

**HARRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ATIK SULARIN KARIŞTIĞI KARAKOYUN DERESİ İLE SULANAN  
BAHÇELERDE YETİŞTİRİLEN SEBZElerde TOKSİK ELEMENT  
BİRİKİMİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Mahmut DOĞAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

66205

YÜKSEK ÖĞRETİM  
BİLİMSEL ARAŞTIRMA

**1997  
ŞANLIURFA**

**HARRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ATIK SULARIN KARIŞTIĞI KARAKOYUN DERESİ İLE SULANAN  
BAHÇELERDE YETİŞTİRİLEN SEBZELERDE TOKSİK ELEMENT  
BİRİKİMİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Mahmut DOĞAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**



**Prof. Dr. M. Yaşar ÜNLÜ**  
Enstitü Müdürü

**Bu tez..20../.03../ 1997 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Tarafından Değerlendirilerek  
Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.**

**Prof.Dr. M.Yaşar ÜNLÜ**  
İmza



**Yrd.Doç.Dr. Mustafa OKANT**  
İmza



**Yrd.Doç.Dr.Tahir POLAT**  
İmza



## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### ATIK SULARIN KARIŞTIĞI KARAKOYUN DERESİ İLE SULANAN BAHÇELERDE YETİŞTİRİLEN SEBZELERDE TOKSİK ELEMENT BİRİKİMİNİN ARAŞTIRILMASI

Mahmut DOĞAN

Harran Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı

1997, Sayfa 47

Bu araştırmanın gayesi, Şanlıurfa ili içerisinde geçen evsel ve sanayi atıklarıyla kirlenmiş Karakoyun Deresi suları ile yetiştirilen maydanoz (*P.crispum*), nane (*L.menta*), marul (*L.serrola*) ve soğan (*A.cepa*)' da toksik element birikimi ve bu birikim üzerine organik ve inorganik gübrelemenin etkisini araştırmaktır. Araştırma neticesinde topraktan, sudan ve gübreden bitkiye önemli miktarda toksik element birikimi olduğu görülmüştür. Ancak; Uluslararası kuruluşların tespit ettiği tolere edilebilir günlük ve haftalık sınırı aşmadığı anlaşılmıştır.

**ANAHTAR KELİMELEER** :Atık su, toksik element, organik ve inorganik gübre, sebze

## **ABSTRACT**

**Master Thesis**

### **THE INVESTIGATION OF THE MOVEMENT OF THE TOXIC ELEMENTS FROM THE SOIL TO LATTUCE, PARSLEY, MINT AND REEN UNION WHICH IRRIGATED BY THE WASTE WATER OF THE KARAKOYUN STREAM.**

**Mahmut DOGAN**

**Harran University  
Graduate School of Natural an Applied Science  
Department of Biology**

**1997, Page 47**

In this work the toxic element accumulation and its movement during the growth of Lattuce (*L.serrola*), Parsley (*P.crispum*), Mint (*L.menta*) ve onion (*A.cepa*) were irrigated by Karakoyun Stream polluted with household end industrial wastes. The effect of organic and inorganic fertilization on accumulation were also investigated. At the end of this research, it was found that major quantity of toxic element passed from soil, and under the effect of waste water to the plant. Result of this investigations it was found that toxic elements quantity were not to much more than daily and veekly tolerable limits accepted by international organinations.

**KEY WORDS :** Waste water, toxic element, organic and inorganic fertilizer, vegetables.

## **TEŞEKKÜR**

Bu yüksek lisans tez çalıŐmasında bana yardımcı olan bölüm baŐkanımız, tez danıŐmanım değerli hocam Prof.Dr. M.Yaşar ÜNLÜ'ye, her konuda yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Yrd. Doç.Dr. Mustafa OKANT'a, ve Yrd.Doç.Dr. Tahir POLAT'a; ayrıca tezin yazılmasında yardımcı olan arkadaŐım ArŐ.Gör. Cemil DEMİR'e ve ArŐ.Gör. Mustafa YAZĐAN'a; analizlerin yapılmasında yardımcı olan Alata Bahçe Kültürleri Müdürü ve laboratuvar personeline en içten teŐekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLO LİSTESİ	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Su kirliliğinin önemi, biyolojik kirliliği, çevreye etkileri	1
1.2 . Ağır metaller	4
3. MATERYAL VE METOT	7
3.1 Materyal	7
3.2 Metot	7
3.2.1 Toprak örneklerinin alınması	7
3.2.2 Ekim işlemleri için toprağın hazırlanması	7
4. TOPRAKTA YAPILAN ANALİZLER	9
4.1 Toprakta Fe, Zn, As, Cu, Cd ve Pb analizi	9
4.2 Bünye Tayini	9
4.3 pH Tayini	9
4.4 Kireç Tayini	9
4.5 Tuz Tayini	10
4.6 Katyon Değişim kapasitesi Tayini	10
4.7 Organik Madde Tayini	10
4.8 Azot Tayini	10
4.9 Potasyum Tayini	10
4.10 Fosfor Tayini	10
5. SU ÖRNEKLERİNİN ALINMASI	11
5.1 Suda Fe, Zn, As, Cu, Cl ve Pb analizi	11
5.2 Suda Azot Tayini	12
5.3 Suda Potasyum Tayini	12
5.4 Suda Fosfor Tayini	12
6. GÜBRE ÖRNEKLERİNİN ALINMASI	13
6.1 Gübrede Fe, Zn, As, Cu, Cd, Pb, ve N.K.P. analizi	13
7. TOHUM ÖRNEKLERİNİN ALINMASI	14
7.1 Tohumda Fe, Zn, As, Cu, Cd, Pb ve N.K.P. analizi	14
7.2. Üretim Kapları	14
7.3. Sebzelerin Ekime Hazırlanması	14
7.4. Yetiştirilen Sebzelerin Toplanması	15
8. SEBZE ÖRNEKLERİNİN ALINMASI	16
8.1 Sebze de Fe, Zn, As, Cu, Cd, Pb ve N.K.P. analizi	16
9. MATERYALLER ÜZERİNDE YAPILAN ANALİZLER	17

