemi sonrası 10 ml filtrat alınarak %1'lik fenolfitaleinindikatörü eşliğinde N/10'luk NaOH çözeltisi ile titrasyonu yapılır ve sonuçlar g/100 g olarak belirlenmektedir (Regnel 1976).

3.2.12.Klorofil Tayini

50-100 mg doku örneği alınır. Havanın içine konularak üzerine 10 mL %80'lik Aseton (Aseton: su; 80:20) ilave edilir. İyiye parçalanır. Filtre kağıdından süzülerek tüpte toplanır. Spektro tüpünün 3/2'si %80'lik aseton ile doldurularak 663 nm'de absorbans sıfırlanır. Hazırlanan örnekten küvete doldurularak 663 nm'de okuma yapılır. Spektro 645 nm'ye ayarlanır ve absorbans %80'lik asetona göre sıfırlanır. Hazırlanan örnekten küvete doldurularak 645 nm'de okuma yapılır. Spektrodafix de multi olarak okunur. Elde edilen sonuçlar formülde yerine konularak hesaplama yapılır (Helrich 1990).

$$\text{Klorofil a (mg/g yaprak)} = \frac{((12.7 \times \text{Abs}_{663}) - (2.6 \times \text{Abs}_{645})) \times \text{Asetone (mL)}}{\text{Yaprak doku miktarı (mg)}}$$

$$\text{Klorofil b (mg/g yaprak)} = \frac{((22.9 \times \text{Abs}_{645}) - (4.68 \times \text{Abs}_{663})) \times \text{Asetone (mL)}}{\text{Yaprak doku miktarı (mg)}}$$

$$\text{Toplam Klorofil} = \text{Klorofil a} + \text{Klorofil b}$$

3.2.13. Askorbik Asit Tayini

Marul-salata gruplarının askorbik asit miktarının belirlenebilmesi için, her tekerrürdeki marul ve salata gruplarından alınan 50 ml sıvı maddenin üzerine 350 ml %0,4'lük oksalik asit eklenmiş ve yüksek devirde 5 dakika karıştırılmış (Nüve SL 350, Ankara, Türkiye), daha sonra filtre kağıdından süzölmüştür. Süzöntüden 1 ml otomatik pipet (Transferpette S. Brand, Germany) yardımıyla çekildikten sonra üzerine yine 9 ml diklorfenolindofenol eklenmiş, böylece L1 okuması yapılmıştır. L1 ve L2 okumaları spektrofotometrede (Thermo Spectronic, Nicolet evolution 100, Hertfordshire, England) 520 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir. Değerler aşağıda verilen eşitlikte yerine konularak mg/100 g cinsinden askorbik asit miktarı tespit edilmiştir (Uyulaşer ve ark. 2011).

$$\text{Askorbik asit (mg/100g)} = [(L1-L2)] \times k]$$

3.2.14. Toplam Şeker

5 gr katı madde alınır, saf su ile 250 ml 'ye tamamlanır. Elde edilen çözelti süzölür. 5 ml hidroklorik asit eklenir. Çözelti 5 dk. 65-70 °C su banyosuna koyulur, daha sonra 3 dk. soğutulur. Hazırlanan örnek 5 N NaOH ile pH 4.5-5'e ayarlanır ve 50 ml'ye tamamlanır. Süzöntüden 2 ml alınıp üzerine 6 ml dinitrofenol koyulur ve 100 °C 'de 6 dk sıcak su banyosuna koyulur. Çözelti soğutulduktan sonra 600 nm absorbansta okunur. Elde edilen veriler aşağıda verilen eşitlikte kullanılarak yüzde cinsinden toplam şeker miktarı belirlenir (Holden 1976).

$$A_g = B_{mg} = [(25 \times 5) / 250]$$

$$C_{mg} = [(2 \times B) / 50]$$

$$\text{Toplam şeker (\%)} = [D(1,67 \times A_{abs}) \times 100 / C]$$

3.2.15. Renk Analizleri

Alınan her bir bitkinin yaprağında Minolta CR-300 renk okuma cihazı (Konica-Minolta, Osaka, Japan) ile renk okuması L, a, b olarak belirlenmiştir. Hastalık ve zararlı semptomu olmayan marul ve salata yapraklarındaki renk okuması tekerrürdeki her örneğin simetrik ekvatorial bölgelerinden yapılmıştır.

3.2.16.Nitrat Analizleri

Nitrat analizleri BUTAL'da (Bursa Test ve Analiz Laboratuvarı) yapılmıştır. TS EN 12014-2 iyon kromatografisi metodu uygulanarak sonuçlar elde edilmiş ve mg olarak hesaplanarak sunulmuştur.

3.2.17. Ağır Metal Analizleri

Ağır metal analizleri BUTAL'da (Bursa Test ve Analiz Laboratuvarı) yapılmıştır. Bitki örneklerinde mikrodalga yakma ön işleminden sonra IPCMS cihazı ile BS EN 15763 metodu kullanılarak analiz sonuçları saptanmıştır.

3.3. İstatiksel Değerlendirme

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü oluşturulmuş ve her tekerrürde 35 bitki olacak şekilde düzenlenmiştir. Hasat edilen bitkilerin analiz sonuçları Jump 7 istatistik yazılım programı kullanılarak istatistiki olarak analiz edilmiştir.

4.BULGULAR VE TARTIŞMA

Marul ve salata çeşitlerine ait kalite parametreleri belirlenmiş ve sonuçlar çizelgelerde verilmiştir. Kalite özellikleri birinci derecede genetik kontrol altındadır. Ancak bununla beraber yetiştiriciliğin yapıldığı ekolojik faktörlerde kalite özellikleri üzerinde etkili olmaktadır (Çopur 1995).

Marul ve salata çeşitlerinin yaprak analiz sonuçlarına ait nikel, kadmium, kurşun miktarları, nitrat değerleri ve su analiz sonuçlarına ait ağır metal miktarları ayrı çizelgeler halinde verilmiştir. Analiz sonucunda her üç bölge için de kimyasal ve fiziksel değişimlerin istatistiki olarak sulama suyu kaynağına bağlı değişimleri farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir.

4.1.Funly Çeşidi Genel Analiz Sonuçları

Kontrol grubu olarak belirlediğimiz şebeke suyu ile sulanarak yetiştirilen bitkilerle diğer sulama kaynakları kullanılarak yetiştirilen bitkiler karşılaştırıldığında ağırlık özellikleri bakımından istatistiki olarak önemli bir farklılık belirlenmemiştir. Funly çeşidine ait bitkilerde ağırlık miktarları şebeke suyu ile sulanan bitkilerde 366,62 g, Nilüfer Çayı'ndan sulananlarda 342,15 g ve İznik Gölü'nden sulananlarda 303,84 g olarak saptanmıştır (Çizelge 4.1.). Koudela ve Petrikova (2008) bitki ağırlığının çeşitlere ve yetiştirme dönemlerine bağlı olarak 190-463 g arasında değiştiğini vurgulamışlardır. Koudela ve Petrikova'nın (2008) elde ettiği değerler ise çalışmamızdan düşük bulunmuştur.

Bitki boyu bakımından bitkiler incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan örnekler 21,67 cm, Nilüfer Çayı ile sulanan örnekler 15,67 cm ve İznik Gölü ile sulanan örnekler 27,00 cm olarak belirlenmiştir. Bölgeler istatistiki olarak incelendiğinde en yüksek bitki boyu İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde belirlenmiş olup önemli düzeyde farklı bulunmuştur (Çizelge 4.1.). Öztürk (2011) farklı dikim zamanlarında kıvırcık yapraklı salata (*Lactuca sativa var. crispa*)'nın organik ve konvansiyonel yetiştiriciliğinin verim, kalite ve toprak özelliklerine etkisinin incelendiği çalışmada bitki boyu uzunluğu 16,80-

19,32 cm arasında saptanmıştır. Yapılan çalışma ile denememiz karşılaştırıldığında Öztürk (2011) tarafından yapılan çalışmanın bitki boyları karşılaştırıldığında Nilüfer Çayı ile sulanan örnekler göre bu çalışmanın cm olarak daha az boya sahip olduğu şebeke suyu ve İznik Göl suyu ile sulanan örneklerin ise daha fazla boya sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1.).

Bitki çapı bakımından Funly kıvırcık yapraklı salata çeşidi incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan örnekler 44,01 cm, Nilüfer Çayı ile sulanan örnekler 57,13 cm ve İznik Göl suyu ile sulanan örnekler 30,81 cm olarak belirlenmiştir. Funly çeşidinin bitki çapı bakımından bölgeler arasında önemli düzeyde istatistiki fark gözlenmiş olup en yüksek düzey Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde belirlenmiştir. Öztürk'ün (2011) zamanlarında kıvırcık yapraklı salatada verim, kalite ve toprak özelliklerinin belirlendiği çalışmada 23,60-33,20 cm bitki çapı elde edilmiş olup bu değerler denememizde bulunan bitki çapı uzunlarından daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.1.).

Kıvırcık salatalarda en önemli kalite kriterlerinden olan pazarlanabilir yaprak sayısı miktarları şebeke suyu ile sulanan örneklerde 38,67 adet/bitki, Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde 41,67 adet/bitki ve İznik Gölü ile sulanan örneklerde 61,00 adet/bitki olarak saptanmıştır. Bölgelere ait değerler arasında istatistiki açıdan fark bulunmama ile birlikte İznik Gölü'nün sulama suyunun daha yüksek sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Köse (2015) tarafından organik madde uygulamalarının marulda verim ve bitki beslenmesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla Bulancak ekolojik koşullarında yürütülen çalışmada pazarlanabilir yaprak sayısı 13,7-27,0 adet/bitki arasında değişmiş olup bulunan sonuçlar çalışmamızda elde edilen pazarlanabilir yaprak sayısının altında kalmıştır (Çizelge 4.1.).

Pazarlanamaz yaprak sayısı bakımından incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 7,0 adet/bitki, Nilüfer Çayı ile sulanan bitki örneklerinde 11,67 adet/bitki ve İznik Gölü ile sulanan örneklerde 9,66 adet/bitki olarak belirlenmiştir. Funly kıvırcık yapraklı salata çeşidinde bölgeler arasındaki pazarlanamaz yaprak sayısı bakımından istatistiki farklılık incelendiğinde önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Öztürk (2011) tarafından kıvırcık yapraklı salatada yapılan çalışmada Funly çeşidinde pazarlanamaz yaprak sayısı 5,67-8,20 adet/bitki arasında değişmekte olup analiz sonuçlarımızla

karşılaştırıldığında şebeke suyu dışında diğer bölgelerdeki pazarlanamaz yaprak sayılarının yapılan çalışma sonucundan fazla olduğu görülmektedir. Bu sonucun sulama suyu kaynağına bağlı olarak pazarlanamaz yaprak sayısında artış şeklinde etkilendiğini göstermektedir.

Çizelge 4.1 Funly çeşidi genel analiz sonuçları

Kullanılan Sulama Suyu Kaynağı	Ağırlık (g/adet)	Bitki Boyu (cm)	Bitki Çapı (cm)	Pazarlanabilir Yaprak S. (adet/bitki)	Pazarlanamaz Yaprak Sayısı (adet/bitki)
Şebeke Suyu	366,62 <i>a</i>	21,67 <i>ab</i>	44,01 <i>ab</i>	38,67 <i>a</i>	7,00 <i>a</i>
Nilüfer Çayı	342,15 <i>a</i>	15,67 <i>b</i>	57,13 <i>a</i>	41,67 <i>a</i>	11,66 <i>a</i>
İznik Gölü	303,84 <i>a</i>	27,00 <i>a</i>	30,80 <i>b</i>	61,00 <i>a</i>	9,66 <i>a</i>
LSD_(0.05)	92,88	9,59	15,09	38,34	5,19

Funly çeşidi kök boğazı uzunluğuna bakıldığında; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 2,00 cm, Nilüfer Çayı ile sulanan bitki örneklerinde 1,99 cm ve İznik Gölü ile sulanan örneklerde 1,76 cm olarak hesaplanmıştır. Kök boğazı uzunluğu bakımından önemli bir istatistiki farklılık bulunmamıştır. Çakırcer (2015) tarafından çeltik kavuzunun topraksız kültür salata (*Lactuca sativa var. crispata*) yetiştiriciliğinde kullanma olanaklarının incelendiği çalışmada kök boğazı uzunluğu 3,10-4,70 cm arasında saptanmış olup çalışmamızdan elde edilen değerlerden yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.2.).

Kök yaş ağırlığı bakımından Çizelge 4.2.'nin incelenmesinden görüleceği gibi şebeke suyu ile sulanan örneklerde kök yaş ağırlığı 10,06 g, Nilüfer Çayı ile sulanan kıvrıkcık salata bitkilerinde 12,35 g ve İznik Gölü ile sulanan örneklerde 10,07 g olarak saptanmıştır. İstatistiki olarak incelendiğinde kontrol grubuna göre önemli bir fark belirlenmemiştir. Bayyurt (2012) tarafından durgun su kültüründe yetiştirilen marulda bitkinin verim ve kalitesi üzerine sudaki O₂ miktarını artırıcı uygulamaların etkilerinin incelendiği çalışmada bitki kök yaş ağırlığı 58,83-60,96 g arasında değişen değerler alıp çalışmamız ile karşılaştırıldığında yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.2.).

Funly çeşidinde kök kuru ağırlıkları incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 1,01 g, Nilüfer Çayı ile sulanan bitki örneklerinde 0,99 g ve İznik Gölü ile sulanan

kıvırcık salata çeşitlerinde 1,08 g olarak belirlenmiştir. Funly çeşidine ait kuru kök ağırlığı bölgeler arasında incelendiğinde önemli bir istatistiki farklılık görülmemiştir. Çakırer (2015) tarafından kıvırcık salatada yapılan çalışmada kök kuru ağırlıkları 0,06-0,11 g arasında değişmiş olup elde edilen sonuçlar çalışmamız ile karşılaştırıldığında daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.2.).

Yaprak oransal nem kapsamı bakımından incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan örneklerde %,77,92 Nilüfer Çayı ile sulanan kıvırcık yapraklı salata çeşitlerinde %87,43 ve İznik Gölü ile sulanan bitki örneklerinde %87,65 olarak saptanmıştır. Şebeke suyu grubunda yaprak oransal nem kapsamı istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2.Funly çeşidi genel analiz sonuçları

Kullanılan Sulama Suyu Kaynağı	Kök Boğazı Uzunluğu (cm)	Kök Yaş Ağırlığı (g)	Kök Kuru Ağırlığı (g)	Yaprak Oransal Nem Kapsamı (%)
Şebeke Suyu	2,00 <i>a</i>	10,06 <i>a</i>	1,01 <i>a</i>	77,92 <i>b</i>
Nilüfer Çayı	1,99 <i>a</i>	12,35 <i>a</i>	0,99 <i>a</i>	87,43 <i>a</i>
İznik Gölü	1,76 <i>a</i>	11,82 <i>a</i>	1,08 <i>a</i>	87,65 <i>a</i>
LSD_(0.05)	0,84	4,85	0,31	4,60

Çizelge 4.3.'de pH değerleri incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 3,12 Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde 5,60 ve İznik Gölü ile sulanan örneklerde 5,79 değeri ölçülmüştür. Bölgelere göre istatistiki açıdan incelendiğinde; kontrol grubu olarak belirlediğimiz şebeke suyu ile sulanan örnekleri düşük düzeyde belirlenmiş olup Nilüfer Çayı ve İznik Gölü ile sulanan bölgelerde önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Öztürk (2011)'in yaptığı çalışmada Funly çeşidinde pH değerleri 5,37-6,09 pH olarak saptanmıştır. Şebeke suyu ile sulanan bitki örneklerinin bu çalışmada tespit edilen pH değerinden daha düşük olduğu, Nilüfer Çayı ve İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde ölçülen pH'dan ise daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.3.'den anlaşılacağı gibi; miktarları şebeke suyu ile sulanan örneklerde 3,36 g/100g, Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde 2,90 g/100g ve İznik Gölü ile sulanan

örneklerde 2,70 g/100g olarak belirlenmiş olup istatistiki açıdan bölgeler arasında önemli bir farklılık görülmemiştir.

Suda çözünebilir kuru madde miktarı bakımından Funly kıvırcık yapraklı salata çeşidi incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 2,33 g/100g, Nilüfer Çayı ile sulanan bitki örneklerinde 2,83 g/100 g, ve İznik Gölü ile sulanan örneklerde 1,08g/100g olarak saptanmıştır. Öztürk (2011) tarafından yapılan çalışmada suda çözünebilir kuru madde miktarları 2,50-4,07 g/100g arasında değiştiği saptanmıştır. Analiz sonuçlarıyla karşılaştırıldığında sonuçların Öztürk (2011) tarafından yapılan çalışmadan farklı olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3.).

Askorbik asit miktarları bakımından Çizelge 4.3.'e bakıldığında, şebeke suyu ile sulanan örneklerde 25,32 mg/100g, Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde 13,00 mg/100g ve İznik Gölü ile sulanan Funly kıvırcık yapraklı salata çeşidinde 34,50 mg/100g olarak hesaplanmıştır. İstatistiki olarak incelendiğinde en yüksek askorbik asit miktarı Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde tespit edilmiş olup önemli düzeyde farklı bulunmuştur. Koudela ve ark.'nın (2008) kıvırcık yapraklı salatalarda C vitamini miktarının yetiştirme dönemlerine ve çeşitlere bağlı olarak 11,0-30,2 mg/100 g arasında değiştiğini bildirmektedir. Denememizden elde ettiğimiz C vitamini içerikleri literatür bildirişleriyle uyum göstermektedir (Çizelge 4.3.).

Funly kıvırcık yapraklı salata çeşidinde toplam şeker miktarı bakımından incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 0,12 mg/kg, Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde 0,09 mg/kg ve İznik Gölü ile sulanan bitki örneklerinde 0,04 mg/kg olarak saptanmıştır. Bölgeler arasındaki istatistiki farklılık incelendiğinde önemli düzeyde bir farklılık görülmemiştir (Çizelge 4.3.).