10. ANALİZ SONUÇLARI	18
11. DEMİR, ÇİNKO, ARSENİK, BAKIR, KADMİYUM VE KURŞUN ANALİZ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	21
11.1 Demir (Fe)	21
11.2 Çinko (Zn)	23
11.3 Arsenik (As)	25
11.4 Bakır (Cu)	27
11.5 Kadmiyum (Cd)	29
11.6 Kurşun (Pb)	30
12. AZOT, POTASYUM, FOSFOR ANALİZ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	33
12.1 Azot (N)	33
12.2 Potasyum (K)	34
12.3 Fosfor (P)	35
12.4 Kireç, Tuz, pH ve Katyon değişim Kapasitesi değerlendirmesi	36
13. ANALİZLERİN TOPLU DEĞERLENDİRMESİ	37
14. SONUÇ VE ÖNERİLER	40
15. DENEME SEBZE EKİMLERİNİN GÖRÜNTÜLERİ	42
16. ÖZGEÇMİŞ	44
17. KAYNAKLAR	45

## TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Kirli sularla ilgili değerler	1
Tablo 2. Toprak analiz sonuçları	16
Tablo 3. Toprak analiz sonuçları	16
Tablo 4. Temiz su analiz sonuçları	16
Tablo 5. Atık su analiz sonuçları	16
Tablo 6. Organik gübre analiz sonuçları	16
Tablo 7. İnorganik gübre analiz sonuçları	17
Tablo 8. Kullanılan tohum analiz sonuçları	17
Tablo 9. Temiz su gübresiz ortamda yetiştirilen sebzelerin analiz sonuçları	17
Tablo 10. Atık su gübresiz ortamda yetiştirilen sebzelerin analiz sonuçları	17
Tablo 11. Temiz su organik gübre kullanılarak yetiştirilen sebzelerin analiz sonuçları	18
Tablo 12. Temiz su inorganik gübre kullanılarak yetiştirilen sebzelerin analiz sonuçları	18
Tablo 13. Atık su ve organik gübre kullanılarak yetiştirilen sebzelerin analiz sonuçları	18
Tablo 14. Atık su ve inorganik gübre kullanılarak yetiştirilen sebzelerin analiz sonuçları	18
Tablo 15. Toksik metallerin sebzelerdeki değerleri	36
Tablo 16. Yetişkin insanda günlük toksik element tolerans miktarı.	37



## 1.GİRİŞ

### 1.1. Su Kirliliğinin Önemi ve Şekli

Su kirliliği altmışlı yıllarda hem deniz hemde kara sularında endişe verici bir durum ortaya çıkarmıştır. Bu kirliliğin gelişmesi endüstri alanındaki büyümeyi çok iyi bir şekilde yansıtmaktadır. 19. yüzyılın başlarında İngiltere'deki Thames nehri temiz ve burada kolaylıkla som balığı avlanıyordu. Aynı yüzyılın ortalarında ise lagım sularının atıldığı bir nehir haline dönüşmüştür. Aynı durum Avrupa'daki nehirlerde de gözlenmiştir. Bu tarihlerden sonra yalnız büyük ırmaklar kirlenmekle kalmamış, aynı zamanda yeraltı suları da kirlenmiştir. Bu olaylar sonucu bazen sanayi ve tarım ile evlerde kullanılan sular önemli sayılabilecek derecede kirlenmiştir (1).

Suların biyolojik kirliliği ise; gaz sıvı veya katı olan kirletici maddelerin sınırsız büyümesi bütün hidrosferi kirletmeye yeterli olmaktadır. Bulaşmanın yayılması, büyük ölçüde bunların çözünürlülük derecelerine bağlıdır. Yapılan çalışmalar, suda az çözülen maddelerin, göl veya deniz biyosenezlarına girerek bir çok kirliliğe sebep olduğunu belirlemiştir.

Sulardaki çeşitli kirleticileri üç ana kısma ayırmak mümkündür.

- 1.Biyolojik kirlenme etkenleri (mikroorganizmalar,fermente olabilir organik maddeler)
- 2.Kimyasal etkenler (çeşitli toksik maddeler veya sulu ortamda ekolojik faktörleri değiştirenler)
- 3.Fiziksel kirlenme etkenleri (ısıtma ve radyoaktivite)

Böyle bir sınıflandırma daha detaylı bir şekilde ayrı ayrı maddeler halinde de yapılabilir. Suyun biyolojik kirlenmesi aynı zamanda kıyı ve kara sularında fermente olabilen çok çeşitli maddelerin atılmasından da meydana gelir. Bunların kökenleri farklı olabilir. Örneğin kentsel veya endüstriyel artıklar, dışkısal maddeler, şeker ve kağıt endüstrilerinin yıkama suları gibi.

Suyun biyolojik kirliliği güçlü bakteriyolojik bulaşma ile gerçekleşir. Bu özellikle üçüncü dünya ülkelerinde çok ciddi halk sağlığı sorunlarına yol açar. Kara ve kıyı bölgelerindeki suların mikrobiyolojik kirlenmesinin devamlı yayılması sonunda, kolibasilinin veya karaciger viruslarının sebep olduğu enfeksiyonlarında artmasına yol açar. Pandemi kolera'nın son yıllarda yayılması, sulardaki bu biyolojik bulaşmanın sonuçlarından doğan korkunç epidemiyolojik (salgın) sorunları göstermektedir. Diğer

önemli patojen enfeksiyonları, suların biyolojik kirlenmesiyle kolaylaşmıştır. Örneğin Tifo, Dizanteri ve Bağırsak virusları gibi.

Bir çok gelişmemiş veya az gelişmiş ülkelerde arıtma tesisleri kurulmadan ve akarsuların kentsel atıklar için bir araç gibi kullanılması, kamu sağlığı için çok önemli sonuçlar doğurmuştur. Suya karışan organik maddelerin parçalanmasında faaliyet gösteren mikroorganizmalar, suda çözülmüş olan oksijeni tüketip çok miktarda Amonyak ve diğer zehirli maddelerin oluşmasına sebep olur. Kanalizasyonla karışan suların içinde bulunan patojen mikroorganizmalarda akarsular büyük oranda kirlenmektedir (1).

Atık suların insan ve çevreye etkileri ise; atık suların içerdiği organik unsurlar, alıcı ortamlarda bakteriler aracılığı ile ayrıştırılır. Bu ayrıştırma başlangıçta oksijenli şartlarda oluşur ve sudaki çözülmüş oksijen, bakterilerin metabolik faaliyetleri için tüketilir. Tüketilen oksijen atmosferle su arasında gerçekleşen gaz transferi ile yeniden kazanılır. Doğal arıtma olarak adlandırılan bu döngü kararlı halde sürer gider.

Oksijenli ayrışma devam edebildiği sürece, organik maddeler çevresel açıdan bir problem teşkil etmemektedir. Çünkü reaksiyonun son ürünleri kirliliğe sebep olmamaktadır. Oksijensiz şartlarda biyokimyasal reaksiyonlar sonucu Amonyak, Metan ve Hidrojen sülfür gibi yarı stabil gaz olan son ürünler açığa çıkar. Oksijensiz ortamda, canlıların yaşaması mümkün olmadığı gibi, oksijensiz sular içme ve kullanma suyu temini gibi amaçlara da uygun değildir. Kullanılmış suların alıcı ortama bırakılması sonucu aşırı organik madde birikimi, alıcı ortamda toksik etki yapacak tesirler meydana getirir. Kirli sularla ilgili değerler çeşitli yazarlar tarafından derlenmiş olup Tablo 1 de belirtilmiştir.

**Tablo 1 Kirli Sularla İlgili Değerler mg/l (TSE, Dergisi Sayfa 7, 1989)**

Kirli su türü	Toplam N	P	K	Ca	Cl
Ham kirli su	770 - 1090	3.1 - 6.0	21 - 25	79 - 89	85 - 194
Evsel kirli su	109	19	56	83	-
Mekanik arıtılmış	25 - 35	6.0	2.2	-	-
Mekanik ve biyolojik arıtılmış	1.6 - 3.0	1.0 - 2.9	1.9 - 20	106	116

Başka bir kirlenici de bakterilerdir. Bakteriler tabiatta hemen hemen her yerde bulunurlar. Durgun su birikintileri havuz ve menfezlerde, akarsu ve nehirlerde, deniz sularında, toprakta, havada, gıdalar üzerinde, petrol yataklarında, çöplük ve gübreliklerde, her çeşit çürümüş ve çürümekte olan organik maddeler üzerinde, canlıların vücudu, vücut boşluğu, insan ve hayvanların mide ve barsaklarında

bulunmaktadırlar. Çeşit ve miktarları çevre şartlarına bağlı kalarak bir yerden diğer bir yere değişmektedir.

Bazı bakteriler muayyen yerlerde yaşarlar ve daima buralarda görülürler. Özel bir ortamda bir veya birkaç tür daima görülür. O zaman bu türler o ortamın tabii florasıdır. Mesala *Streptococcus lactis* normal olarak toprakta yaşar, dane ve otlar üzerinde de bulunur. Bu dane ve kuru otlardan ineklere ve hayvanlara bulaşır. Oradan da süte geçer. Dolayısıyla sütün mayalanmasına sebep olur.