Türk Gıda Kodeksi'ne göre nitrat miktarlarının maksimum limitleri açıkta yetiştirilen taze marulda 3000 mg/kg iken, aysberg tipinde 2000 mg/kg'dır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'ne göre nitrat için günlük alınabilir miktarlar (ADI) 0-0,006 mg NH₂⁻/kg vücut ağırlığı; 0-3,7 mg NO₃⁻/kg vücut olarak bildirilmektedir. Günlük nitrat türevleri alımının

%75-80'i sebzelerden marul ve salata grubu sebzeler, yapraklarında yüksek oranda nitrat içermektedirler. (Şebecic ve ark. 1999; Ximenes ve ark. 2000).

Funly çeşidinde; Çizelge 4.3. incelendiğinde Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma parsellerinde kullanılan şebeke suyu ile sulanan örneklerde nitrat düzeyleri 630,95 mg/kg iken, Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde 467,03 mg/kg ve İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde 464,24 mg/kg olarak saptanmıştır. Funly çeşidinde bölgeler arasında önemli bir farklılık görülmezken, Türk Gıda Kodeksi'ne göre nitrat düzeyi maksimum limitin çok altında kalmış olup normal düzeydedir. Funly kıvırcık yapraklı salata çeşidini nitrat içerikleri bakımından incelediğimizde tüm bölgelerin aynı istatistiksel grup içerisinde yer aldığı görülmektedir. Demiral ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada nitrat miktarı 1371-2156 mg/kg olup, Funly çeşidi ile karşılaştırıldığında üç bölgenin de bu değerin üzerinde olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3.).

Çizelge 4.3.Funly çeşidi kalite özellikleri analiz sonuçları

Kullanılan Sulama Suyu Kaynağı	pH	TEA (g/100g)	SÇKM (g/100g)	Askorbik Asit (Vit. C.) (mg/100g)	Toplam Şeker (mg/kg)	Nitrat (mg/kg)
Şebeke Suyu	3,12 <i>b</i>	3,36 <i>a</i>	2,33 <i>a</i>	25,32 <i>ab</i>	0,12 <i>a</i>	630,95 <i>a</i>
Niüfer Çayı	5,60 <i>a</i>	2,90 <i>a</i>	2,83 <i>a</i>	13,00 <i>b</i>	0,09 <i>a</i>	467,03 <i>a</i>
İznil Gölü	5,79 <i>a</i>	2,74 <i>a</i>	1,08 <i>b</i>	34,50 <i>a</i>	0,04 <i>a</i>	464,24 <i>a</i>
LSD_(0,05)	0,98	0,68	0,76	13,12	0,01	103,652

Çizelge 4.4.'ün incelenmesinden anlaşılacağı gibi şebeke suyu ile sulanan örneklerde klorofil a miktarı 6,02 mg/kg, Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde 6,70 mg/kg ve İznik Gölü ile sulanan bitki örneklerinde 4,40 mg/kg olarak belirlenmiştir. İstatistiki olarak incelendiğinde bölgeler arasında farklılık gözlenmiştir. (Çizelge 4.4.).

Funly kıvırcık yapraklı salata çeşidinde klorofil b miktarları incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 9,64 mg/kg, Nilüfer Çayı ile sulanan bitki örneklerinde 12,42 mg/kg ve İznik Gölü ile sulanan örneklerde 4,33 mg/kg olarak saptanmıştır. Bölgeler arasındaki istatistiki farklılık incelendiğinde şebeke suyu ve Nilüfer çayı ile sulanan örnekler önemli düzeyde farklılık göstermektedir (Çizelge 4.4.).

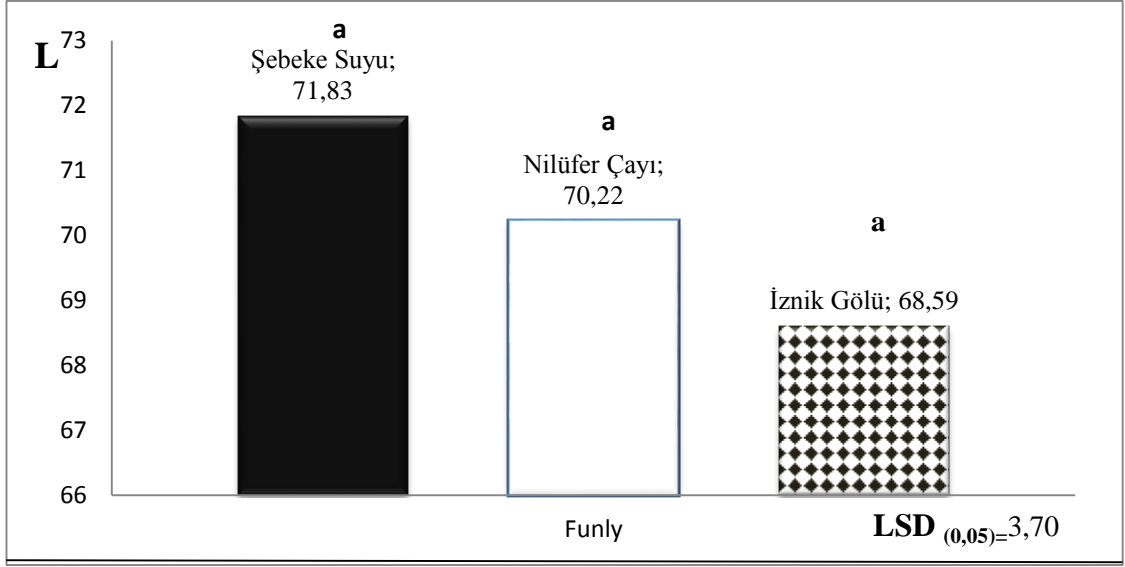
Genel olarak, toplam klorofil miktarına bakıldığında; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 15,658 mg/kg, Nilüfer Çayı ile sulanan bitki örneklerinde 19,13 mg/kg olup İznik Gölü ile sulanan bitki örneklerinde 8,739 mg/kg olarak saptanmıştır. Funly kıvırcık yapraklı salata çeşidi toplam klorofil bakımından istatistiki olarak incelendiğinde şebeke suyu ve Nilüfer Çayı ile sulanan bitki örneklerini farklı istatistiksel grup içerisinde yer alıp önemli derecede yüksek bulunmuştur. Efe (2014) tarafından katı ortam kültüründe kıvırcık yapraklı salata yetiştiriciliğinde ilave led aydınlatma uygulamalarının verim, kalite ve bitki gelişimine etkilerinin incelendiği çalışmada toplam klorofil miktarı 9,16 – 10,92 mg/kg arasında bulunmuş olup çalışmamızda elde edilen toplam klorofil miktarları bu çalışmadan yüksek, İznik Göl suyu ile sulanan örneklerin toplam klorofil değerleri bu çalışmadan düşük bulunmuştur. Çalışmamızda bulunan klorofil farklılıklarının, yetiştiriciliğin yapıldığı bölgelerin farklı olması dolayısı ile güneşlenme gün sayısının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.4. Funly kıvırcık salata çeşidinde klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarları

Kullanılan Sulama Suyu Kaynağı	Klorofil a (mg/kg)	Klorofil b (mg/kg)	Toplam Klorofil (mg/kg)
Şebeke Suyu	6,02 <i>ab</i>	9,64 <i>a</i>	15,65 <i>a</i>
Nilüfer Çayı	6,70 <i>a</i>	12,42 <i>a</i>	19,13 <i>a</i>
İznik Gölü	4,40 <i>b</i>	4,33 <i>b</i>	8,74 <i>b</i>
LSD(0.05)	1,87	2,87	5,99

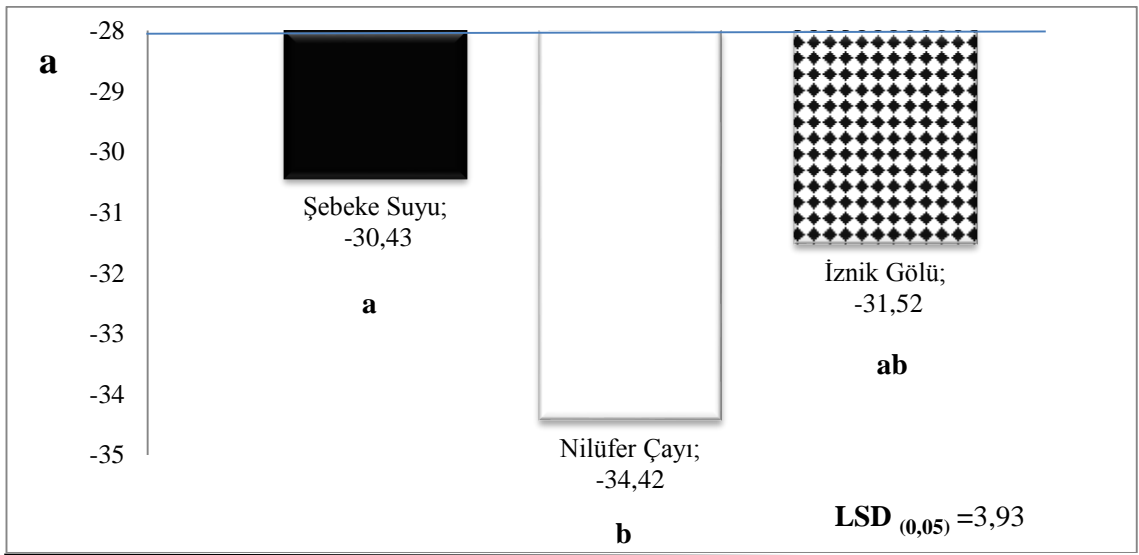
Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de l'Eclairage, CIE) tarafından oluşturulan "matematiksel yapı" bir renk tanımlama sistemidir. Sistem, renkleri tanımlarken, insan gözündeki konik yapıya ışık algılama hücrelerinin üç tipte olduğu ve bunların mavi, yeşil ve kırmızı ışıklara hassas olduğu bilgisini temel alır. Buradan hareketle yapılan modelleme sonucunda her renk; L, a ve b kısaltmalarıyla anılan üç bileşen cinsinden ifade edilir. Bu üç nokta ölçüm yönteminde L*/L, ışık geçirgenlik değerlerini, 0 (geçirgenlik yok) ve 100 (tamamen geçirgenlik), a*/a kırmızılık (- a*/-a, yeşillik) ve b*/b sarılık (-b*/-b, mavilik) değerlerini belirtmektedir. L*: Açıklık-Koyuluk Ekseni Değeri a*: Kırmızı-Yesil Ekseni Değeri b*: Sarı-Mavi Ekseni Değeri olarak ifade edilir (Anonim 2015b).

Denemede kullanılan çeşitlerin L değerleri incelendiğinde; Funly çeşidine ait L değerleri şebeke suyu ile sulanan bitki örneklerinde 71,83, Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde 70,22, İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde 68,59 olarak hesaplanmıştır. Efe (2014) tarafından katı ortam kültüründe kıvırcık yapraklı salatada yapılan çalışmada L değerleri 50,98-54,55 arasında değişen sonuçlar şeklinde olup çalışmamızdan elde edilen değerlerden düşük bulunmuştur (Şekil 4.1.).



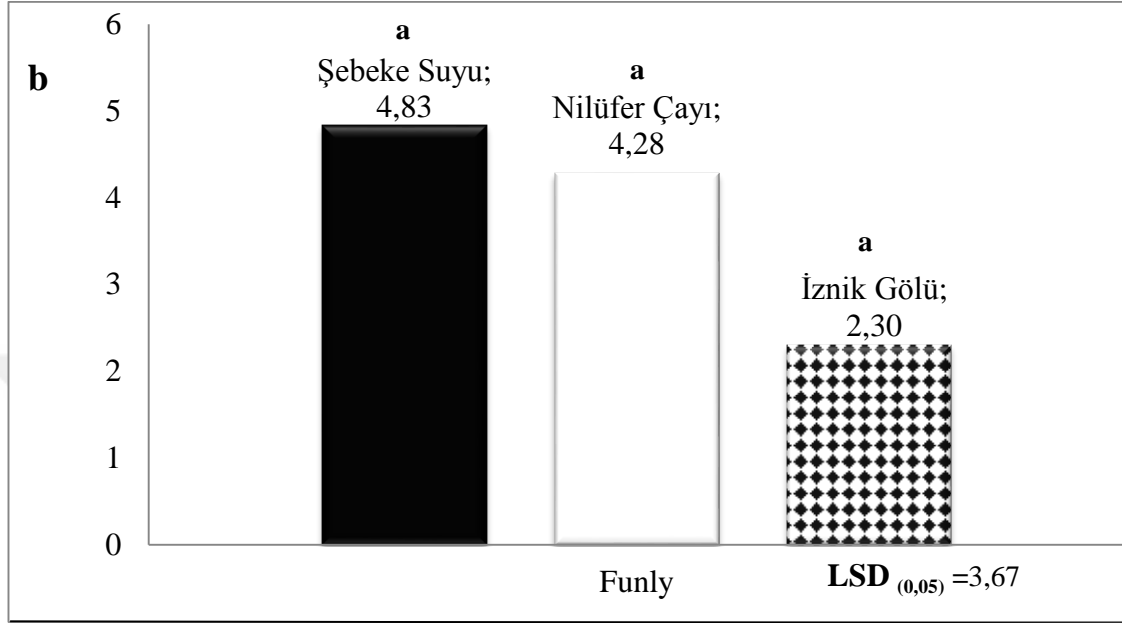
Şekil 4.1. Funly çeşidi L değeri sonuçları

Denemede kullanılan çeşitlere ait *a* değerlerine bakıldığında; Funly çeşidinde şebeke suyu ile sulanan örneklerde -30,43, Nilüfer çayı ile sulanan örneklerde -34,42 ve İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde -31,52 olarak saptanmıştır. İstatistiksel olarak incelendiğinde şebeke suyu ile sulanan örneklerin farklı istatistiksel grup içerisinde yer aldığı ve önemli derecede yüksek bulunduğu görülmüştür. Efe (2014) tarafından kıvırcık yapraklı salata da led aydınlatma uygulaması üzerine yapılan çalışmada *a* değerleri -20,03- -20,68 arasında değişmekte olup çalışmamızdan elde edilen sonuçlara göre daha yüksek *a* değerine sahip bulunmuştur.(Şekil 4.1.).



Şekil 4.2. Funly çeşidi *a* değeri sonuçları

Denemede kullanılan çeşitlere ait *b* değerlerine bakıldığında; Funly çeşidinde şebeke suyu ile sulanan bitki örneklerinde 4,83, Nilüfer çayı ile sulanan örneklerde 4,28 ve İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde 2,30 olarak saptanmıştır. İstatistiksel olarak incelendiğinde üç bölgenin de aynı grup içerisinde yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Funly çeşidi *b* değeri sonuçları

Funly çeşidinde bitki boyu, bitki çapı, pH, suda çözünebilir kuru madde askorbik asit, klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarlarında istatistiki açıdan farklılık görülürken; bitki ağırlığı, pazarlanabilir yaprak sayısı, pazarlanamaz yaprak sayısı kök boğazı uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, yaprak oransal nem kapsamı, titredilebilir asit, toplam şeker ve nitrat miktarlarında önemli bir fark belirlenmemiştir.

4.2. Robinson Çeşidi Genel Analiz Sonuçları

Robinson çeşidinde ağırlık miktarları incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 489,67 g ve Nilüfer Çayı ile sulanan baş salata örneklerinde 397,67 g ve İznik Göl suyu ile sulanan baş salata örneklerinde 244,33 g olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.5). Robinson çeşidinde istatistiksel analiz sonuçlarına bakıldığında şebeke suyu ile sulanan örneklerin farklı istatistiksel grupta yer aldığı ve en yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Gül ve ark.'ı (2005) kıvırcık yapraklı salatalarda bitki ağırlığının yetiştirme ortamına bağlı olarak 447,8 g ile 683,7 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışma sonuçlarıyla

karşılaştırıldığında Gül ve ark. 'nın (2005) yapmış olduğu çalışmaya göre şebeke suyu ile sulanan örneklerin ağırlık değerleriyle paralellik gösterirken Nilüfer Çayı ile sulanan baş salata örnekleri ve İznik Göl suyu ile sulanan baş salata örneklerinin ağırlık değerleri bu çalışmadan daha düşük bulunmuştur. Polat ve ark. 'nın (2005) belirtmiş oldukları değerler ise baş salatada 355 g- 401g arasında değişmektedir. Üniversitedeki parselde yetiştirilen ve şebeke suyu ile sulanan örneklerin bitki ağırlıkları arasında farklılık belirlenmesinin farklı ekolojilerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.5.'te görüldüğü gibi bitki boyu miktarları şebeke suyu ile sulanan örneklerde 20,67 cm, Nilüfer Çayı ile sulanan baş salata örneklerinde 18,67 cm ve İznik Göl suyu ile sulanan bitki örneklerinde 17,67 cm olarak belirlenmiştir. İstatiksel olarak incelendiğinde Robinson baş salata çeşidinde bölgeler arasında önemli bir farklılık görülmemiştir. Polat ve ark. 'nın (2005) konu ile ilgili belirtmiş oldukları sınır 11,73 cm -12,60 cm arasında olup çalışmamızdan elde edilen veriler bu sınır değerlerin üzerinde kalmıştır (Çizelge 4.5.).

Bitki çapı sonuçlarına bakıldığında; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 12,67 cm, Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde 8,33 cm ve İznik Göl suyu ile sulanan bitki örneklerinde 7,67 cm olarak saptanmıştır. İstatiksel açıdan bakıldığında üç bölgenin de aynı istatistiksel grup içerisinde yer aldığı görülmektedir (Çizelge 4.5.).

Robinson çeşidinde pazarlanabilir yaprak sayısı adetleri incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 40,33 adet/bitki, Nilüfer Çayı ile sulanan bitki örneklerinde 49,00 adet/bitki ve İznik Gölü ile sulanan örneklerde 24,67 adet/bitki olarak hesaplanmıştır. İstatiksel olarak Nilüfer Çayı ile sulanan bitki örneklerinde pazarlanabilir yaprak sayısının en yüksek düzeyde olduğu ve farklı grupta yer aldığı görülmektedir. Kavak ve ark. 'nın (2003) yaptığı çalışmada pazarlanabilir yaprak sayısı 27,1-31,1 adet/bitki arasında değişen değerler saptanmıştır. Pazarlanabilir yaprak sayısı verileri ile bitki ağırlığı sonuçları karşılaştırıldığında; ağırlığı yüksek olan sulama suyu kaynağından alınan bitkilerin pazarlanabilir yaprak sayılarının da fazla olduğu ve iki değer paralellik gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca; şebeke suyunda ağırlık miktarı fazla olmakla beraber

yaprak sayısı Nilüfer Çayı'nda daha yüksek çıkmıştır. Bu sonuçta bitkilerdeki yaprakların daha küçük geliştiğini göstermektedir (Çizelge 4.5.).