Tabiatta bakterileri her yerde görmek mümkündür. Mesala toprakta yaşayan bakterilerin sayı ve türleri; toprağın tipi, toprakta mevcut bitki ve hayvan artıklarının miktarı, asitlik ve alkalilik derecesi (pH), derinliği, havalandırma derecesi, rutubet muhteviyatı ve toprağın işlenme durumlarına göre değişmektedir. Toprakta yaşayan canlıların sayısı da, toprak yüzeyinden aşağı tabakalara doğru gidildikçe azalmaktadır. (Zengin kültüre alınmamış bahçe toprağının bakteri popülasyonundan önemli derecede zengindir).

Bakteriler havada da bulunurlar, fakat bu ortamda gelişip büyüyemezler. Aynı zamanda çoğalamazlar da; çünkü şartlar buna müsait değildir. Umumiyetle sular çok sayıda bakteri ihtiva ederler. Örneğin; kuyuların derin veya sathi oluşu, kaynaklar, nehirler, göller, havuzlar veya diğer akar sular gibi yerlerde bu durum görülür. Lağımlarla kirlenen suların bir mm<sup>3</sup>'ünde binlerce hatta milyonlarca organizma bulunabilir. Toprakta bulunan bütün bakteri türleri sularda da görülebilir.

Solunum sistemi, sindirim sistemi, mide ve barsaklarda da bakteriler mevcuttur. Bu ortamların ihtiva ettikleri flora normal olup zararsızdır. Bazen bir bakteri türü deriden vücuda girerek vücutta çoğalır ve vücudun müdafaa mekanizması da zayıfsa bu tür hastalık yapabilir. Şanlıurfa da özellikle atık sular ile sulanıp yetiştirilen sebzelerin yaz aylarında çok tüketilmesi beraberinde bir çok hastalık ve hastalık unsuru olabilecek etkiler meydana getirebilmektedir.

Etkiler hemen görülebildiği gibi daha sonra etkisi görülen hastalıklar da oluşmaktadır. Özellikle yaz aylarında çok sayıda ishal, kolera, tifo ve bunlara benzer enfeksiyon hastalıkları meydana gelmiştir. Bu atık suların, içme suyuna karışması durumunda ise toplu hastalıkların olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Kısa zamanda bazı çareler aranması, tedbirler alınması, arıtma ve dezenfeksiyon işlemlerinin mutlaka yapılması, hastalıkların ortadan kalkmasına ya da azalmasına bir önlem olabilir.

## 1.2. Ağır Metaller

Çeşitli faaliyetlerden kaynaklanan atık suların içinde bazen eser miktarda, bazen de yüksek konsantrasyonlarda metaller bulunur. Metaller canlı yaşam üzerinde konsantrasyonları ile orantılı olarak toksik etki yapar. Eser miktarlarda sakıncalı olabilen bu elementler arasında en önemli grubu ağır metaller diye adlandırılan; Alüminyum (Al), Arsenik (As), Kadmiyum (Cd), Civa (Hg), Kalay (Sn), Bakır (Cu), Çinko (Zn), Demir (Fe), Kurşun (Pb) gibi elementler oluşturur.

Özellikle Kadmiyum, Civa, Kurşun, Krom gibi ağır metaller besin zinciri yolu ile girdikleri canlı bünyesinde doğal fizyolojik mekanizmalarla atılmadıkları için birikime uğrar ve bünyede belirli sınırlarda ki konsantrasyonlarının aşılması halinde toksik etki yaparlar. Bünyesinde ağır metal biriktirmiş su ürünleri ile beslenen insanların yaşamı da tehlikeye girer. Toksik maddeler suda düşük konsantrasyonlarda bulunmaları halinde bile insan sağlığına zarar verecek hastalığa ve hatta ölüme sebep olur. Bu elementler toprakta birikerek toprak-bitki-hayvan-insan zincirinde konsantrasyonları artarak taşınabilir (2).

Organizmamızdaki minarellerin hangisine ne kadar ihtiyaç duyduğumuzu bilmek çok önemlidir. Çünkü, bu maddelerin fazlası yarardan çok zarar vermektedir. Bunların bir kısmı, organizmanın sağlıklı çalışması için vazgeçilmez unsurlardır. Bazıları ise tehlikeli grubundan maddelerdir. Mesela kalsiyum olmasaydı dişlerimiz sert bir elmaya bile dayanamaz, ortasından kırılırdı. Demir olmasaydı, hemoglobinin moleküllerinden yoksun kalır, bu nedenle dokularımıza oksijen ulaşmazdı. Kükürt olmasaydı saçlarımız zamana karşı bu kadar direnemez, derimiz canlılığını asla koruyamazdı, Potasyum ve sodyum olmasaydı hücrelerimiz elektrik gücünü kaybedecek ve hızla yaşlanacaktık. Organizmanın sağlığı için vazgeçilmez minerallerin listesi bunlarla sınırlı değildir. Daha sonra fosfor, magnezyum, mangan, çinko, flor, kurşun, arsenik, kadmiyum ve bakır var. Bütün bu mineraller ağırlığımızın yaklaşık yüzde 4'ünü oluşturmaktadır. Üç kiloluk bu mineral zenginliğine bakarsak insan organizmasını son derece değerli ve ender bir maden ocağı sayabiliriz (3).