Pazarlanamaz yaprak sayıları incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 10,67 adet, Nilüfer Çayı ile sulanan Robinson baş salata çeşitlerinde 7,00 adet ve İznik Göl suyu ile sulanan bitki örneklerinde 7,00 adet olarak saptanmıştır. İstatistiksel olarak üç bölgenin de aynı istatistiksel grup içerisinde yer aldığı görülmektedir. Şen ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada pazarlanamaz yaprak sayıları 4,11- 5,22 adet olarak saptanmış olup çalışma sonuçlarımıza göre daha az sayıda pazarlanamaz yaprak sayısı olduğu görülmüştür (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.5. Robinson çeşidi genel analiz sonuçları

Kullanılan Sulama Suyu Kaynağı	Ağırlık (g)	Bitki Boyu (cm)	Bitki Çapı (cm)	Pazarlanabilir Yaprak Sayısı (adet/bitki)	Pazarlanamaz Yaprak Sayısı (adet/bitki)
Şebeke Suyu	489,66 <i>a</i>	20,67 <i>a</i>	12,67 <i>a</i>	40,33 <i>b</i>	10,67 <i>a</i>
Nilüfer Çayı	431,67 <i>ab</i>	18,67 <i>a</i>	8,33 <i>a</i>	49,00 <i>a</i>	7,00 <i>a</i>
İznik Gölü	244,33 <i>b</i>	17,67 <i>a</i>	7,67 <i>a</i>	24,67 <i>c</i>	7,00 <i>a</i>
LSD_(0.05)	166,102	8,04	5,56	21,32	6,33

Kök boğazı uzunluğuna bakıldığında; Robinson baş salata çeşitlerinde şebeke suyu ile sulanan örneklerde 1,45 cm, Nilüfer Çayı ile sulanan bitkilerde 2,79 cm ve İznik Göl suyu ile sulanan bitki örneklerinde 1,98 cm olarak belirlenmiştir. İstatistiksel olarak bakıldığında Robinson baş salata çeşidinde kök boğazı uzunluklarının aynı istatistiksel grupta yer aldığı görülmektedir (Çizelge 4.6.).

Robinson çeşidinde kök yaş ağırlıklarına şebeke suyu ile sulanan örneklerde 17,75 g, Nilüfer Çayı ile sulanan bitki örneklerinde 18,37 g ve İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde 20,64 g olarak ölçülmüştür. İstatistiksel olarak incelendiğinde üç grubun da aynı istatistiksel grup içerisinde yer aldığı görülmektedir.

Kök kuru ağırlığı şebeke suyu ve Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde 1,91 g ve İznik Gölü ile sulanan örneklerde 1,90 g olarak bulunmuştur. İstatiksel açıdan üç bölgenin de aynı grup içerisinde yer aldığı görülmektedir (Çizelge 4.6.).

Yaprak oransal nem kapsamı sonuçlarına göre; şebeke suyu ile sulanan Robinson baş salata çeşitlerinde yaprak oransal nem kapsamı % 82,53, Nilüfer Çayı ve İznik Göl suyu ile sulanan bitki örneklerinde % 74,46 olarak hesaplanmıştır. İstatistiksel olarak incelendiğinde şebeke suyu ile sulanan bitki örneklerinin farklı istatistiksel grupta yer aldığı ve diğer bölgelere göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.6. Robinson çeşidi genel analiz sonuçları

Kullanılan Sulama Suyu Kaynağı	Kök Boğazı Uzunluğu (cm)	Kök Yaş Ağırlığı (g)	Kök Kuru Ağırlığı (g)	Yaprak Oransal Nem Kapsamı (%)
Şebeke Suyu	1,45 <i>a</i>	17,75 <i>a</i>	1,91 <i>a</i>	82,53 <i>a</i>
Nilüfer Çayı	2,79 <i>a</i>	18,37 <i>a</i>	1,91 <i>a</i>	74,46 <i>b</i>
İznik Gölü	1,98 <i>a</i>	20,64 <i>a</i>	1,90 <i>a</i>	74,05 <i>b</i>
LSD_(0.05)	0,94	8,21	0,77	12,42

Robinson baş salata çeşidinde pH değerleri incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 4,27, Nilüfer Çayı ile sulanan bitki örneklerinde 5,66 ve İznik Gölü ile sulanan bitki örneklerinde 6,10 değeri saptanmıştır. İstatistiksel olarak incelendiğinde; pH değerinin İznik Gölü ile sulanan örneklerde en yüksek olduğu tespit edilmiş ve farklı grupta yer almıştır. Polat ve ark. 'nın (2005) yaptığı çalışmada pH değerleri 5,98 pH-6,06 pH değeri arasında yer aldığı görülmektedir. Şebeke suyu ve Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerin bu sınır değerlerin altında kaldığı, İznik Göl suyu ile sulanan örneklerin ise bu çalışmadan elde edilen değerlerin üzerinde yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.7.).

Titre edilebilir asit miktarları incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 3,33 g/100g, Nilüfer Çayı ile sulanan bitki örneklerinde 2,62 g/100g ve İznik Gölü ile sulanan örneklerde 3,50 g/100g olarak hesaplanmıştır. İstatistiksel olarak bakıldığında Robinson çeşidinde titre edilebilir asit miktarlarına göre üç bölgenin de aynı grup içerisinde yer aldığı görülmektedir (Çizelge 4.7.).

Suda çözünebilir kuru madde miktarı bakımından Robinson çeşidi incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 2,50 g/100g, Nilüfer Çayı ile sulanan bitki örneklerinde 2,17 g/100g, ve İznik Gölü ile sulanan örneklerde 2,00 g/100g olarak saptanmıştır. Bölgeler bakımından istatistiki olarak incelendiğinde önemli bir farklılık bulunamamıştır. Marul ve baş salata yetiştiriciliğinde Polat ve ark.'ı (2005) bir zeolit türü olan klinoptilolitin değişik dozları denemiş ve bu amaçla kontrol-0 (gübreleme yapılmamış) uygulaması dışında diğer uygulamalara temel gübreleme olarak amonyum sülfat, triple süper fosfat ve potasyum nitrat gübreleri uygulamışlardır. Bitkilerin suda çözünebilir kuru madde miktarları 3,86 g/100g- 4,06 mg/100g arasında değişmiştir. Bu değerler çalışmamız bu sınır değerlerin altında kalmıştır (Çizelge 4.7.).

Askorbik asit miktarları incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 44,21 mg/100g Nilüfer Çayı ile sulanan bitki örneklerinde 24,64 mg/100g ve İznik Göl suyu ile sulanan örneklerinde 13,82 mg/100g olarak belirlenmiştir. İstatiksel olarak bakıldığında şebeke suyu ile sulanan örneklerin farklı istatistiksel grup içerisinde yer aldığı ve yüksek düzeyde bulunduğu görülmektedir. Farklı sulama suyu ve bölgeler arasında askorbik asit miktarları bakımından meydana gelen farklılıkların farklı bölgelerde yetiştirilmeleri dolayısı ile ışıklandırma düzeylerinden kaynaklı olabileceği kanısına varılmıştır. Lee ve Kader (2000) tarafından askorbik asit üzerine etkili olan faktörler incelenmiş ve ışıklandırma miktarındaki değişimlerin askorbik asit üzerine etkili olabileceği belirtilmiştir (Çizelge 4.7.).

Robinson çeşidinde toplam şeker miktarlarına bakıldığında; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 0,25 mg/kg, Nilüfer Çayı ile sulanan bitki örneklerinde 0,15 mg/kg ve İznik Göl suyu ile sulanan bitki örneklerinde 0,03 mg/kg olarak saptanmıştır. İznik Göl suyu ile sulanan örneklerin farklı istatistiksel grup içerisinde yer aldığı gözlenmiştir (Çizelge 4.7.).

Nitrat değerleri incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 1101,77 mg/kg iken, Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde 862,00 mg/kg ve İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde 217,62 mg/kg olarak sonuçlar elde edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi'ne göre baş salatalarda maksimum limit 2000 mg/kg olup, elde edilen sonuçlar sınır limitlerinin

altındadır. Robinson çeşidi nitrat içerikleri bakımından istatistiki olarak değerlendirildiğinde şebeke suyu ile sulanan örnekler ile Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerin aynı grup içerisinde yer aldığı, İznik Gölü ile sulanan baş salata örneklerinin ise farklı istatistiki grupta yer aldığı görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre şebeke suyu ve İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde önemli bir farklılık görülmezken İznik Gölü ile sulanan örneklerin nitrat düzeyleri diğer bölgelere göre daha düşük bulunmuştur. Venter'e (1978) göre marul yapraklarındaki nitrat değeri 282-3520 mg/kg nitrat miktarı olarak değişmektedir. İznik Göl suyu ile sulanan örnekler bu çalışma sonuçları dışında yer almış olup diğer bölgelerden elde edilen örnekler bu çalışma ile uyum göstermektedir. Kardüz'ün (2015) yaptığı çalışmada nitrat değeri 947,3 mg/kg olarak saptanmış olup şebeke suyu ile sulanan örnekler bu çalışmanın üzerinde yer almış ve diğer bölgelerden elde edilen bitki yapraklarındaki nitrat miktarı bu çalışmada bulunan değerlerin altında kalmıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.5.'de de görüldüğü gibi şebeke suyu ile sulanan bitkilerde ağırlık miktarı fazla ancak; yaprak sayısı daha az olduğu tespit edilmiştir. Yaprak oransal nem kapsamı sonuçlarında da şebeke suyu sonucu diğer gruplara göre daha yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlar da Çizelge 4.5. ve 4.7.'yi destekler niteliktedir.

Çizelge 4.7. Robinson çeşidi kalite analiz sonuçları

Kullanılan Sulama Suyu Kaynağı	pH	TEA (g/100g)	SÇKM (g/100g)	Askorbik Asit (Vit. C.) (mg/100g)	Toplam Şeker (mg/kg)	Nitrat (mg/kg)
Şebeke Suyu	4,27 b	3,33 a	2,50 a	44,21 a	0,25 a	1101,77 a
Niüfer Çayı	5,66 ab	2,62 a	2,17 a	24,64 b	0,15 a	862,00 a
İznik Gölü	6,10 a	3,50 a	2,00 a	13,82 c	0,03 b	217,62 b
LSD_(0,05)	1,69	2,02	0,67	9,53	0,01	192,32

Robinson baş salata çeşidinde Çizelge 4.8.'nin incelenmesinden anlaşılacağı gibi, şebeke suyu ile sulanan bitki örneklerinde klorofil a miktarları 5,87 mg/kg, Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde 5,51 mg/kg ve İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde 4,98 mg/kg olarak saptanmıştır. İstatiksel olarak üç bölgenin aynı grupta yer aldığı görülmektedir.

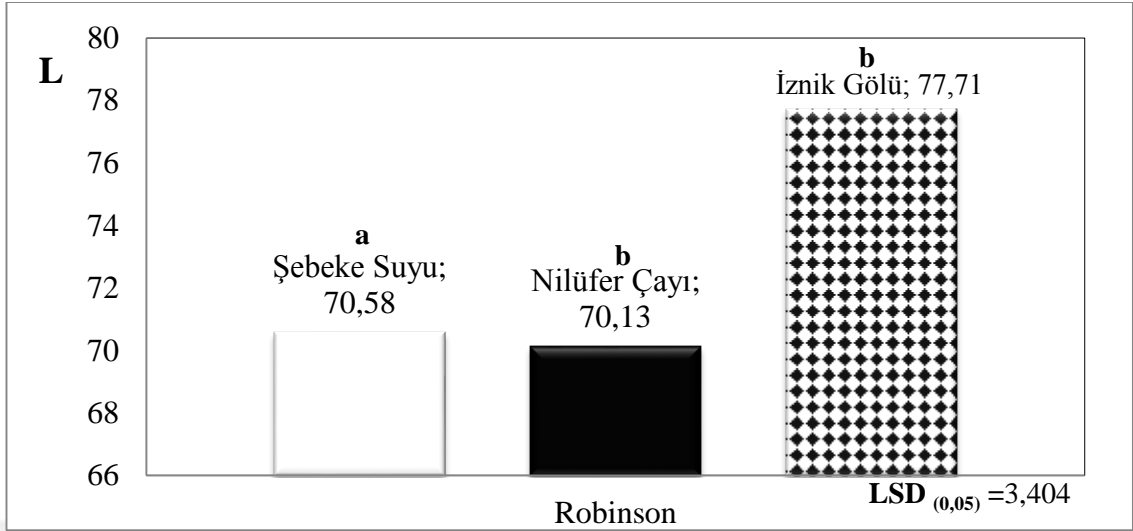
Klorofil b miktarları incelendiğinde, şebeke suyu ile sulanan Robinson baş salata örneklerinde 8,83 mg/kg, Nilüfer Çayı ile sulanan baş salata örneklerinde 4,46 mg/kg ve İznik Göl suyu ile sulanan bitki örneklerinde 3,08 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Üç bölge arasındaki istatistiksel farklılık incelendiğinde önemli bir fark görülmemiştir (Çizelge 4.8.).

Genel olarak toplam klorofil miktarları incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan Robinson baş salata örneklerinde 12,24 mg/kg, Nilüfer Çayı ile sulanan bitki örneklerinde 6,93 mg/kg ve İznik Göl suyu ile sulanan bitki örneklerinde 5,96 mg/kg olarak bulunmuş olup istatistiksel açıdan bölgeler arasında bir farklılık görülmemektedir (Çizelge 4.8.).

Çizelge 4.8.Robinson çeşidinde klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarları

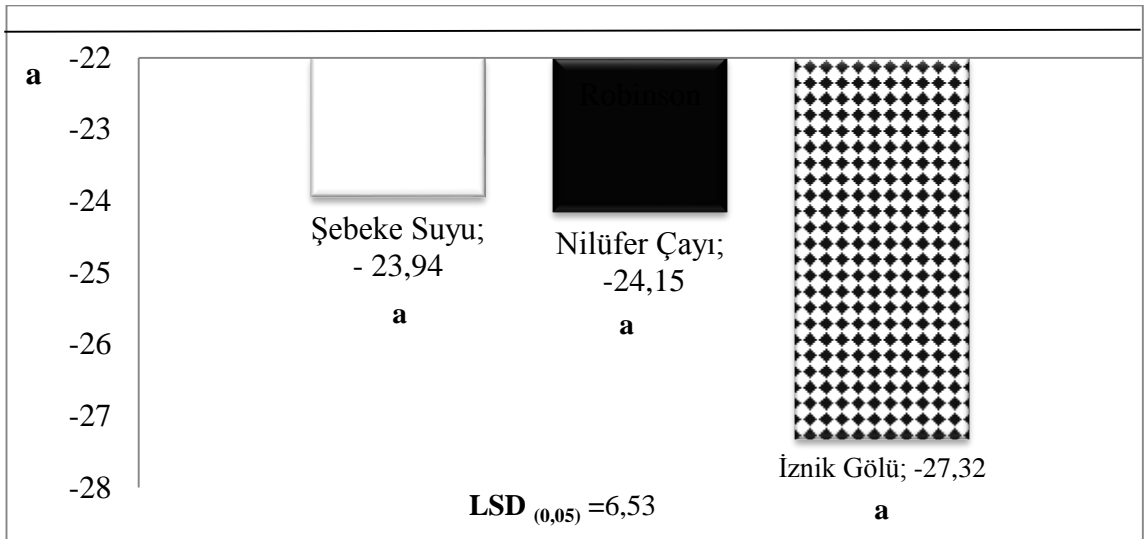
Kullanılan Sulama Suyu Kaynağı	Klorofil a (mg/kg)	Klorofil b (mg/kg)	Toplam Klorofil (mg/kg)
Şebeke Suyu	5,87 <i>a</i>	8,83 <i>a</i>	12,24 <i>a</i>
Nilüfer Çayı	5,51 <i>a</i>	4,46 <i>a</i>	6,93 <i>a</i>
İznik Gölü	4,98 <i>a</i>	3,08 <i>a</i>	5,96 <i>a</i>
LSD(0.05)	4,0	2,87	4,87

Robinson çeşidinde L değerlerine bakıldığında; şebeke suyu ile sulanan baş salata örneklerinde 70,58 Nilüfer Çayı ile sulanan baş salata örneklerinde 70,13 ve İznik Göl suyu ile sulanan baş salata örneklerinde 77,71 olarak saptanmıştır. Bölgeler arasındaki istatistiksel farklılık incelendiğinde şebeke suyu ile sulanan örneklerin önemli derecede yüksek olduğu görülmüştür. Kardüz'ün (2015) kapılar sistemde salata-marul yetiştiriciliğinde mikoriza uygulaması yaptığı çalışmada L değerleri 43,1 olarak bulunmuş olup elde edilen değer çalışmamızın üzerinde kalmıştır (Şekil 4.4.).



Şekil 4.4. Robinson çeşidi L değeri sonuçları

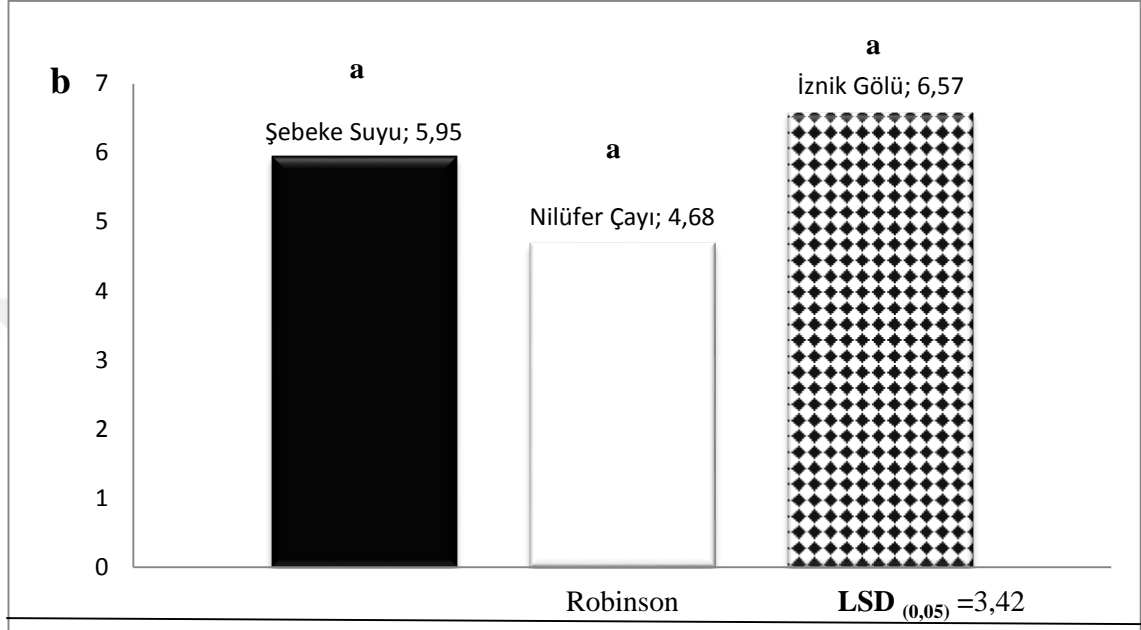
Robinson çeşidinin a değerleri incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan örneklerde -23,94, Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde -24,15, İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde -27,32 olarak tespit edilmiştir. İstatiksel olarak incelendiğinde üç bölgenin de aynı istatistiki grup içerisinde yer aldığı görülmüştür. Kardüz'ün (2015) kıvrıcık salatada yaptığı çalışmada a değerleri -15.5 olarak saptanmış olup elde edilen değer çalışmamızın altında kalmıştır (Şekil 4.5.).



Şekil 4.5. Robinson çeşidi a değeri sonuçları

Robinson çeşidinin b değerleri incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 5,95, Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde 4,68, İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde 6,57

olarak tespit edilmiştir. İstatiksel olarak incelendiğinde üç bölgenin de aynı istatistiki grup içerisinde yer aldığı görülmüştür. Kardüz'ün (2015) kıvrıcık salatada yaptığı çalışmada *b* değeri 17,11 olarak saptanmıştır olup çalışma sonuçları bu değer altında kalmıştır (Şekil 4.6.).



Şekil 4.6. Robinson çeşidi *b* değeri sonuçları

Robinson çeşidinde bitki ağırlığı, pazarlanabilir yaprak sayısı, yaprak oransal nem kapsamı, pH, askorbik asit, toplam şeker ve nitrat miktarlarında istatistiki açıdan farklılıklar görülürken; bitki boyu, bitki çapı, pazarlanamaz yaprak sayısı, kök boğazı uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, titredilebilir asit, suda çözünebilir kuru madde, klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarlarında önemli bir fark saptanmamıştır.

4.3. Adranita Çeşidi Genel Analiz Sonuçları

Adranita marul çeşidinde Çizelge 4.9.'a bakıldığında; ağırlık miktarlarının şebeke suyu ile sulanan marul örneklerinde 698,12 g, Nilüfer Çayı ile sulanan marul örneklerinde 588,75 g ve İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde 514,56 g olarak bulunmuştur. İstatistiksel olarak ağırlık miktarı bakımından üç bölgenin de aynı grupta yer aldığı görülür. Polat ve ark.'nın (2004) açık alanda bekletilmiş sentetik mantar kompostu

atığının farklı düzeylerde kullanımının (0, 1, 2 ve 4 ton/da) sonbahar ve ilkbahar döneminde yetiştirilen iki marul çeşidinde verim ve kaliteye etkisinin araştırıldığı çalışmada bitki ağırlıkları 113 g- 323 g arasında saptanmıştır. Üç farklı sulama suyu kaynağına bağlı olarak elde edilen analiz sonuçlarıyla karşılaştırıldığında Polat ve arkadaşlarının çalışmasından elde edilen sonuçlardan daha yüksek olduğu görülür.

Bitki boylarına bakıldığında; İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde 43,00 cm, Nilüfer Çayı ile sulanan marul örneklerinde 42,33 cm ve şebeke suyu ile sulanan marul örneklerinde 39,33 cm olarak hesaplanmıştır. İstatistiki olarak değerlendirildiğinde üç bölge arasında önemli bir farklılık olmadığı görülmüştür. Polat ve ark.'nın (2005) marul bitkisinde zeolitin farklı seviyelerine bağlı olarak oluşturulan uygulamalarını kapsayan çalışmada bitki boyu uzunlukları 24,30 cm-25,80 cm arasında değişmekle birlikte bu değerler çalışmamızda elde edilen değerlerin altında bulunmuştur. Tüzel ve ark.'nın (2011) organik salata ve marul yetiştiriciliğinde agryl örtü ve bazı gübrelerin verim ve kaliteye etkileri üzerine yaptığı çalışmada marulda bitki boyları 22,8-22,9 cm arasında bulunmuş olup çalışmamızda elde edilen bitki boylarına göre daha az boya sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.9.).

Adranita çeşidinde bitki çapları incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan ve İznik göl suyu ile sulanan örneklerde 23,33 cm, Nilüfer Çayı ile sulanan marul örneklerinde 28,33 cm olarak saptanmıştır. Bölgeler istatistiksel açıdan incelendiğinde önemli bir farklılık belirlenmemiştir. Tüzel ve ark. (2011) tarafından agryl örtü kullanımının marul ve salatada verim ve kaliteye etkilerini incelediği çalışmada bitki çapı 12,8-14,2 cm arasında saptanmıştır. Tüzel ve ark.'nın yaptığı çalışma çalışmamız değerleri ile karşılaştırıldığında bitki çaplarının daha düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.9.)

Pazarlanabilir yaprak sayıları incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan marul örneklerinde 34,00 adet/bitki, Nilüfer Çayı ile sulanan marul örneklerinde 37,33 adet/bitki ve İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde 27,67 adet/bitki olarak saptanmıştır. Bölgeler arasında istatistiksel bir farklılık görülmemiştir. Kıvrıkcık yapraklı Romanya çeşitlerinde çalışan Boroujerdana ve Ansari (2007) yaprak sayısının çeşitlere bağlı olarak 58,44 ile 65,06 arasında değiştiğini belirtmektedirler. Şebeke suyu ile sulanan ve Nilüfer Çayı ile sulanan

örneklerin bu çalışmayla karşılaştırıldığında çalışmamız değerlerinden daha yüksek sonuçlar bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.9.).

Pazarlanamaz yaprak sayılarına bakıldığında; şebeke suyu ile sulanan ve İznik Göl suyu ile sulanan marul örneklerinde 6,33 adet/bitki, Nilüfer Çayı ile sulanan marul örneklerinde 4,33 adet/bitki olarak belirlenmiştir. İstatiksel olarak üç bölgenin de aynı grupta yer aldığı görülmektedir. Tüzel ve ark. (2011) tarafından salata ve marul bitkilerinde farklı gübrelemelerin etkilerinin incelendiği çalışmada pazarlanamaz yaprak sayısı 3,2 -5,2 adet/bitki arasında değişmiştir, çalışmamız ile karşılaştırıldığında elde edilen sonuçların çalışmamızda bulunan değerlerin altında kaldığı saptanmıştır (Çizelge 4.9.).

Çizelge 4.9.Adranita çeşidi genel analiz sonuçları

Kullanılan Sulama Suyu Kaynağı	Ağırlık (g)	Bitki Boyu (cm)	Bitki Çapı (cm)	Pazarlanabilir Yaprak Sayısı (adet/bitki)	Pazarlanamaz Yaprak Sayısı (adet/bitki)
Şebeke Suyu	698,12 <i>a</i>	39,33 <i>a</i>	23,33 <i>a</i>	34,00 <i>a</i>	6,33 <i>a</i>
Nilüfer Çayı	588,75 <i>a</i>	42,33 <i>a</i>	28,33 <i>a</i>	37,33 <i>a</i>	4,33 <i>a</i>
İznik Gölü	514,56 <i>a</i>	43,00 <i>a</i>	23,33 <i>a</i>	27,66 <i>a</i>	6,33 <i>a</i>
LSD(0.05)	203,64	9,28	8,84	17,82	2,83

Şebeke suyu ile sulanan marul örnekleri incelendiğinde kök boğazı uzunlukları 1,66 cm, Nilüfer Çayı ile sulanan marul örnekleri 1,83 cm ve İznik Göl suyu ile sulanan örnekleri 1,16 cm ölçülmüştür. İstatistiksel açıdan üç bölge arasında önemli bir farklılık görülmemektedir. Polat ve ark.'nın (2004) farklı zeolit düzeylerinin marul bitkisinde verim ve kaliteye etkileri üzerine yapılan çalışmada kök boğazı uzunlukları 2,05 cm -2,61 cm olarak tespit edilmiştir. Tüm bölgelerin bu çalışmadan daha düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 4.10.).

Kök yaş ağırlıkları bakımından incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan marul örneklerinde 19,35 g, Nilüfer Çayı ile sulanan marul örneklerinde 19,05 g ve İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde 20,31 g olarak saptanmıştır. Üç bölgenin aynı istatistiksel

grup içerisinde yer aldığı görülmektedir. Kesimci'nin (2013) sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda verim, verim unsurları ve besin elementi içeriklerine etkileri üzerine yaptığı çalışmada kök yaş ağırlığı 45,25 -57,00 arasında değişen değerler almıştır. Kesimci'nin (2013) yaptığı çalışma sonuçları çalışmamız ile karşılaştırıldığında kök yaş ağırlıklarının bulduğumuz sonuçlara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.10.).

Çizelge 4.10 incelendiğinde; kök kuru ağırlığı; şebeke suyu ile sulanan marul örnekleri 1,22 g, Nilüfer Çayı ile sulanan marul örnekleri 1,23 g ve İznik Göl suyu ile sulanan marul örnekleri 1,91 g olarak saptanmıştır. Bölgeler arasında önemli bir istatistiksel farklılık gözlenmemiştir. Kardüz ve ark. (2015) kuru kök ağırlığını 2,0- 2,2 g arasında belirlemişlerdir (Çizelge 4.10.).

Yaprak oransal nem ağırlıkları incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan marul örneklerinde % 75,97, Nilüfer Çayı ile sulanan marul örneklerinde % 70,00 ve İznik Göl suyu ile sulanan marul örneklerinde % 79,46 olarak belirlenmiştir. İstatistiksel olarak üç bölgenin de aynı grup içerisinde yer aldığı görülmektedir (Çizelge 4.10.).

Çizelge 4.10. Adranita çeşidi genel analiz sonuçları

Kullanılan Sulama Suyu Kaynağı	Kök Boğazı Uzunluğu (cm)	Kök Yaş Ağırlığı (g)	Kök Kuru Ağırlığı (g)	Yaprak Oransal Nem Kapsamı (%)
Şebeke Suyu	1,66 <i>a</i>	19,35 <i>a</i>	1,22 <i>a</i>	75,97 <i>a</i>
Nilüfer Çayı	1,83 <i>a</i>	19,05 <i>a</i>	1,23 <i>a</i>	70,00 <i>a</i>
İznik Gölü	1,16 <i>a</i>	20,31 <i>a</i>	1,91 <i>a</i>	79,46 <i>a</i>
LSD(0.05)	0,57	9,68	0,93	25,66

Adranita marul çeşidinde pH değerlerine bakıldığında; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 4,86, Nilüfer Çayı ile sulanan marul örneklerinde 5,58 ve İznik Gölü ile sulanan 5,99 değerleri ölçülmüştür. İstatistiksel olarak incelendiğinde pH değerinin İznik Gölü ile sulanan marul örneklerinde en yüksek, şebeke suyu ile sulananlarda ise en düşük olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.11'den anlaşılacağı gibi; titredilebilir asit miktarları şebeke suyu ile sulanan örneklerde 3,68 g/100g, Nilüfer Çayı ile sulanan marul örneklerinde 5,34 g/100g ve İznik Gölü ile sulanan marul örneklerinde 3,93 g/100g olarak belirlenmiş olup istatistiki açıdan bölgeler arasında önemli bir farklılık görülmemiştir (Çizelge 4.11.).

Suda çözünebilir kuru madde miktarlarına bakıldığında; şebeke suyu ile sulanan bitkilerde 4,50 g/100g, Nilüfer Çayı ile sulanan marul örneklerinde 5,00 g/100g ve İznik Göl Suyu ile sulanan örneklerde 1,75 g/100g olarak bulunmuştur. İstatiksel olarak incelendiğinde İznik Göl suyu farklı grupta yer almıştır. Polat ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada suda çözünebilir kuru madde miktarları 4,10 g/100g - 4,67 g/100g arasında değişiklik göstermiştir. Bu çalışma analiz sonuçlarıyla karşılaştırıldığında suda çözünebilir kuru madde miktarının İznik Göl suyu sulanan örneklerin kuru madde miktarlarının bu çalışmadan elde edilen sonuçlardan düşük olduğu, Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerin bu çalışma ile paralellik gösterdiği, şebeke suyu ile sulanan örneklerin ise daha yüksek sonuçlara sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.11.).

Askorbik asit miktarları incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 54,75 mg/100g, Nilüfer Çayı ile sulanan marul örneklerinde 37,78 mg/100g ve İznik Göl suyu ile sulanan marul örneklerinde ise 43,67 mg/100g olarak belirlenmiştir. İstatiksel olarak üç bölgenin de aynı istatistiksel grup içerisinde yer aldığı görülmektedir. Polat ve ark.'nın (2004) farklı zeolit düzeyleri üzerine yaptığı çalışmada askorbik asit miktarı 19,00 mg/100g- 19,80 mg/100g arasında tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarının bu çalışmadan daha yüksek olduğu görülmektedir. Çalışmalar arasında askorbik asit farklılıklarının yetiştiriciliklerin yapıldığı ekolojilerin yapıldığı bölgelerin ve ekolojilerin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 4.11.).

Adranita çeşidinde toplam şeker miktarlarına bakıldığında; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 0,01 mg/kg, Nilüfer Çayı ile sulanan marul örneklerinde 0,03 mg/kg ve İznik Göl suyu ile sulanan marul örneklerinde 0,16 mg/kg olarak saptanmıştır. İznik Göl suyu ile sulanan bitki örneklerinin farklı istatistiksel grup içerisinde yer aldığı ve önemli derecede yüksek olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.11.).

Önemli bir kriter olan nitrat düzeyleri açısından şebeke suyu ile sulanan örneklerde 1701,42 mg/kg iken, Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde 1458,31 mg/kg ve İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde 1110,04 mg/kg olarak bulunmuştur. Türk Gıda Kodeksi'ne göre üç bölgede maksimum limitlerin altında kalmıştır. Bölgeler arasındaki farklılığa baktığımızda şebeke suyu ile sulanan marul yapraklarında nitrat düzeyi daha yüksek iken, Nilüfer Çayı ile sulanan bitkilerde orta düzeyde ve İznik Göl suyu ile sulanan örnekler daha düşük düzeyde bulunmuştur. Yapılan istatistiki değerlendirilmede üç bölgede nitrat değerleri arasında farklılıklar bulunmuştur. Karaman ve ark. (2000) tarafından Tokat bölgesi üretici koşullarında yetiştiriciliği yapılan bazı kışlık sebzelerin nitrat akümülyasyonuna etkisinin incelendiği çalışmada marul yapraklarındaki nitrat 1401-2022 mg/kg arasında değişmiştir. İznik Göl suyu ile sulanan örnekler bu çalışmanın altında kalırken şebeke suyu ve Nilüfer Çayı ile sulanan marul bitkileri bu çalışma ile paralellik göstermiştir (Çizelge 4.11.)

Çizelge 4.11.Adranita çeşidi kalite analiz sonuçları

Kullanılan Sulama Suyu Kaynağı	pH	TEA (g/100g)	SÇKM (g/100g)	Askorbik Asit (Vit. C.) (mg/100g)	Toplam Şeker (mg/kg)	Nitrat (mg/kg)
Şebeke Suyu	4,86 <i>b</i>	3,68 <i>b</i>	4,50 <i>a</i>	54,75 <i>a</i>	0,03 <i>b</i>	1701,42 <i>a</i>
Niüfer Çayı	5,58 <i>ab</i>	5,34 <i>a</i>	5,00 <i>a</i>	37,78 <i>a</i>	0,03 <i>b</i>	1458,31 <i>ab</i>
İznik Gölü	5,99 <i>a</i>	3,93 <i>b</i>	1,75 <i>b</i>	43,67 <i>a</i>	0,16 <i>a</i>	1110,04 <i>b</i>
LSD _(0,05)	0,86	1,05	0,64	21,53	0,01	195,65

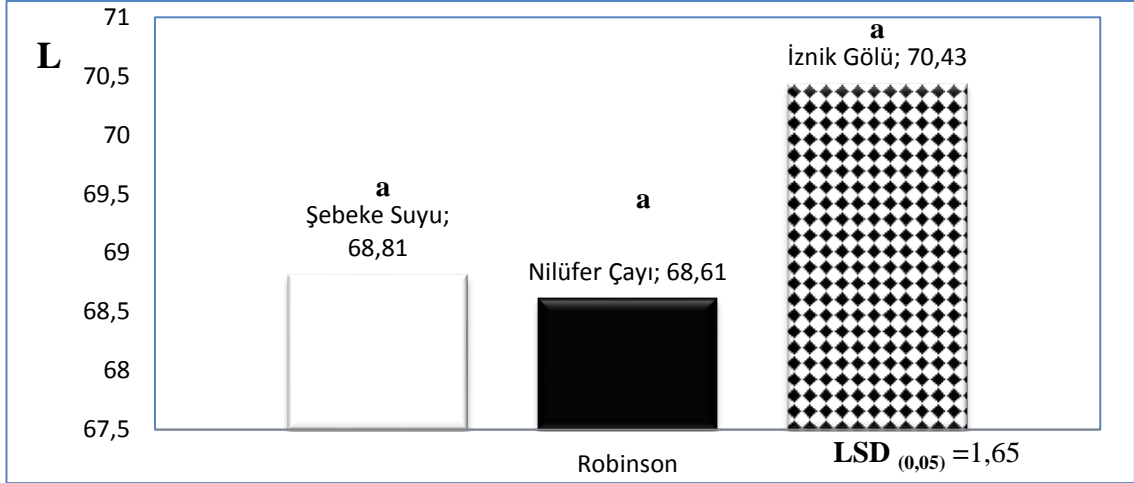
Adranita marul çeşidinde Çizelge 4.12'nin incelenmesinden anlaşılacağı gibi, şebeke suyu ile sulanan marul örneklerinde klorofil a miktarları 7,31 mg/kg, Nilüfer Çayı ile sulanan marul örneklerinde 6,33 mg/kg ve İznik Göl suyu ile sulanan marul örneklerinde 6,84 mg/kg klorofil b miktarları incelendiğinde, şebeke suyu ile sulanan marul örneklerinde 12,02 mg/kg, Nilüfer Çayı ile sulanan marul örneklerinde 10,83 mg/kg ve İznik Göl suyu ile sulanan marul örneklerinde 7,99 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Üç bölge arasındaki istatistiksel farklılık bulunmamıştır (Çizelge 4.12.).