Tüm bu mineraller, genel olarak organizmamızda ideal bir denge içinde bulunur. Organizma, bu minerallerin eksikliğini yada fazlalığını kendi iç mekanizmalarıyla ayarlar. Mesela, kandaki kalsiyum miktarında bir azalma olduğunda, vücut bir başka kalsiyum deposu olan kemiklerden gerekli miktarı bir süre için ödünç alabilir ve kandaki bu eksikliğini giderir. Aynı şekilde organizma, besinlerdeki demirin normal koşullarda sadece yüzde onunu emer. Ancak herhangi bir nedenden dolayı

demir eksikliği doğarsa, emme kapasitesini beş kez arttırabilir. Bu dengenin bir başka tipik örneğinde sodyum miktarıdır. Kandaki sodyum miktarı aşırı tuzlu beslenme sonucu yükseldiği zaman, hemen böbrekler devreye geçer ve sodyum fazlasını idrar yoluyla vücuttan temizler. Organizmadaki mineraller, ihtiyaç olunan miktarlara göre de sınıflandırılabilir. İnsanı günlük ortalama yüz mikrogramdan fazla ihtiyaç duyduğu mineraller "makro-mineraller" diğerleri ise "mikro-mineraller" olarak tanımlanır. Bir başka sınıflandırma ise faydalı, zararlı ve nötr mineraller kategorisidir. Potasyum, kalsiyum, fosfor gibi sağlık açısından vazgeçilmez olan mineraller birinci kategoriye kurşun, çinko buna benzer mineraller ikinci kategoriye; nikel, kobalt gibi mineraller ise üçüncü kategoriye girerler.

Ağır metallerle birlikte deterjanlar da kirlilik oluşturmaktadır. Sentetik deterjanlar 1950' li yıllardan sonra evlerde yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Bunlar aktif madde içermektedirler. Örneğin parfümler, beyazlatıcılar, persülfat, perborat gibi. Dolayısıyla bu maddelerin zehirlilik oranı, organizma için oldukça önemli olmaktadır (4).

Parlatıcıların en fazla kullanılanı, daha az zehirli olan aniyonik deterjanlardır. Bu maddeler suyun akışını ve basınç aktivitesini azaltır. Bunlar bu gün sabunların yerine geçmiştir. Çünkü kolaylıkla köpürürler ve yağları da kolayca çözerler. Bunlar sert sularda da çok etkilidirler, yağları emülsiyon haline getirerek suda yaşayan organizmaya geçmesini kolaylaştırırlar.

Deterjanlar balıkların solungaç ve diğer organlarında kanamaya sebep olurlar; ciğerlerde de birikim yapabilirler. Kirlenmiş sularda bulunan deterjanların büyük bir kısmı evsel atıklardan gelmektedir. Deterjanlar organik bileşiklerdir. Çözülmeyen kalsiyum sabunları teşkil etmezler ve düşük pH derecelerinde hidrolize olmazlar. Deterjanların etki bakımından en aktif uzun zincir teşkil eden lipofil kısmıdır. Bu kısım protoplazmadaki lipoidlerde reaksiyona girer (5).

Tarımsal amaçlar ile yapılan sulamalarda kullanılan suların çeşitli materyaller tarafından meydana getirilmiş kirliliği ile kirli suların artılması sırasında ortaya çıkan artma çamurlarının tarımsal amaçlı kullanılmaları toprakta fiziksel, kimyasal ve biyolojik yönlerden etkiler meydana getirir. Ayrıca çevre sağlığı bakımından bazı sorunların ortaya çıkabileceğini de gözden uzak tutmamak gerekir. Endüstriyel sularda durum farklı olmaktadır. Bu sularda bulunan zehirli maddeler ile yüksek seviyedeki ağır metaller, toprak canlılarının yaşamına süratle son verebilirler.

Sebze yetiştirmede zararlı böceklerle mücadelede kullanılan pestisitler de ayrı bir kirlilik oluşturmaktadır. Pestisitler kelimesinin kökeni latince olup hastalık öldürücü

anlımına gelmektedir. Zararlı ile mücadele için kullanılan her türlü ilaç ve bunların imalinde kullanılan ilaçlardır. İnsanlar, hayvanlar ve bitkilere çeşitli derecelerde zararı dokunabilecek 10.000'den fazla böcek, 600 yabancı ot, 1500 den fazla bitki hastalığı ve 1500 tür nematot bilinmektedir (6).

Çağımıza gelinceye kadar insanlar, çeşitli türden zararlılarla, çeşitli şekillerde mücadele etmeye çalışmışlardır. Hastalıkların kontrol altında tutulması amacıyla kimyasal maddelerin gittikçe artan dozlarda kullanılması asrımıza ait bir uygulamadır.

Antiparazit ürünlerin imalatı, ve kullanımı hidrosfer için büyük tehdit oluşturmaktadır. Pestisitlerin endüstriyel fabrikasyonu deniz ve kıta sularının kirlenmesinin en önemli kaynaklarından birisidir. Kıyılara ve ırmak kenarlarına kurulmuş olan fabrikalarla bu maddelerin sentez artıkları sulara atılmaktadır. Kurationsız ve düşünülmeden uygulamalar sonucunda olan kirlilik örnekleri çok fazladır.