Toplam klorofil değerleri arasında da istatistiksel farklılık belirlenmemekle birlikte şebeke suyu ile sulananların daha yüksek sonuçlar verdiği görülmektedir (Çizelge 4.12.)

Çizelge 4.12.Adranita çeşidinde klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarları

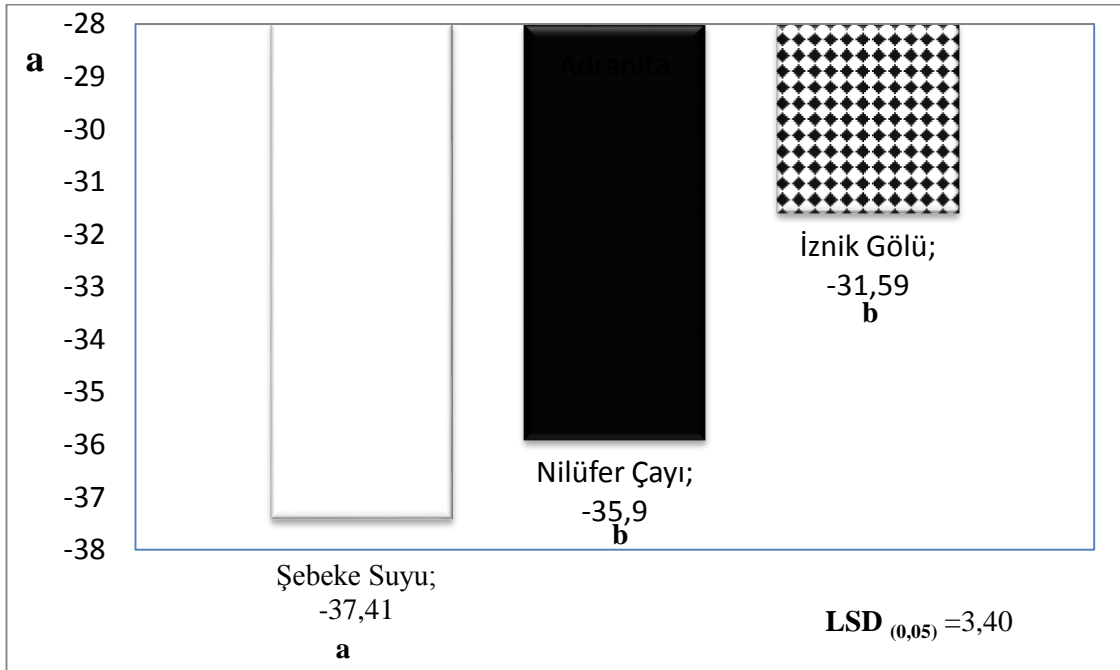
Kullanılan Sulama Suyu Kaynağı	Klorofil a (mg/kg)	Klorofil b (mg/kg)	Toplam Klorofil (mg/kg)
Şebeke Suyu	7,31 <i>a</i>	12,02 <i>a</i>	19,99 <i>a</i>
Nilüfer Çayı	6,33 <i>a</i>	10,83 <i>a</i>	14,40 <i>a</i>
İznik Gölü	6,84 <i>a</i>	7,99 <i>a</i>	14,83 <i>a</i>
LSD_(0.05)	2,98	4,87	6,85

Adranita çeşidi L değerlerini incelediğimizde; şebeke suyu ile sulanan marul örneklerinde 68,81, Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde 68,61, İznik Göl suyu ile sulanan marul örneklerinde 70,43 olarak tespit edilmiştir. İstatiksel olarak bakıldığında üç bölgenin de aynı istatistiksel grup içerisinde yer aldığı görülmüştür. Kardüz'ün (2015) kapılar sistemde salata-marul yetiştiriciliğinde mikoriza uygulaması üzerine yaptığı çalışmada L değeri 43,2 olarak saptanmış olup çalışma sonuçları bu değer üzerinde kalmıştır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Adranita çeşidinin *L* değeri sonuçları

Adranita çeşidine ait *a* değerlerine bakıldığında; şebeke suyu ile sulanan örneklerde -37,41, Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde -35,90 ve İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde -31,59 olarak hesaplanmıştır. Şebeke suyu ile sulanan marul örneklerinin istatistiksel açıdan diğer bölgelere göre önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Kardüz'ün (2015) mikoriza uygulamasının salata ve marul üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada *a* değeri -19,1 olarak saptanmış olup çalışma sonuçları bu değerin altında kalmıştır. (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Adranita çeşidinin *a* değeri sonuçları

Adranita çeşidine ait *b* değerlerine bakıldığında; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 3,78, Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde 2,64 ve İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde 2,59 olarak hesaplanmıştır. İstatistiksel olarak incelendiğinde üç bölgenin de aynı grup içerisinde yer aldığı önemli bir farklılık olmadığı görülmektedir Kardüz'ün (2015) yaptığı çalışmada *b* değeri 21,01 olarak saptanmış olup çalışma sonuçları bu değer altında kalmıştır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Adranita çeşidinin *b* değeri sonuçları

Adranita çeşidinde pH, titre edilebilir asit, toplam şeker, nitrat miktarlarında istatistiksel açıdan farklılıklar görülmezken; bitki ağırlığı, bitki boyu, bitki çapı, pazarlanabilir yaprak sayısı, yaprak oransal nem kapsamı, Suda çözünebilir kuru madde, askorbik asit, pazarlanamaz yaprak sayısı, kök boğazı uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarları, L değeri, *b* değeri önemli bir fark saptanmamıştır.

4.4. Ağır Metal Analizleri

4.4.1. Sulama Suları Ağır Metal Analiz Sonuçları

Sulama sularında bazı ağır metallerin izin verilen maksimum konsantrasyonları, 07.01.1991 tarihli ve 20748 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği ile belirlenmiş olup, her türlü

zeminde sürekli sulama yapılması durumunda değerler nikel için 0,2 mg/l, kadmiyum için 0,01 mg/l, kurşun için 5 mg/l olarak belirlenmiştir.

Nikel ağır metalinin zararlı etkilerinin minimuma indirilmesi amacıyla, çeşitli otoriteler tarafından sulara bulunabilecek toplam kurşun miktarına sınır değerler konulmuştur. Sulara konulan sınır değerler EC, WHO, EPA ve ülkemiz mevzuatında sırasıyla 0,02 mg/l, 0,002 mg/l, 0,01 mg/l ve ülkemizde 0,2 mg/l olarak belirlenmiştir (Anonim 2004). Kadmiyumun dünyadaki farklı örgütler tarafından sulara konulan sınır değerler EC, WHO, EPA ve ülkemiz mevzuatında sırasıyla 0,005 mg/l, 0,05 mg/l, 0,01 mg/l ve ülkemizde 0,005 mg/l olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.13.).

Kurşun ağır metalinin EC, WHO, EPA ve ülkemiz mevzuatında sulara belirlenen sınır değerleri sırasıyla 0,01 mg/l, 0,05 mg/l, 0,01 mg/l ve ülkemizde 5,0 mg/l olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.13.).

Çizelge 4.13.Sulama suyunda toksik kabul edilen ağır metal sınır değerleri (Anonim 2004)

Element	Avrupa Komisyonu (EC) (mg/l)	Dünya Sağlık Örgütü (WHO) (mg/l)	Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA) (mg/l)	Su kirliliği kontrol yönetmeliği sulama suyu sınır değerler (mg/l)
Ni	0,02	0,002	0,01	0,2
Cd	0,005	0,01	0,005	0,01
Pb	0,01	0,05	0,01	5,0

Nikel miktarlarına bakıldığında şebeke suyundan elde edilen sonuçlar Avrupa Komisyonu (EC), Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA), Su kirliliği kontrol yönetmeliğinin sulama suyu sınır değerlerinin altında kalmıştır. Nilüfer Çayı'ndan alınan su örneği 7,7 mg/l olarak saptanmış olup EC, WHO, EPA ve ülkemiz mevzuatı sınır değerlerinin oldukça üzerinde bulunmuştur. İznik Gölü'nden alınan su örneği ise 1,248 mg/l olarak belirlenmiş olup EC, WHO, EPA ile karşılaştırıldığında sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur.

Kadmiyum miktarlarına bakıldığında şebeke suyundan ve Nilüfer Çayı'ndan alınan su örneklerinden elde edilen sonuçlar Avrupa Komisyonu (EC), Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA), Su kirliliği kontrol yönetmeliğinin sulama suyu sınır değerlerinin altında kalmıştır. İznik Göl Suyunun kadmiyum miktarı 0,006 mg/l olarak belirlenmiş olup EC ve EPA'nın sınır değerinin üzerinde WHO ve ülkemiz sınır mevzuatının ise altında bulunmuştur (Çizelge 4.14.).

Kurşun miktarlarına bakıldığında şebeke suyundan ve Nilüfer Çayı'ndan alınan su örneklerinden elde edilen sonuçlar Avrupa Komisyonu (EC), Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA), Su kirliliği kontrol yönetmeliğinin sulama suyu sınır değerlerinin altında kalmıştır. İznik Göl suyu örneği 5,039 mg/l olarak saptanmış olup EC, WHO, EPA ve ülkemiz mevzuatı sınır değerlerinin üzerinde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.14. Bölgelerden elde edilen sulama suyu örneklerinin analiz sonuçları

Element	Şebeke Suyu (mg/l)	Nilüfer Çayı (mg/l)	İznik Göl Suyu (mg/l)
Ni	< 0,02	7,7	1,248
Cd	< 0,02	< 0,100	0,006
Pb	< 0,100	< 0,100	5,039
Co	< 0,100	< 0,100	< 0,100

Türk Gıda Kodeksi'ne göre 21 Gıda Maddesinde Bulaşanların Maksimum Limitlerinin Belirlenmesi Hakkındaki Tebliğ'de ağır metallere kurşun (Pb) için kabul edilebilir değer 0,10 mg/kg iken, kadmiyum (Cd) için 0,050 mg/kg olarak verilmiştir. Aynı şekilde nikel için yapraklı sebzeler grubuna ait maksimum limitleri verilmemesine karşın nikelin Türk Gıda Kodeksi'ne göre gıdalarda kabul edilebilir nikel miktarının 0,2 mg/kg değerinin altında olması gerekmektedir (Çizelge 4.15.).

Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) yapraklı sebzeler grubuna ait sınır değerleri kadmiyum (Cd) için 0,2 mg/kg, kurşun (Pb) için 0,3 mg/kg olarak belirtilmiştir (Anonim

1995a).Avrupa Komisyonu'nun yapraklı sebzeler için belirttiği limitler ise kadmiyum (Cd) için 0,1 mg/kg ve kurşun (Pb) için 0,3 mg/kg'dır (Anonim 2009). Nikel (Ni) için Dünya Sağlık Örgütü ve Avrupa Komisyonunda herhangi bir limit değeri belirtilmemiştir.

Çizelge 4.15.Marul ve salata yapraklarında bulunmasına izin verilen ağır metal sınır değerleri

Element	Türk Gıda Kodeksi (mg/kg)	Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) (mg/kg)	Avrupa Komisyonu (mg/kg)
Ni	0,2	-	-
Cd	0,050	0,2	0,1
Pb	0,10	0,3	0,3

Çalışmamızda kobalt (Co) analizleri de yapılmış olup herhangi bir değeri bulunmamıştır.

4.4.2. Funly Çeşidi Ağır Metal Analiz Sonuçları

Funly çeşidi için nikel değerleri (Çizelge 4.16.) incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 0,112 mg/kg iken, Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde 0,180 mg/kg ve İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde 0,117 mg/kg olarak saptanmıştır. Bu değerler Türk Gıda Kodeksi Limitlerinin (0,1-0,2 mg/kg) altında kalmıştır. Bölgeler arasında farklılık gözlenmiş olup Funly kıvrıkcık yapraklı salata çeşidinde Nikel miktarı Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde en yüksek düzeyde bulunmuştur. Sulama suyu kaynağı farklılıkları incelendiğinde şebeke suyu ile sulanan ve İznik Göl suyu ile sulanan Funly kıvrıkcık yapraklı salata çeşidinde nikel değerleri aynı istatistik grubunda yer alırken, Nilüfer Çayı'ndan yapılan sulamalar sonucu bitkilerde yapılan nikel analiz sonuçları limit altında olmakla birlikte istatistiksel olarak diğer bölgelerde yetiştirilenlere göre yüksek bulunmuştur. Bölgelerin sulama suyu analiz sonuçlarına (Çizelge 4.14.) bakıldığında Nilüfer Çayı'nda nikel miktarının (7,7 mg/l) ile diğer iki bölgeden çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Funly çeşidi nikel değerinin yüksek olmasının sulama kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Zorrig ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmada biyolojik katkı gübre uygulaması sonucunda bitkideki nikel miktarı 2,3-3,7 mg/kg olarak saptanmıştır. Hashem ve ark. 'nın (2013) Mısır'daki El-Amia nehriden elde edilen endüstriyel atık

sularla yaptığı çalışmada marul bitkisinde tespit edilen nikel miktarları 0,34-0,58 mg/kg olarak belirlenmiştir. Weldegebriel ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada Etiyopya'nın Addis Ababa'da Akaki nehrinden alınan su ile sulanan marul bitkilerinde nikel miktarı 0,30-1,15 mg/kg arasında değişen değerler almıştır. Zorrig ve ark. (2002), Hashem ve ark. (2013) ve Weldegebriel ve ark. 'nın (2011) yaptığı çalışmalar nikel miktarı bakımından karşılaştırıldığında üç bölgenin de bu değerlerin altında kaldığı görülmektedir (Çizelge 4.16.).

Funly kıvırcık salata çeşidi kadmiyum miktarları şebeke suyu ile sulanan örneklerde 0,017 mg/kg, Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde 0,013 mg/kg ve İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde 0,055 mg/kg olarak saptanmıştır. Türk Gıda Kodeksi'ne göre kadmiyum miktarı 0,050 mg/kg olması gerekirken İznik Göl suyu ile sulanan örnekler 0,055 mg/kg olarak elde edildiğinden maksimum limitin üzerinde olduğu saptanmıştır. Bölgeler arasında şebeke suyu ile sulanan örnekler ile Nilüfer çayı ile sulanan örnekler arasında önemli bir farklılık görülmezken İznik Gölü ile sulanan örneklerde kadmiyum miktarı önemli düzeyde farklılık göstermiştir. Sulama suyu kaynağına bağlı olarak farklılıklar incelendiğinde şebeke Suyu ile sulanan ve Nilüfer Çayı ile sulanan Funly kıvırcık salata çeşidinde kadmiyum değerleri aynı istatistik grup içerisindeyken, İznik Gölü ile sulanan kıvırcık salata çeşidi farklı istatistik grubu içerisinde yer almıştır. Çalışmamızda her üç bölgeden elde ettiğimiz kadmiyum sonuçları; Dünya Sağlık Örgütü (0,2 mg/kg) ve Avrupa Komisyonu (0,3 mg/kg) tarafından yapraklı sebzelerde izin verilen sınır değerlerin çok daha altında kalmıştır. Bölgeler arasında en yüksek kadmiyum değerinin alındığı İznik Gölü su değerleri incelendiğinde de diğer sulama kaynaklarına göre yüksek sonuç bulunduğu görülmektedir. Yüksek kadmiyum değerlerinin az da olsa sulama kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Pip 'in (1991) Kanada'nın Manitoba bölgesinde maden ocakları yakınında yetiştirilen bitkilerde kadmiyum değerini 3,75 mg/kg olarak saptamış olup çalışmamızda elde edilen kadmiyum değerlerinden yüksek bulunmuştur. Allegria ve ark. 'nın (1991) İspanya'da yaptığı çalışmada da kadmiyum değerleri çeşitli sebzelerde 0,85 mg/kg olarak saptamıştır. Yaman ve Güçer (1995) tarafından farklı bitkilerde kadmiyum miktarı ortalama olarak 0,80 mg/kg elde edilmiştir. Analiz sonuçlarımız Pip (1991), Allegria ve

ark. (1991) ve Yaman ve Güçer (1995) tarafından yapılan çalışmalardan daha düşük tespit edilmiştir (Çizelge 4.16.).

Funly kıvrıkcık yapraklı salata çeşidinde kurşun miktarlarına baktığımızda şebeke suyu ile sulanan örneklerde 0,109 mg/kg iken, Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde 0,126 mg/kg ve İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde 0,609 mg/kg olarak saptanmıştır. Türk Gıda Kodeksi'ne göre kurşun miktarının 0,10 mg/kg olması gerekirken üç bölgede de maksimum limitin üzerinde bulunmuştur. Şebeke suyu ile sulanan örnekler ile Nilüfer Çayı ile sulanan örnekler arasında bir farklılık bulunmazken, İznik Gölü ile sulanan bitki örneklerinde kurşun değeri 0,609 mg/kg ile yüksek bulunmuş, İznik bölgesinin diğer bölgelerden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir. Şebeke suyu ile sulanan ve Nilüfer Çayı ile sulanan bitki örnekleri aynı istatistiksel grup içerisinde yer alırken, İznik Gölü ile sulanan bitki örnekleri farklı grup içerisinde yer almış ve limitin oldukça üzerinde sonuçlar alınmıştır. Dünya Sağlık Örgütü ve Avrupa Komisyonun kurşun için verdiği sınır değeri 0,3 mg/kg olup, İznik Göl suyu ile sulanan bitkilerde sınır limitin aşıldığı görülmektedir. İznik Gölü'nden sulanan bitkilerde kurşun miktarının yüksek olmasının su analizlerinde de açıkça görüldüğü üzere İznik Göl'ünün kurşun miktarının da diğer bölgelere göre oldukça yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarla çalışmamızın kurşun miktarları karşılaştırıldığında, Allegria ve ark. 'nın (1991) İspanya'da farklı sebze gruplarından ortalama olarak kurşun miktarını 0,94 mg/kg, Yaman ve ark.'ı (1995) 80 mg/kg olarak saptamışlardır. Allegria ve ark. (1991), Yaman ve ark.'nın (1995) yaptığı çalışmaların denememizden elde edilen sonuçlarla kurşun miktarı bakımından karşılaştırıldığında üç bölgeden de daha düşük sonuçlar elde edildiği görülmektedir. İznik Göl suyu ile sulanan bitki örneklerinin De Pieri ve ark. 'nın (1996) Kanada'da yerleşim alanlarına daha yakın olan yerlerde yetiştirilen marullarda kurşun miktarını 0,39 mg/kg olarak tespit etmiştir. İznik Göl suyu ile sulanan bitkilerin kurşun miktarının De Pieri ve ark. 'nın (1996) yaptığı çalışmadan daha yüksek bulunmuştur. Wolnik ve ark.(1985) tarafından yapılan çalışmada bitkilerdeki kurşun miktarı 0,026 mg/kg olarak saptanmış olup, çalışmamız ile karşılaştırıldığında ise üç bölgenin de bu çalışmadan daha yüksek kurşun konsantrasyonları elde edildiği görülmektedir (Çizelge 4.16.).

Çizelge 4.16. Funly çeşidi ağır metal içerikleri

Kullanılan Sulama Suyu Kaynağı	Nikel (Ni) (mg/kg)	Kadminyum (Cd) (mg/kg)	Kurşun (Pb) (mg/kg)
Şebeke Suyu	0,112 <i>b</i>	0,017 <i>b</i>	0,109 <i>b</i>
Nilüfer Çayı	0,180 <i>a</i>	0,013 <i>b</i>	0,126 <i>b</i>
İznik Gölü	0,117 <i>b</i>	0,055 <i>a</i>	0,609 <i>a</i>
LSD(0.05)	0,012	0,012	0,083

4.4.3. Robinson Çeşidi Ağır Metal Analiz Sonuçları

Robinson baş salata çeşidinde Çizelge 4.17.'den nikel miktarlarına bakıldığında şebeke suyu ile sulanan örneklerde 0,086 mg/kg iken, Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde 0,248 mg/kg ve İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde 0,151 mg/kg olarak saptanmıştır. Türk Gıda Kodeksi'ne göre; Nilüfer Çayı ve İznik Gölü ile sulanan bitki örneklerinin maksimum sınır limitinin üzerinde olduğu görülmektedir. Nilüfer Çayı ile sulanan baş salata örneklerinin nikel miktarlarının diğer bölgelere göre önemli düzeyde farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.17.). Şebeke suyu ile sulanan Robinson bitki örnekleri ile İznik Gölü ile sulanan bitki örnekleri nikel miktarı bakımından değerlendirildiğinde aynı istatistiksel grup içerisinde yer alırken, Nilüfer Çayı ile sulanan bitki örnekleri limitin üzerinde saptanmıştır. Nilüfer Çayı su değerlerinde de nikel oranının çok yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.14). Bu durum bitkilerin sulama suyunun nikel yönünden bitkileri direkt olarak etkilediğini göstermektedir. Ağır metallerle yapılan çalışmalarda Demirezen ve ark. 'nın (2005) Kayseri'de farklı bölgelerden elde ettiği 132 farklı bitki üzerine yaptığı çalışmada marulda nikel miktarı 6,3 mg/kg olarak tespit etmiştir. Manas ve ark. 'nın (2009) İspanya'nın Alabacete kenti yakınındaki tarım alanlarında kullanılan kirli sular ile yapılan çalışmada nikel miktarı 0,156 mg/kg 'dan 1,81 mg/kg'a kadar değişen değerler arasında tespit edilmiştir. Üç bölgeden elde edilen nikel miktarlarına bakıldığında Demirezen ve Aksoy (2005) ve Manas ve ark. 'nın (2009) yaptığı çalışmalardan daha düşük sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 4.17.).

Robinson baş salata çeşidinde kadmiyum miktarlarına baktığımızda şebeke suyu ve Nilüfer Çayı ile sulanan baş salata örneklerinde 0,001 mg/kg olarak bulunurken, İznik Gölü ile sulanan örneklerde 0,003 mg/kg olarak belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi'ne göre kadmiyum miktarının 0,050 mg/kg olarak belirtilmiş olup üç bölgedeki örneklerde sınır limitlerinin altındadır. Şebeke Suyu ile sulanan bitki örnekleri ile Nilüfer Çayı ile sulanan baş salata örnekleri istatistiksel olarak aynı grupta yer alırken, İznik Gölü ile sulanan baş salata çeşitleri kadmiyum miktarı bakımından önemli derecede farklı bulunmuştur. Dünya Sağlık Örgütü ve Avrupa Komisyonu'nun yapraklı sebzelerde kadmiyum için verdiği sınır değerler sırasıyla 0,2 mg/kg ve 0,1 mg/kg olup üç bölge de bu sınır değerinin altındadır. Fritz ve ark. 'nın (1997) yaptığı çalışmada kadmiyum konsantrasyonları 1,1 mg/kg olarak belirlenmiştir. Bağdatlıoğlu ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada Manisa'da 13 farklı yapraklı sebzede Cu, Zn, Fe, Pb ve Cd ağır metalleri tespit edilmiş olup marulda kadmiyum miktarı 0,136 mg/kg olarak bulunmuştur. Fritz ve ark. (1997), Bağdatlıoğlu ve ark. 'nın (2010) bitkilerdeki kadmiyum için belirlediği miktarlar çalışmamızda saptadığımız değerler ile karşılaştırıldığında; çalışmamızdaki üç bölgeden elde edilen kadmiyum konsantrasyonlarının daha düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 4.17.).

Robinson baş salata çeşidinde kurşun miktarlarına bakıldığında; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 0,060 mg/kg iken, Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde 0,065 mg/kg ve İznik Gölü ile sulanan baş salata örneklerinde 0,543 mg/kg olarak saptanmıştır. Türk Gıda Kodeksi'ne göre kurşun miktarları şebeke ve Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde maksimum limitin altında kalırken, İznik Gölü ile sulanan alanlarda limitin oldukça üstünde seyrettiği görülmektedir. Şebeke suyu ile sulanan örnekler ile Nilüfer Çayı ile sulanan baş salata örnekleri aynı istatistiksel grup içerisinde yer alırken, İznik Gölü ile sulanan Robinson baş salata çeşidi farklı istatistiksel grup içerisinde yer almış olup önemli düzeyde farklı bulunmuştur. Dünya Sağlık Örgütü ve Avrupa Komisyonunun yapraklı sebzeler için verdiği kurşunun sınır limiti 0,3 mg/kg olup, üç bölge ile karşılaştırıldığında yalnızca İznik Göl suyu ile sulanan bitkilerin 0,543 mg/kg ile sınır değeri aştığı görülür (Çizelge 4.15.). Cobb'un (2000) yaptığı çalışmada bitkilerdeki kurşun miktarı 29,8 mg/kg olarak saptanmıştır. Fritz ve ark. 'ı (1997) bitkilerdeki kurşun miktarını 0,80 mg/kg olarak bulunmuştur. Mensah ve ark.'nın (2008) Gana'da kirli sular üzerine yaptığı çalışmada

havuç, kabak ve marul bitkilerinde kadmiyum ve kurşun ağır metallerinin toprak ve yaprakta birikimlerini belirlemiş olup kurşun miktarı marulda 1,41 mg/kg-21,90 mg/kg arasında değişen değerler tespit etmiştir. Cobb (2000), Fritz ve ark. (1997) ve Mensah ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmalar denememizle karşılaştırıldığında üç bölgenin de kurşun miktarının düşük kaldığı görülmektedir (Çizelge 4.17.).

Çizelge 4.17.Robinson çeşidi ağır metal içerikleri

Kullanılan Sulama Suyu Kaynağı	Nikel (Ni) (mg/kg)	Kadmiyum (Cd) (mg/kg)	Kurşun(Pb) (mg/kg)
Şebeke Suyu	0,086 <i>b</i>	0,001 <i>b</i>	0,060 <i>b</i>
Nilüfer Çayı	0,248 <i>a</i>	0,001 <i>b</i>	0,065 <i>b</i>
İznik Gölü	0,151 <i>b</i>	0,003 <i>a</i>	0,543 <i>a</i>
LSD(0.05)	0,070	0,001	0,021

4.4.3. Adranita Çeşidi Ağır Metal Analiz Sonuçları

Adranita marul çeşidinde Çizelge 4.18.'den nikel miktarlarını incelediğimizde şebeke suyu ile sulanan örneklerde 0,091 mg/kg iken, Nilüfer Çayı ile sulanan marul örneklerinde 0,205 mg/kg ve İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde 0,104 mg/kg olarak saptanmıştır. Türk Gıda Kodeksi'ne göre 0,2 mg/kg'ın altında olması gereken nikel miktarı şebeke suyunda ve İznik Göl suyu ile sulanan bitkilerde normal düzeylerde görülürken Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerin ise 0,205 mg/kg değeri ile en yüksek nikel konsantrasyonu tespit edilmiştir. Şebeke suyu ile sulanan marul örnekleri ile Nilüfer Çayı ile sulanan örnekler nikel miktarı bakımından incelendiğinde aynı istatistiksel grup içerisinde yer alırken, Nilüfer Çayı ile sulanan bitki örneklerinin farklı istatistiki grup içerisinde yer aldığı ve limitlerin üzerinde olduğu saptanmıştır. Sulama suyu değerleri incelendiğinde Nilüfer Çayı su içeriğinde nikel oranının çok yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.13.). Bitkilerde nikel değerinin sulama suyuna bağlı olarak arttığı düşünülmektedir. Naaz ve Pandey (2010) tarafından Hindistan'ın Lucknow şehrinin

Badshahbagh tarım alanlarında endüstriyel atık suların marul bitkisinde büyüme ve biyokimyasal tepkilerin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada nikel miktarı 1,59 mg/kg olarak saptanmıştır. Castro ve ark. (2013) tarafından İspanya'da San Juan bölgesinde üç bitki çeşidinde endüstriyel alanlardan alınan kirli sularla yapılan sulama sonucu marul bitkisinde nikel miktarı $< 0,2$ mg/kg olarak tespit edilmiştir. Jordão ve ark.'nın (2012) Brezilya'nın Minas Gerais kentinde toprağa sığır gübresi kompostu uygulaması sonucunda marul bitkisinde bakır, çinko ve nikel ağır metallerinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada marul bitkisinde nikel miktarı 0,53-2,52 mg/kg arasında değişen değerler elde edilmiştir. Naaz ve Pandey (2010) ve Jordão ve ark.'nın (2012) yaptığı çalışmalar denememiz sonuçlarında bulunan nikel miktarlarından yüksek bulunmuş olup Castro ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmadaki nikel miktarı deneme sonuçlarımızdan daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.18.).

Adranita marul çeşidinde kadmiyum miktarlarına baktığımızda; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 0,017 mg/kg, Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde 0,072 mg/kg ve İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde 0,023 mg/kg olarak saptanmıştır. Türk Gıda Kodeksi'ne göre 0,050 mg/kg olması gereken sınır limitinin Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde yüksek olduğu görülmektedir. Kadmiyum miktarı sulama kaynakları bakımından karşılaştırıldığında üç bölgede de istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ve Nilüfer Çayı ile sulanan marul örnekleri sınır limitlerin üzerinde tespit edilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü'nün ve Avrupa Komisyonun kadmiyum için verdiği sınır limitler sırasıyla 0,2 mg/kg ve 0,1 mg/kg olup üç bölgenin Adranita marul bitkisinde sınır limiti aşmadığı görülmektedir. Robave ark. (2015) tarafından Romanya'nın Baia madencilik alanlarda bazı sebze ve meyvelerde çinko, bakır, kurşun ve kadmiyumun konsantrasyonlarını araştırmak için yapılan çalışmada kadmiyum miktarı 0,08 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Smical ve ark.'nın (2008) Romanya'nın Maramures kentinde marul bitkisinde topraktan yaprağa ağır metallerin transferi ve biyoakümüülasyonu ile ilgili yaptığı çalışmada kadmiyum miktarı 0,2 mg/kg olarak saptanmıştır. Roba ve ark. (2015) ve Smical ve ark.'nın (2008) marul bitkisinde kadmiyum miktarları denememiz sonuçlarıyla karşılaştırıldığında daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.18.).

Adranita marul çeşidinde kurşun miktarları incelendiğinde; şebeke suyu ile sulanan örneklerde 0,113 mg/kg, Nilüfer Çayı ile sulanan örneklerde 0,131 mg/kg ve İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde 0,913 mg/kg olarak bulunmuştur. Türk Gıda Kodeksi'ne göre üç bölgede sınır limitin üzerinde kalmıştır. Şebeke suyu ile sulanan marul örnekleri ile Nilüfer Çayı ile sulanan marul örnekleri aynı istatistiksel grup içerisinde yer almış olup İznik Gölü ile sulanan bitki örnekleri farklı istatistiksel grup içerisinde yer almıştır. Türk Gıda Kodeksi' ne göre 0,10 mg/kg olması gereken limit değeri İznik Gölü ile sulanan marul örneklerinde 0,913 mg/kg olup limitinde oldukça üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Sulama suyu değerleri incelendiğinde İznik Göl suyunda kurşun değerlerinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. İznik'te yetiştirilen Adranita marul çeşidine ait kurşun sonuçlarının yüksek olmasının sulama suyu kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Dünya Sağlık Örgütü ve Avrupa Komisyonun kurşun için verdiği sınır değer 0,3 mg/kg olup, İznik Göl suyu ile sulanan bitkilerden alınan örneklerde sınır limitin aşıldığı görülmektedir. Yapılan çalışmalarla üç bölgenin kurşun miktarları karşılaştırıldığında, Demir ve Aydın'nın (2000) Diyarbakır'da foseptik sularla sulanan marullarda kurşun değerini 1,72 mg/kg olarak saptamış olup çalışmamızda belirlediğimiz kurşun değerlerinden yüksek bulmuştur. Yaman ve Güçer (1995) tarafından yapılan çalışmada kurşun değeri 0,80 mg/kg olarak saptanmış; bizim çalışmamızdaki üç bölgeden elde edilen sonuçlardan daha yüksek kaldığı görülmektedir. (Çizelge 4.18.).

Çizelge 4.18.Adranita çeşidi ağır metal içerikleri

Kullanılan Sulama Suyu Kaynağı	Nikel (Ni) (mg/kg)	Kadmiyum (Cd) (mg/kg)	Kurşun (Pb) (mg/kg)
Şebeke Suyu	0,091 <i>b</i>	0,017 <i>c</i>	0,113 <i>b</i>
Nilüfer Çayı	0,205 <i>a</i>	0,072 <i>a</i>	0,131 <i>b</i>
İznik Gölü	0,104 <i>b</i>	0,023 <i>b</i>	0,913 <i>a</i>
LSD_(0.05)	0,020	0,003	0,048

5.SONUÇ

Bursa’da son yıllarda hızlı nüfus artış, plansız sanayileşme ve çarpık kentleşme ile birlikte gelen yoğun bir çevre kirliliği yaşanmaktadır. İlimizde bulunan sanayi tesislerinin artık ve atıklarının önemli düzeyde nikel, kadmiyum ve kurşun içerdiği; özellikle metal, tekstil, elektrik-elektronik, kimya, çelik-döküm, otomotiv türü sanayi kuruluşlarından kaynaklandığı bilinmektedir. Bitkilerin ağır metallerle kontaminasyon durumu bölgelerin coğrafik özellikleri (toprağın yapısı, göl, gölet, nehir gibi yüzey sularının bulunması), iklim özellikleri ve bitkilerin yetiştirildikleri alanlarda sürdürülen faaliyetlerden etkilenmektedir. Hızlı sanayileşme ve kentleşme sürecine bağlı olarak, Bursa ovasının önemli su kaynaklarından biri olan Nilüfer Çayı’nın kentsel ve sanayi kökenli atıklarla ciddi boyutlarda kirlendiği bilinmektedir. Sanayi atık sularının genellikle arıtma işlemi yapılmadan doğrudan Nilüfer Çayı’na veya kollarına verilmesi sonucunda, suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde bozulmalar ortaya çıkmıştır. Marmara bölgesinin güneydoğusunda önemli sulak alanlarımız arasında bulunan, ayrıca verimli tarım alanlarının yer aldığı İznik Gölü de günden güne kirlenmekte ve doğal yaşam alanı olarak hak ettiği ilgiyi görmemektedir. Başta zeytin işleme tesisleri ve gıda-kimya tesisleri olmak üzere pek çok endüstri tesisi göle veya göle dökülen akarsulara atık sularını boşaltmaktadır.