Diğer büyük bir kirlilik kaynağı da kara sularının ve kıyıların hava yolu ile büyük alanlarda yapılan insektisit uygulamalarıdır. Göllerde, bataklıklarda ve bunların uzantıları üzerinde yapılan ilaçlamalar ile bu zehirli maddeler dünyanın en ücra köşelerine kadar yayılmıştır (7).

Böcek ilaçları 1944 yılında çok büyük ölçüde kullanılmıştır. Bunun sonucu olarak Tatton ve Ruzicka (1967)'in Antartika kıtasında ve vertebratlar üzerinde yapılan araştırmalar DDT, Dieldrin, Heptakloroepoksit kirliliği tespit edilmiştir. İncelenen türlere göre bu bileşiklere 2-7 ppb oranında rastlanmıştır. Grazenda ve arkadaşları (1964) ormanlık alanlardaki sineklerle mücadele için havadan püskürtme yapılan DDT ilaçlamalarında akarsularda çok kuvvetli bir bulaşma olduğunu ortaya çıkarmıştır. Diğer taraftan serpiyen aktif maddelerin önemli bir kısmında buharlaşarak atmosfere karışmaktadır. Çünkü rüzgar, ilaçların katı partiküllerini havaya karıştırmaktadır ve püskürtme makinaları ile bulutlar oluşturmaktadır. Bunun sonucu, hem akarsular, hemde yeraltı suları 60'lı yıllardan sonra klorlu organik pestisitlerle, bazen paration ve herbisitlerce kirlenmiştir (1).



### **3. MATERYAL VE METOT**

#### **3.1. Materyal**

Bu çalışmamızda materyal olarak Şanlıurfa ilinde evsel ve sanayi atık sularıyla sulanarak yetiştirilen sebzelerden marul (*L. serrola*), maydanoz (*P. crispum*), soğan (*A. cepa*) ve nane (*L. menta*) kullanılmıştır. Sebze tohumları deneme ortamındaki üretim kaplarında yetiştirilmiş ve bu vasatta temiz ve atık su, organik ve inorganik gübre ile toprak deney aracı olarak kullanılmıştır.

Ekim kabına giren bütün materyallerdeki element miktarları kuru ağırlığa göre ölçülmüştür. Aynı ekim kaplarında yetişen sebzelerdeki (marul, maydanoz, soğan, nane) element miktarları yine kuru ağırlığa göre tespit edilmiştir. Sonuçlar gruplar halinde değerlendirilmiştir.

#### **3.2. Metot**

##### **3.2.1. Toprak örneklerinin alınması**

Araştırmada kullanılan toprak örneklerinde atık su ve ağır element kontaminasyonu bulunmamaktadır. Topraklar Şanlıurfa ili Harran ovasından ve şehirden yaklaşık 15 km. uzaklıktaki bölgeden, tarımın yapılmadığı mera alanlarının on değişik noktasında ve yüzeyden 15-20 cm. derinliklerden alınmıştır.

Aktif kök bölgesine ait olan ve fiziksel özellikleri belirlenmiş olan bu derinlikten yaklaşık 20 kg. toprak alınmıştır. Homojen olarak karıştırılan bu topraktan kimyasal analizler yapmak üzere 150 g nümune alınmıştır.

##### **3.2.2. Ekim işlemleri için toprağın hazırlanması**

Kullanılmak üzere alınan toprak nümumeleri her ekim kabına kuru ağırlık olarak eşit miktarda ve 150 g olacak şekilde konulmuştur. 20 şer adet tohumluk belli aralıklarla ekimi yapılmış, organik ve inorganik gübrelerden 10'ar g karıştırılarak ilave edilmiştir.

Böylece kaplar ekime hazırlanmış sağlıklı sonuç alabilmek için maydanoz yetiştirilmede kullanılmak üzere temiz su gübresiz ortam için 5 adet, atıksu gübresiz ortam için 5 adet, temiz su organik gübreli ortam için 5 adet, temiz su inorganik gübreli ortam için 5 adet, atık su organik gübreli ortam için 5 adet, atık su inorganik gübreli ortam için 5 adet toplam 30 adet üretim kabı hazırlanmıştır.

Maydanozda olduğu gibi aynı deney düzeninde, marul yetiştirmek için 30, soğan yetiştirmek için 30, nane yetiştirmek için 30, adet olmak üzere toplam 120 adet üretim yeri hazırlanmıştır. Deneme beş tekerürlü yapıldı. Sonuçlar karşılaştırmalı olarak bulunmuştur.