Nilüfer Çayı ve İznik Gölü ile sulanan tarım alanlarında yetiştirilen ve kontrol grubu olarak belirlediğimiz Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Araştırma parsellerinden elde edilen kıvırcık yapraklı salata, baş-salata ve marul çeşitlerindeki genel analiz sonuçları incelendiğinde; Nilüfer Çayı ve İznik Göl suyu ile sulanan her üç çeşide ait örneklerde bitki ağırlık miktarlarında, pazarlanamaz yaprak sayılarında, kök yaş ağırlıklarında ve toplam klorofil miktarlarında genel olarak artış görülmüş olup iki bölgede yetiştirilen bitkilerde pH miktarları da kontrol gurubuna göre yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlara, Nilüfer Çayı, İznik Gölü ve etrafının iklimsel koşullarının kontrol parsellerinin bulunduğu bölgeden tarıma daha elverişli olmasının etkili olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada; bitkilerin nitrat düzeyleri BUTAL (Bursa Test ve Analiz Laboratuvarı)'da marul ve baş-salata çeşitlerindeki nitrat düzeyleri TS EN 12014-2 iyon kromatografisi metodu ile uygulanarak test edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi' ne göre nitrat miktarlarının maksimum limitleri açıkta yetiştirilen taze marulda 3000 mg/kg iken, baş salatada 2000 mg/kg'dır. Adranita marul çeşidinde nitrat düzeylerine baktığımızda şebeke suyu ile sulanan örneklerde 1701,42 mg/kg olarak belirlenmiş olup en yüksek nitrat değerini alırken, Robinson çeşidinde ise İznik Göl suyu ile sulanan örneklerde 217,62 mg/kg değeri ile en düşük nitrat miktarı elde edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda tüm çeşit ve bölgelerimizden alınan örneklerde nitrat miktarlarının Türk Gıda Kodeksi'nin vermiş olduğu limitlerin altında olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen marul, kıvrıkcık yapraklı salata ve baş salata çeşitlerindeki nikel (Ni), kadminyum (Cd), kurşun (Pb) ve kobalt (Co) konsantrasyonları ICP-MS cihazı ve BS EN 15763 yöntemi ile BUTAL (Bursa Test ve Analiz Laboratuvarı)'nda test edilmiştir. Sonuçlar Türk Gıda Kodeksi, Dünya Sağlık Örgütü ve Avrupa Komisyonu gibi ulusal ve uluslararası kalite kontrol kriterleri ile karşılaştırılmıştır. Nilüfer Çayı ve İznik Gölü ile yapılan düzenli sulamalar sonucunda elde edilen verilere göre bitkilerin yaprak kısımlarında ağır metal konsantrasyonlarında artış görülmüştür.

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının 21 Gıda Maddelerinde Bulaşanların Maksimum Limitlerinin Belirlenmesi Hakkındaki Tebliğ'de ağır metallerde kurşun (Pb) için kabul edilebilir değer 0,10 mg/kg iken, kadminyum (Cd) için 0,050 mg/kg olarak verilmiştir. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının Tebliği'nde nikel için yapraklı sebzeler grubuna ait maksimum limitleri verilmemesine karşın Türk Gıda Kodeksine göre gıdalarda kabul edilebilir nikel miktarının 0,2 mg/kg değerinin altında olması gerekmektedir.

Nilüfer Çayı ile sulanan Robinson çeşidinin nikel miktarının 0,248 mg/kg ve Adranita çeşidinin 0,205 mg/kg olduğu saptanmıştır. Nilüfer Çayı ile sulanan baş salata (Robinson) ve marul (Adranita) çeşitleri bitki örneklerinden elde ettiğimiz nikel değerlerinin Türk Gıda Kodeksi nikel sınır limitlerinin üzerinde olduğu görülmektedir. Bu sonucun Nilüfer Çayı su analiz raporu ile karşılaştırıldığımızda sudaki nikel miktarının su kirliliği kontrol

yönetmeliğinin sulama suyu sınır değerlerinin de üzerinde olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Funly çeşidinin kadmiyum miktarı (0,055) mg/kg Türk Gıda Kodeksi'ne göre sınır limitin üzerinde bulunmuş olup İznik Gölü ile sulanan alanlarda yüksek olduğu saptanmıştır. Ayrıca Nilüfer Çayı ile sulanan Adranita çeşidi kadmiyum miktarı 0,072 mg/kg ve İznik Göl suyu ile sulanan Funly çeşidinde 0,055 mg/kg olarak tespit edilmiş olup Türk Gıda Kodeksi'ne göre sınır limiti iki çeşidimizde aşmıştır. Ağır metal grubu içerisinde yer alan kadmiyum bakımından bitkiler değerlendirildiğinde İznik Gölü ve Nilüfer Çayı civarında gerçekleştirilen metal-çelik, otomotiv ve döküm endüstrilerinin atık su deşarjlarının kadmiyum düzeyinin sınır değerlerin üzerine çıkmasında etkili olduğu düşünülmektedir.

Bitki örnekleri için kurşun miktarlarına bakıldığında; İznik Gölü'nden sulanan Funly çeşidinde 0,609 mg/kg, Robinson çeşidinde 0,543 mg/kg ve Adranita çeşidinde 0,913 mg/kg olarak saptanmıştır. Nilüfer çayı ile sulanan Funly 0,126 mg/kg ve Adranita 0,131 mg/kg çeşidi bitkilerinde de sınır değerlerin üzerinde sonuçlar alınmıştır. Türk Gıda Kodeksi'nde kurşun için sebzelerdeki limitin 0,10 mg/kg olarak verildiği düşünüldüğünde İznik Gölü ile sulanan bitkilerde kurşun miktarlarının oldukça yüksek olduğu gözler önüne serilmektedir. Bu durum, doğal güzelliklere sahip olan İznik Göl'ünün şehir trafiğine ve şehir merkezine oldukça uzak bir alanda olmasına karşın, çevredeki gıda endüstrileri, otomotiv endüstrileri, çelik döküm endüstrileri, zeytin işleme fabrikaları, tarım ilaçlarının ve pestisitlerin gereğinden fazla kullanılması kurşun miktarının ne denli arttığına göstergesidir.

Bölgeler bazında baktığımızda; kontrol grubunun bulunduğu parsellerde şebeke suyunda kurşun miktarının Funly (0,109 mg/kg) ve Adranita (0,113 mg/kg) çeşitlerinde sınır değerlerin hemen üzerinde olduğu görülmektedir. Nilüfer Bölgesi'nde ise nikel miktarı Robinson (0,248 mg/kg) ve Adranita (0,205 mg/kg) çeşitlerinde sınır değerlerinin üzerinde seyretmiştir, Nilüfer Çayı'ndan elde edilen su analiz raporuna göre 7,7 mg/l ile nikel miktarının oldukça yüksek olması bu bölgede marul ve salata gruplarında nikel limitlerinin aşılmasında etkili olduğu söylenebilir (Çizelge 4.13.). Nilüfer Çayı'ndan

sulanan Adranita çeşidi bitkilerinde (0,072 mg/kg) kadminyum miktarı Türk Gıda Kodeksi sınırından yüksek bulunmuştur. Aynı bölgede yetiştirilen Funly (0,126 mg/kg), Adranita (0,131 mg/kg) çeşidi bitkilerinde de kurşun değerlerinin 0,10 mg/kg olan limit değeri aştığı belirlenmiştir. İznik Bölgesi'ne baktığımızda; kadminyum değerinin Funly çeşidi bitkilerinde (0,055 mg/kg) az bir farkla limit değerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Kurşun miktarı da, Robinson (0,609 mg/kg) ve Adranita (0,913 mg/kg) çeşitlerinde, Türk Gıda Kodeksi'nin yapraklı sebzelerde bulunmasına izin verdiği limit değerin (0,10 mg/kg) üzerinde saptanmıştır. Bu durum da İznik Göl suyunun su analiz sonucunda kurşunun 5,039 mg/l saptanması ile ilişkilendirebilir (Çizelge 4.13.). İznik Göl sularının kurşun miktarı bakımından fabrikalar ve sanayi atıkları nedeniyle yoğun bir kirliliğe maruz kalması ve bu suların tarımda kullanılması, sağlık açısından tehlikeli boyutlara ulaşmıştır. Üç çeşit bakımından incelediğimizde; genel olarak salata grubundan olan Funly ve Adranita çeşitlerinin toksik madde bakımından daha fazla birikim yaptığı baş oluşturan bir salata çeşidi olan Robinson çeşidinin ağır metal toleransının daha yüksek olduğu bununda vejetasyon süresinin daha uzun olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmamızda; ağır metal grubunda yer alan kobalt (Co) element analizleri de yapılmış olup, kayda değer bir sonuç bulunamamıştır.

Sonuç olarak, Marmara Bölgesi'nin önemli tarım alanlarının yer aldığı bir ilimiz olan Bursa'da Nilüfer Çayı ve İznik Gölü ile sulanan alanlarda yetiştirilen marul, kıvırcık yapraklı ve baş salata örneklerinin nikel (Ni), kadminyum (Cd), kurşun (Pb) düzeyleri genel olarak yüksek bulunmuş olup nikel ve özellikle kurşun düzeyleri Türk Gıda Kodeksi'ni aşan sınır limitleriyle karşılaştırıldığında küçümsenemeyecek düzeydedir. Bu nedenle; Nilüfer Çayı ve İznik Göl sularının tarım alanlarında tarımsal sulama suyu olarak kullanılması halk sağlığı açısından risk oluşturabilmektedir.

Çalışmamızda üç bölgede yetiştirilen çeşitlerin ağır metal içerikleri arasında da farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenden dolayı bazı çeşitlerin ağır metal toleransının yüksek olabileceği sonucuna varılabilir. Bu durumda; nüfus yoğunluğunun sanayinin fazla olduğu bölgelerimizde yapılan yetiştiriciliklerde kullanılmak üzere her

çeşidin ağır metal dayanımlarının belirlenmesi önemlidir. Bu bölgelerde ağır metallere dayanımları yüksek olan çeşitler yetiştirilmelidir. Sonraki çalışmalarda; ağır metal dayanımı yüksek çeşitlerin ıslah edilmesi insan sağlığı açısından önemli bir adımı oluşturacaktır. Kirliliğin tümüyle önlenmesi, sanayi, kentleşme ve tarımsal etkinliklerinin bugünkü durumu karşısında pek olası gözükmemektedir. Gelişmiş ülkeler kirliliği ve kirliliğin toplum sağlığına etkilerini en düşük düzeyde tutmanın çarelerini etkin bir biçimde araştırmakta ve uygulamaktadır. Buna yönelik olarak ülkemizde de; yerleşik durumdaki sanayinin arıtma tesislerinin tamamlanması ve yeni kurulacak sanayi kuruluşlarının mutlaka arıtma üniteleriyle birlikte planlanması gerekmektedir. Ayrıca; sanayi tesislerinin verimli tarım alanları yakınına ve kent içine kurulmalarına izin verilmemesi gerekir. Yanısıra kirlenmeye sebep olan kaynakların denetimi için yürürlükteki yasalarda öngörülen önlemlerin ve yaptırımların en etkin şekilde uygulanması zorunluluğu vardır. Tarım ürünlerinin üretimden tüketime kadar kirlleticiler yönünden denetlenmesi için gelişmiş laboratuvarlarda sıklıkla analiz yapılarak kontroller sağlanmalıdır.

Sanayinin çevreye yaydığı kirlitici atıklar yalnız insanlara, hayvanlara ve bitkilere zarar vermekle kalmamakta, aynı zamanda, ekolojik dengeyi bozmak suretiyle çevrede birbirine bağlı bir dizi sorunun da ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Nikel, kadmiyum, kurşunla kontaminasyona neden olan çeşitli faktörler ile çevre kirliliği artışının devam ettiği göz önünde bulundurulursa en iyi akümülatör sebzelerden olan marul ve salata çeşitlerinde ve diğer sebzelerde nikel, kadmiyum ve kurşun düzeylerinin düzenli olarak denetlenmesi gerekir.

Nikel, kadmiyum, kurşun ve diğer ağır metallerin doğal denge ve canlıların yaşamıyla ilgili yönü, toplum sağlığı açısından ülkemizde de, en azından gelişmiş ülkelerdeki durumlara getirilmeli ve insan sağlığını koruyabilmek için, sürdürülmekte olan önlemlere ışık tutucu araştırmalara önem verilmelidir.

KAYNAKLAR

Aksoy, A., Osmay, E., Serin, M., Leblebici, Z. 2012. İstanbul'da Bazı Sebzeler ve Topraklarda Ağır Metal Birikimi, *Ekoloji Dergisi*, 21(82): 1-8.

Allegria, A., Barberia, R., Farre, R. 1991. Environmental cadmium, lead and nickel contamination; possible relationship between soil and vegetable content. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 339: 654-657.

Anonim, 1991. <http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/minimize/cadmium.pdf>. (Erişim tarihi:20.07.2015)

Anonim, 1995a. Codex General Standart For Contaminants and Toxics In Food And Feed, s:1-44-(Erişim tarihi: 17.02.2015).

Anonim, 1995b. <http://arastirma.tarim.gov.tr/alata->(Erişim tarihi 09.10.2015).

Anonim, 2004.

http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Sular%C4%B1n%20Analiz%20Parametreleri.pdf-(Erişim tarihi: 28.07.2015).

Anonim, 2009. American Herbal Products Association. Heavy metal analysis and interim recommended limits for botanical dietary supplements: White Paper. AHPA: Silver Spring, MD.

Anonim, 2011. http://www.kupat.com.tr/uretim_iceberg.html-(Erişimtarihi: 23.10.2016).

Anonim, 2013. http://www.ekiptarim.com/urun_tohum_detay.asp?id=726-(Erişim tarihi: 23.10.2016)

Anonim, 2014. http://www.agtohum.com.tr/products_detail.php?id=117-(Erişim tarihi: 23.10.2016).

Anonim, 2015a. <http://www.turkcebilgi.com>-(Erişim tarihi: 05.12.2014).

Anonim, 2015b. <http://docplayer.biz.tr/14264282-Gidalarda-refraktif-indeks-ve-renk-tayini.html>-(Erişim tarihi: 14.07.2016).

Ardel, A. 1954. İznik Depresyonu ve Gölü. İstanbul Üniversitesi, *Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, İstanbul,2(5-6): 225-230.

Asada, K. 1992. Ascorbate peroxidase, A hydrogen peroxidase scavengingenzyme in plants. *Physiol. Plantarum*, 85: 235-241.

Asri, F. Ö., Sönmez, S. 2006. Ağır Metal Toksisitesinin Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Enstitüsü Dergisi*, 23(2): 36-45.

Bagdatlioglu, N., Nergiz, C., Ergonul, P.G.2010. Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit *Journal of Consumer Protection and Food Safety*, J. Verbr. Lebensm, 5: 421–428.

Barman, S.C., Sahu, R.K., Bhargava S.K.2000. Distribution of heavy metals in wheat, mustard and weed grains irrigated with industrial effluents. *Bull. Environ. Conta. Toxicol* 64(1): 489-496.

Başar, H., Çelik, H., Turan, M.A., ve Katkat, A.V. 2002. İznik Yöresinde Sulamada Kullanılan Değişik Su Kaynaklarının Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 8(3): 212-217.

Başar, H., Gürel, S., Katkat, A.V. 2003. İznik Gölü Değişik Su Kaynakları ile Sulanan Toprakların Ağır Metal İçeriklerinin İncelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1): 93-104.

Bayraktar, K. ve Vural, H. 1966. Önemli Baş Salata Çeşitlerinin Adaptasyonu ile Kalite Özellikleri Üzerine Araştırmalar, *E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, İzmir,3(1): 21-72.

Bayraktar, K. 1981. Sebze Yetiştirme. Cilt II.(Kültür Sebzeleri). E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, Bornova-İzmir, No:169 480s.

Bayyurt, R. 2012. Durgun Su Kültüründe Yetiştirilen Marulda Bitkinin Verim ve Kalitesi Üzerine Sudaki O₂ Miktarını Arttırıcı Uygulamaların Etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya, 100s.

Bigersson, B., Sterner, O. , Zimerson, E., Chemie, G. 1988.Eine verst2ndliche Einführung in die Toxikologie, VCHVerlagsgesellschaft, 3(527): 8-26455.

Boroujerdana, M., Ansari, N.A. 2007. Effect Of Nitrogen Fertilizer and Cultivar on Romaine Lettuce Growth and Yield Parameters. *Middle Eastern and Russian Journal and Plant Science and Biotechnology*, 1(2): 47-53.

Bruggenwert G.H., Kamphort A. 1979. Survey of experimental information oncaution exchange in soil systems. *Soil Chemistry B. Physico Cemical Models*. Elsevier, Amsterdam, pp. 141-203.

Castro, E.,1 Man, P.,1 Heras, J.D. 2013. Effects of Wastewater Irrigation in SoilProperties and Horticultural Crop (*Lactuca sativa l.*) *Journal of Plant Nutrition*, 36: 1659–1677.

Ceran, Y. 2005. Kimyasal Gübreler ve Toprak,
<http://www.cinetarim.com.tr/dergi/arşiv42/sektör104->(Erişimtarihi: 02.03.2016).

Cobb, G.P., Sands, K., Waters, M., Wixson, B.G. 2000. Accumulation of heavy metals by vegetables grown in mine wastes. *Environmental Toxicology and Chemisrty*, 19(3): 600-607.

Conesa, H. M., Chacon, A. P., Arnaldos, R., Caselles, J.M., Cano, A.F. 2010.Insituheavy metal accumulation in lettuce growing near a former mining waste disposalarea: İmplications agricultural management. *Water Air Pollute* 208: 377-383.

Çakırer, G. 2015. Çeltik Kavuzunun Topraksız Kültür Salata (*Lactuca sativa var. crispata*) Yetiştiriciliğinde Kullanma Olanakları. *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara, 117s.

Çopur, H. 1995. Bursa Yöresinde Yetiştirilen Marul ve Ispanaklarda Nitrat ve Nitrit Miktarları ile Diğer Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa, 51s.

De Pieri, L., Buckley, W.T., Kowalenko, C.G. 1996. Cadmium and lead concentrations of commercially grown vegetables and of soils in the Lower Fraser Valley. *Canadian Journal of Soil Science*, 76(2): 173-182.

Demir, R., Aydın, F. 2000. Foseptik Atıklar ile Sulanan Marullarda (*Lactuca sativa L. var. Longifolia*) Ağır Metal Üzerine Bir Çalışma, *T.C. Çevre Bakanlığı ve Çevre Yayınları* 9(36): 15-17.

Demiral, M. A., Soral, F., Tekin, M. 2009. Azotun Bazı Sebzelerde Bitki Gelişimine Etkisi. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(2) : 3-7.

Demirezen, D., Aksoy, A. 2006. Heavy Metal Levels In Vegetables In Turkey. *Journal of Food Quality* 29(1): 252-265.

Deveci, T. 2012. Gaziantep'te Atık Sulardan Etkilenen Toprak ve Bitkilerde Eser Element (Cu, Co, Mn, Zn ve Fe) Konsantrasyonları P'nın ICP-MS ile Tayini. *Yüksek Lisans Tezi*, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Kilis, 60s.

Duman, İ., Eşiyok, D. ve Düzyaman, E. 1995. Marul Üretiminde Ekim Öncesi Tohum Uygulamalarının Çimlenme Fide Çıkışı Verim ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkileri. *E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(2): 99-106. Bornova-İzmir.

Efe, H. 2014. Katı ortam kültüründe kıvrıkcık yapraklı salata yetiştiriciliğinde ilave led aydınlatma uygulamalarının verim, kalite ve bitki gelişimine etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Tokat, 102s.

Erdoğan, Ö., Tosyalı, C., Erbilir, F. 2005. Kahramanmaraş'ta Yetişen Bazı Sebzelerde Demir, Bakır, Mangan, Kadmiyum ve Nikel Düzeyleri, *KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(2): 27-30.

Eşiyok, D. 1994. Bornova Koşullarında İlkbahar Ürünü Olarak Yetiştirilmeye Uygun Salata-Marul Çeşitlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(2-3): 153-159.

Eşiyok, D. 1996. Marketing and Utilization in Turkey Rocket: A Mediterranean Crop for the World. Report of a Workshop 13-14 December 1996. Legnora (Padova), Italy. (S. Padulosi and D. Pignone, editör). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

FAO, 2017. <https://www.fao.org>-(Erişim tarihi: 02.11.2017).

Fritz, P.D., Foroughi, M., Fenter, V. 1997. 'Schwermetallgehalte in Einigen Gemüsesorten Landwirtsch' Forsch. Sonderheft, 33(1) :335-343.

Görcün Ö. F., Görcün Ö., Kavıkcı Y. 2008. Tehlikeli Madde Taşımacılığı ve Su Koruma Bölgeleri, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi. Bursa İli Çevre Durum Raporu. Bursa Valiliği Çevre İl Müdürlüğü Yay. Bursa, s.509-519.

Gül, A., Eroğul, D., Ongun, A.R. 2005. Comparison of the use of zeolite and perlite as substrate for crisp-head lettuce. *Scientia Horticulture* 106: 464-471.

Günay, A. 1993. Özel Sebze Yetiştiriciliği Cilt V. A.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara, s. 531.

Habashi, F. 1997. Handbook of Extractive Metallurgy, Vol. 2, WILEY-VCH, Germany, pp. 2426.

Haktanır, K., Arcak, S. 1998. 'Çevre Sorunları', Gazi Kitabevi, 2. Baskı, Ankara.

Harte, G., Owen, D. 1991. *Environmental Disclosure in the Annual Reports of British Companies: A Research notes.* Accounting, Auditing & Accountability Journal, Vol. 4 Issue: 3., 51-64.

Schüürmann, G., Markert, B.A. 1998. Environmental Science Technology, Ecological Fundamentals, Chemical Exposure and Biological Effects, Vol. 13 pp. 900.

Sunlu ve Egemen. 1998. Çevre İçin Jeoloji; Ağır Metallerin Çevresel Etkileri, *SDUGEO e-dergi* 2(45): 30-35.

Hashem, H.A., Hassanein, R.A., El-Deep, M.H., Shouman, A.I. 2013. Irrigation with industrial wastewater activates antioxidant system and osmoprotectant accumulation in lettuce, turnip and tomato plants. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 95: 144-152.

Hasselbach, G., 1992. Ergebnisse Zum Schwermetalltransfer Boden/Pflanze aufgrund von Gefäßversuchen und Chemischen Extraktionverfahren mit Boden aus Langjährigen Klarschlammfeldversuchen Inaugural-Dissertation zur Agrarwissenschaften der Justus-Liebig-Universität Gießen.

Helrich, K.1990. Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemist.Inc., Arbrington, Virginia 22201 USA, p. 62-63.

Holden, A. 1976. Chlorophylls In: Goodwin TW (ed) Chemistry and biochemistry of plant pigments. Vol2., Academic Press: New York, pp 1-37.

Jordão, C., Andrade, R.P. , Cotta, J.B, Cecon, P.R., Neves, J.C.L, Fontes, P.F.M., Fernandes, R.B.A.2013. Copper, nickel and zinc accumulations in lettuce grown in soil amended with contaminated cattle manurevermicompost after sequential cultivations. *Environmental Technology*, 34(6): 765-777.

Kacar, B., ve İnal, A. 2010. Bitki Analizleri (2. Baskı), Ankara, Nobel Yayınları No: 1241.

Kafadar F., Saygıdeğer S. 2010. Gaziantep İlinde Organize Sanayi Bölgesi Atık Suları ile Sulanan Bazı Tarım Bitkilerinde Kurşun (Pb) Miktarlarının Belirlenmesi, *Ekoloji Dergisi*, 19(75): 41-48.

Kahvecioğlu, Ö., Kartal G., Güven A., Timur S. 2004. Metallerin Çevresel Etkileri-I, www.metalurji.org.tr-(Erişim tarihi: 18.02.2014).

Kalbasi, M., Peryea, F.J., Lindastay, W.L., Drake, S.R. 1995. ‘Measurement of Divalent Lead in Lead Activity in Lead Arsenate Contaminated Soils’, *Soil Science Society of America Journal*, 59(5): 1274-1280.

Karaer, F. 2011. Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı. Çevre Durum Raporu 2011. https://www.bebka.org.tr/admin/datas/yayins/cevre_durum_raporu_2011.pdf- (Erişim Tarihi 30.11.2016).

Karaman, M.R., Brohi, A.R., Güneş, A., İnal, A., Alparlan, M. 2000. ‘Yöresel Değişik Azotlu Gübre Uygulamalarının Tokat Bölgesinde Yetiştirilen Bazı Kışlık Sebzelere Nütrasyonuna Etkisi’. *Türk J Agric For* 24 (2000) 1–9.

Karaman, M.R. 2012. Bitki Besleme, Gübretiş Rehber Kitaplar Dizisi No, 2.

Kardüz, Y., Tüzel, Y., Öztekin, G.B. 2015. ‘Kapılar Sistemde Salata-Marul Yetiştiriciliğinde Mikoriza Uygulaması’. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 2015, 52 (2): 151-159.

Kavak, S., Bozokalfa, M.K., Uğur, A., Yağmur, B., Eşivok, D. 2003. Farklı Azot Kaynaklarının Baş Salatada (*Lactuca sativa var. capitata*) Verim Kalite Ve Mineral Madde Miktarı Üzerine Etkisi. Bornova, İzmir, *Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi*, 40(3): 33-34.

Kendrick, M.J., May, M.T., Plishka, M.J., Robinson, K.D. 1992. ‘Metals in Biological Systems’. Ellis Horwood Ltd, Chichester, 183s.

Kesimci, E. 2013. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda verim, verim unsurları ve besin elementi içeriklerine etkileri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Konya.

Khan, S., Aijun, L., Zhang, S., Hu, Q., Zhu, Y.G. 2008. Accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbon and heavy metals in lettuce grown in the soils contaminated with long-term waste water irrigation. *Science Direct* 152: 506-515.

Koudela, M. ve Petrikova, K. 2008. Nutrients content and yield in selected cultivars of leaf lettuce (*Lactuca sativa L. var. crispa*). *Hort. Sci.* 35(3): 99–106.

Köse, M. A. 2015. Humus ve hümik asit uygulamalarının marulda besin elementi alımı ve verim üzerine etkileri. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ordu, 50s.

Lamb, D.T., Ming, H., Megharaj, M., Naidu, R. 2010. Relative tolerance of a range of Australian native plant species and lettuce to copper, zinc, cadmium and lead. *Arch Environ Contam Toxicol*, 59:424-432.

Lee, S.K., Kader, A.A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticulture crops. *Science Direct*, 20 (3): 207-220.

Mañas, 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.

Mensah, E., Allen, H.E., Shoji, R., Odai, S.N., Baffour, K., Ofori, E., Mezler, D. 2008. *International Journal of Agricultural Research* 3(4): 243-251.

Meşeli, A. 2010. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14:134-148.

Naaz, S., Pandey, N. 2010. Effects of industrial waste water on heavy metal accumulation, growth and biochemical responses of lettuce (*Lactuca sativa L.*). *Journal of Environmental Biology*, 31: 273-276.

Oruç H., Ceylan S. 2001. Bursa’da Tüketilen Bazı Sebzelerde Nitrat ve Nitrit. *J Fac Vet Med* 20: 17-21.

Öztürk B. 2011. Farklı dikim zamanlarında kıvrıkcık yapraklı salata (*Lactuca sativa var. crispa*)’nın organik ve konvansiyonel yetiştiriciliğinin verim, kalite ve toprak özelliklerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Tokat.

Pip, E. 1991. Cadmium, copper and lead in soils and garden produce near a metal smelter at Flin Flon , Manitoba. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 46: 790-796.

Polat, E., Onus, A. N., Demir H. 2004. Atık mantar kompostunun marul yetiştiriciliğinde verim ve kaliteye etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2004, 17(2): 149-154.

Polat, E., Onus, A. N., Demir, H. 2005. Farklı zeolit düzeylerinin marul (*Lactuca sativa var. longifolia*) yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1): 95-99.

Regnel, C.S. 1976. İşlenmiş Sebze ve Meyvelerin Kalite Kontrolü ile İlgili Analitik Metodlar. Gıda Kontrol ve Araştırma Enstitüsü Yayını No:2, Bursa, 156 s.

Roba, C., Roşul, C., Pişteal, I., Ozunul, A., Baciul, C. 2016. Heavy metal content in vegetables and fruits cultivated in Baia Mare mining area (Romania) and health risk assessment. *Environ Sci Pollut Res* (2016) 23: 6062–6073.

Šebecic, B., Vedrına-Dragojevic, I. 1999. Nitrate and nitrite in vegetables from areas affected by wartime operations in Croatia. *Nahrung*, 43(4): 284-287.

Shedd, K.B. 1998. “Cobalt”, www.usgs.gov.tr-(Erişim tarihi: 17.02.2013).

Smical, A., Hotea, V., Oros, V., Juhasz, J., Pop, E. 2008. Studies on Transfer and Bioaccumulation of Heavy Metals from Soil into Lettuce. *Environmental Engineering and Management Journal*, 7(5): 609-615.

Sibley, S. F. 1997. “Cobalt”, www.usgs.gov.tr-(Erişim tarihi: 17.02.2013).

Sonal, S. 1995. “İzmit ve Uluabat Göllelerindeki Bazı Balık Türlerinde Ağır Metallerle Kirlenmenin Araştırılması.” *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, Bursa, 14(1.2.3): 75-84.

Sauerbeck, D. 1982. Welche Schwermetallgehalte in Pflanzen Dürfen Nicht Überschritten Werden um Wachstumsbeeinträchtigungen Zu Vermeiden, *Landwirt, Forsch, Sonderh*, 39, Kongressband 108-129.

Sümer, A., Adiloğlu, S., Çetinkaya, O., Adiloğlu, A., Sungur, A., Bulak, C. 2013. Karamenderes Havzası Topraklarında Bazı Ağır Metallerin (Cr,Ni,Pb) Kirliliğinin Araştırılması, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1):83-89.

Şen, F.,Teksür, P.K., Okşar, R.E., Güleş A., Aşçıoğlu, T.K. 2016.Yararlı Mikroorganizma Uygulamasının Marul Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi.*Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1): 35-40.

Thompson, C.H. 1949. Vegetable Crops. New York, 611s.

Thompson, C.H., Kelly, W.C. 1957. Vegetable Crops. Mc Graw Hill BookCompany, Inc. New York, Toronto, London, 611s.

Tok, H. 1997.Çevre Kirliliği, Anadolu Matbaası, İstanbul, 404s.

TÜİK, 2016. <https://www.tuik.gov.tr>-(Erişim tarihi: 02.11.2017).

Tüzel, Y., Öztekin, Y.B., Duyar, H., Eşiyok, D., Kılıç, Ö.G., Anaç, D., Kayıkçıoğlu, H.H. 2011. Organik Salata-Marul Yetiştiriciliğinde Agryl Örtü ve Bazı Gübrelerin Verim, Kalite, Yaprak Besin Madde İçeriği ve Toprak Verimliliği Özelliklerine Etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi – Journal of Agricultural Sciences*, 17: 190-203.

Uyulaşer, V., Başıoğlu, F. 2011. Temel Gıda Analizleri. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Dora Yayınları, Bursa, 125 s.

Üstün, G. 2011. Nilüfer Çayı'nda Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesi. *Ekoloji Dergisi*, 20(81): 61-66.

Venter, F. 1978. Untersuchungen über den Nitrat gehalt in Gemüse. Der Stich stoff 12, 31.

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.

Weldegebriel, Y., Chandravanshi, B.S., Wondimu, T. 2011. Concentration levels of metals in vegetables grown in soils irrigated with river water in Addis Ababa, Ethiopia. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 77: 57-63.

Wolnik, K.A., Fricke, F.L, Capar, G., Meyer, M.W. 1985. Elements in majör raw agriculture crops in United States. Cadmium, lead and eleven other elements in carrots, field corn, onion, rice, spinach and tomatoes. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 31: 1240-1244.

Ximenes, M.I.N., Rath, S., Reyes, F.G.R. 2000. Polarographic determination of nitrate in vegetables. *Talanta*, 51: 49-56.

Yaman, M., Güçer, Ş. 1995. Determination of Cadmium and Lead in Vegetables After Activated, Carbon Enrichment by Atomic Absorption Spectrometry *Analyst*, 120: 101-105.

Zorrig, W., Rouached, A., Shahzad, Z., Abdelly, C., Davidian, J.C., Berhomieu, Zubillaga, M., Lavado, R.S. 2002.Heavy metal content in lettuce plants grown in biosolids compost. *CompostScience&Utilization* 4: 363-367.

Zorrig, W. 2010.İdentification three relation ship slinking cadmium accumulation to

Cadmium tolerance and zinc and citrate accumulation in lettuce. *Journal of Plant Physiology*, 167: 1239-124



EKLER

Sayfa

Ek 1. Bölgelerden alınan toprak örneklerinin ağır metal analiz sonuçları.....	89
Ek 2. Bursa – Görükle Bölgesi 2015 yılı meteoroloji verileri.....	89
Ek 3. Nilüfer Bölgesi 2015 yılı meteoroloji verileri.....	90
Ek 4. İznik Bölgesi 2015 yılı meteoroloji verileri.....	90



Ek 1.Bölgelerden alınan toprak örneklerinin ağır metal analiz sonuçları

Element	Kontrol (Uludağ Üni.) (mg /kg)	Nilüfer Bölgesi (mg /kg)	İznik Bölgesi (mg /kg)
Ni	2,78	2,56	3,54
Cd	iz	iz	iz
Pb	2,55	2,90	10,15
Co	0,25	0,08	2,35

Ek 2.Bursa– Görükle Bölgesi 2015 yılı meteoroloji verileri

	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz
Aylık Açık Günler Sayısı	2	8	19	7	23
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	9,1	11,5	19,3	21,4	25,5
Aylık Toplam Güneşlenme Süresi (saat)	111,5	207,3	240,4	228,4	360,2
Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)	23,4	28,8	31,8	33,1	38,5
Aylık Minimum Sıcaklık (°C)	-2,3	-0,6	7,4	11,7	15,0
Aylık Toplam Yağış (mm=kg÷m ²) OMGİ	78,2	95,6	36,0	37,8	0,0
Aylık Toplam Yağış (mm=kg÷m ²) MANUEL	87,4	128,5	50,7	53,7	-
Aylık Yağışlı Gün SayısıMANUEL	15	14	5	11	0
Aylık Yağışlı Gün SayısıMANUEL	15	14	5	11	0
Aylık Yağışlı Gün SayısıOMGİ	15	17	3	12	0
Aylık Ortalama 5 cm. Toprak Sıcaklığı (°C)	9,7	13,0	22,9	24,3	31,9
Aylık Ortalama 10 cm. Toprak Sıcaklığı (°C)	9,7	12,8	22,0	23,8	30,7
Aylık Ortalama 20 cm. Toprak Sıcaklığı (°C)	9,7	12,7	21,3	23,3	29,9
Aylık Ortalama 50 cm. Toprak Sıcaklığı (°C)	9,8	12,3	19,3	21,7	27,1
Aylık Ortalama 100 cm. Toprak Sıcaklığı (°C)	9,8	11,9	17,0	19,8	24,0

Ek 3. Nilüfer Bölgesi 2015 yılı meteoroloji verileri

	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	8.7	11.2	18.5	20.7	24.6
Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)	22.6	27.6	31.1	33.3	37.0
Aylık Minimum Sıcaklık (°C)	-2.3	-1.0	7.3	10.3	13.5
Aylık Toplam Yağış (mm=kg÷m ²) OMGİ	40.8	85.2	24.0	38.3	0.0
Aylık Yağışlı Gün Sayısı MANUEL	0	0	0	0	0
Aylık Yağışlı Gün Sayısı OMGİ	14	14	3	10	0

Ek 4. İznik Bölgesi 2015 yılı meteoroloji verileri

	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	9.2	11.0	18.7	20.9	24.5
Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)	24.4	30.2	32.8	32.7	39.7
Aylık Minimum Sıcaklık (°C)	-3.5	-0.8	7.2	11.4	13.3
Aylık Toplam Yağış (mm=kg÷m ²) OMGİ	55.4	71.6	17.0	58.0	0.0
Aylık Yağışlı Gün Sayısı OMGİ	13	17	6	14	0
Aylık Ortalama 5 cm. Toprak Sıcaklığı (°C)	10.0	12.2	21.5	24.3	27.9
Aylık Ortalama 10 cm. Toprak Sıcaklığı (°C)	9.8	11.7	20.3	23.2	26.7
Aylık Ortalama 20 cm. Toprak Sıcaklığı (°C)	9.8	11.5	19.2	22.3	25.4
Aylık Ortalama 50 cm. Toprak Sıcaklığı (°C)	9.8	11.1	16.7	20.0	22.4
Aylık Ortalama 100 cm. Toprak Sıcaklığı (°C)	10.5	11.4	14.6	17.7	19.8

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Ebru Sarıyer

Doğum Yeri ve Tarihi: Bursa-26.06.1989

Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim Durumu

Lise: Bursa Atatürk Anadolu Lisesi-2007

Lisans: Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,

Bahçe Bitkileri Bölümü, Bursa -2012

: Eskişehir Anadolu Üniversitesi, İktisat Fakültesi,

Uluslararası İlişkiler-2014

Yüksek Lisans: Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,

Bahçe Bitkileri Bölümü - 2017

Çalıştığı Kurum/

Kurumlar ve Yıl: Orhangazi Ziraat Odası 2013-2014

İletişim (e-posta): ebrussariyer@gmail.com

Yayınları*