#### Deneylerin özelliğine göre dizilişi

a- Temiz su gübresiz ortamda yapılan deneyler ( demir için )

Temiz su + toprak=7200ml x 0.113 ppm + 150 g x 1.350 ppm = 1.016,1 µg Fe/150 g toprak. ( Tablo 9)

b- Atık su gübresiz ortamda yapılan deneyler (demir için )

Atık su + toprak =7200ml x1.816 ppm + 150g x1.350 ppm=13.277,7 µg Fe/150 g toprak.( Tablo 10)

c- Temiz su organik gübreli ortamda yapılan deneyler (demir için)

Temiz su + organik gübre + toprak = 7200ml x 0.113 ppm + 10 g 0.305 ppm + 150 g x 1.350 ppm = 1.019,15 µg Fe/150 g toprak. (Tablo 11)

d- Temiz su inorganik gübreli ortamda yapılan deneyler (demir için)

Temiz su + inorganik gübre + toprak = 7200 ml x 0.113 ppm + 10 g x 0.213 ppm + 150 g 1.350 ppm = 1.018,23 µg Fe/150 g toprak. (Tablo 12)

e- Atık su organik gübreli ortamda yapılan deneyler (demir için)

Atık su + organik gübre + toprak = 7200 ml x 1.816 ppm + 10 g x 0.305 ppm + 150 g x 1.350 ppm = 13.280,75 µg Fe/150 g toprak. (Tablo 13)

f- Atık su inorganik gübreli ortamda yapılan deney (demir için)

Atık su + inorganik gübre + toprak =7200 ml x1.816 ppm+ 10 g x 0.213 µ ppm+ 150 g x1.350 ppm= 13.279,83 µg Fe/150 g Toprak . (Tablo 14.)

Yukarıdaki hesaplamalar diğer bütün gruplar için de yapılabilir.



## 4. TOPRAKTA YAPILAN ANALİZLER

### 4.1. Toprakta Fe, Zn, As, Cu, Cd, ve Pb analizi

Porselen krozeeye konulmuş ve sypron-Thermolyne fırında 2 saat süreyle kurutma işlemine tabi tutulmuş toprak nünuneleri kuru ağırlığa göre Lindsay ve Norwel (1978) tarafından bildirildiği şekilde hazırlanan DTPA (Dietilentriamin Penta Asetik Asit) ekstraksiyon çözeltisi (pH'sı HCl ile 7.3'e ayarlanmış) ile çalkalanıp, filtre edilmiştir. Ekstrakta geçen  $Fe^{++}$ ,  $Zn^{++}$ ,  $As^{++}$ ,  $Cu^{++}$ ,  $Cd^{++}$  ve  $Pb^{++}$  miktarları Perkin Elmer - 372 model (ASS) ile ölçülmüş ve sonuçları ppm (mg/g kuru ağırlık) olarak hesaplanmıştır (8,90). Deney sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

### 4.2 Bünye Tayini

Toprak örneklerinin % kum, % kil ve % silt fraksiyonları Bouyoucos' un (1952). hidrometre yöntemiyle saptanmıştır Bu değerler bünye analizi üçgenine uygulanarak, (Black 1957) 'ye göre örneklerin bünye sınıfları belirlenmiştir (9,10). Deney sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

### 4.3. pH Tayini

Toprak örneklerinin pH'sı saf su ile doygun hale getirilen toprak macununda Beckman pH metresiyle ölçülmüştür. Örneklerin pH değerleri Kellop (1952)'a göre sınıflandırılmıştır (9,10). Deney sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

### 4.4. Kireç Tayini

Toprak örneklerinin kireç ( $CaCO_3$ ) içeriği (scheibler 1954) kalsimetresi kullanılarak belirlenmiş, Evliya (1964) ya göre sınıflandırılmıştır (9,10). Deney sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

#### **4.5. Tuz Tayini**

Saf su ile satüre hale getirilmiş toprak örneklerinin elektriksel dirençleri ölçülmüş ve ölçüm değerlerinden çözünebilen yüzde total tuz içerikleri hesaplanmış ve Soli Survan prensiplerine, Staf (1951)'e göre sınıflandırılmıştır (9,10). Deney sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

#### **4.6. Katyon Değişim Kapasitesi**

Toprak örnekleri Chapman'ın (1965) belirttiği sodyum ile satwasyon yöntemiyle belirlenmiştir (9,10). Deney sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

#### **4.7. Organik Madde Tayini**

Richards (1954) göre modifiye edilmiş Walkley Black yaş oksidasyon yöntemiyle belirlenmiş, örneklerin yüzde organik madde değerleri Kovancı (1969)'ya göre sınıflandırılmıştır (9,10). Deney sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

#### **4.8. Azot Tayini**

Kjeldahl yöntemiyle (Bremmer. U.M. 1965) belirlenmiş olup, sonuçları ppm olarak hesaplanmış olup Tablo 3'de verilmiştir (9,10).

#### **4.9. Potasyum Tayini**

Toprak nünuneleri pH'sı 7 olan 1 N NH<sub>4</sub> OAC ile çalkalanıp, ekstrakte edilmiş ve Perkin Elmer-372 model (AAS) de ölçümler yapılmış sonuçlar ppm ( mg/g kuru ağırlık) olarak hesaplanmıştır. Potasyum analiz sonuçları Pizen (1967)'e göre sınıflandırılmıştır (9,11). Deney sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

#### **4.10. Fosfor Tayini**

Toprak nünunelerinin ekstra edilebilir fosfor içerikleri Olsen (1954) yöntemiyle (AAS) 'de ölçülmüştür (9,10). Sonuçlar ppm ( mg/g kuru ağırlık) olarak hesaplanmıştır. Deney sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

## 5. SU ÖRNEKLERİNİN ALINMASI

Temiz su örneği olarak şehir içme suyu kullanılmış ve içme suyu musluktan bir müddet akıtıldıktan sonra alınmıştır. Atık su olarak kullanılan birinci örnek, Cavsak Deresi ve sanayi suyunun karıştığı dereden, ikinci örnek Et-Balık Kurumunun yanındaki çaydan, üçüncü atık su örneği ise karakoyun deresi bitiş noktası olan ve sebze bahçelerine akan kısımdan alınmıştır. Bu üç su örneğinin alınma zamanı, suyun yaz aylarında sebzeler için en çok kullanıldığı zamana denk gelmektedir. Kış aylarında yağışların çok yağması ve yağmur sularının dere yataklarına karışması ile suyun kirlilik oranının değişeceği düşünülerek, halkın sebze yetiştirdiği mevsime uygun olarak tohum ekimi yapılmış, doğru ve objektif bir sonuç alabilmek için titizlik gösterilmiştir.

Yetiştirilen sebzeler için sulamada kullanılan temiz su, şehir içme suyundan her gün aynı vakitlerde, güneş batımından sonra en uygun sulama vaktinde her üretim kabına aynı şekilde 200 ml., atık sular ise belirlenen Karakoyun deresi, Cavsak Deresi ve Kelleci Çay'ından olmak üzere üç farklı noktadan günün belli vakitlerinde alınmış ve sular birbirine eşit miktarda karıştırılarak her üretim kabında 200 ml. kullanılmıştır.

### 5.1. Su da Fe, Zn, As, Cu, Cd ve Pb analizi

Temiz ve kirlı su olarak nitelendirebileceğimiz iki farklı su örneğinden birer litre cam kavanoza konulmuş ve atık suyun bakteri faaliyetini önlemek için üzerine 2 ml. toluen maddesi ilave edilerek sıkıca kapatılmıştır. Böylece su örnekleri analize hazır hale getirilmiştir.

Mavi bant filtre kağıdından süzölen 25 ml. karışık Karakoyun suyuna 2 ml. konsantre sülfürük asit ve 0.5 g selen ilave edilerek 550°C 'de buharlaştırılmıştır. Suyu uçurulan örnekler son hacim içinde (20 ml) 1/3 oranında sulandırılmış HCl olacak şekilde tekrar çözöndürölmüştür. Daha sonra Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre yöntemi ile analizleri yapılmıştır(9,10,12). Sonuçlar ppm ( mg/ml) olarak hesaplanıp Tablo 4 ve 5'te belirtilmiştir.

## **5.2. Azot Tayini**

Yukarıda bakır (Cu) analizi için yapılan işlemler burada aynen yapıldıktan sonra Kjeldahl yöntemiyle gerçekleştirilmiştir (9,10). Sonuçlar ppm olarak hesaplanmış olup Tablo 4 ve 5'te belirtilmiştir.

## **5.3. Potasyum Tayini**

Suların mavi bant filtre kağıdından süzülmesinden sonra fleymfotometreden direk okunması yapılmıştır (9,10). Sonuçları ppm olarak hesaplanmış olup Tablo 4 ve 5 'de belirtilmiştir.

## **5.4. Fosfor Tayini**

Suda yapılan analiz işlemleri burada da yapıldıktan sonra boyama çözeltileri ilave edilerek spektrofotometrede ölçülmüştür (9,10). Sonuçlar ppm olarak hesaplanmış olup Tablo 4 ve 5 'te belirtilmiştir.

## **6. GÜBRE ÖRNEKLERİNİN ALINMASI**

Organik gübre olarak hayvan gübresi ve kuş gübreleri kullanılmıştır. Bahçelerde halkın halen kullanmakta olduğu gübrelerden örnekler alınmıştır. Her üretim kabına 10 g kuru gübre konularak toprakla karıştırılmıştır. İnorganik gübre örneklerinden ise en çok kullanılan Azot 20-50 ve Üre 20-60 olarak bilinen gübreden her üretim kabına 10 g konularak toprakla karıştırılmıştır. Her iki çeşit gübreden analiz için örnekler alınmıştır.

### **6.1. Gübrede Fe, Zn, As, Cu, Cd ve Pb N.K.P analizi**

Gübre nünunelerinin analizi, toprak örneği analizlerinin aynısı olup sonuçlar Tablo 6 ve 7 'da ppm olarak verilmiştir (9,10,12).

## **7.TOHUM ÖRNEKLERİNİN ALINMASI**

Araştırmamızda kullanılan marul, maydanoz, soğan ve nane tohumlukları daha önceki yıllarda aynı bölgede ekimi yapılan tohumluk örneklerinden alınmıştır.

Marul, maydanoz, soğan ve nane tohumlukları 1995 yılına ait olup, her yıl aynı bölgede ekim yapan bahçe sahiplerinden aynı cins tohumluk temin edilmiş olup ekim işlemleri yapılmıştır.

### **7.1. Tohumda Fe, Zn, As, Cd, ve Pb N.K.P analizi**

Tohumluk numunelerin analizi, toprak örneği analizlerinin aynısı olup sonuçları Tablo 8'de ppm kuru ağırlık olarak verilmiştir (9,10,12).

### **7.2. Üretim kapları**

Üretim kapları 20 cm uzunluğunda 10 cm eninde 5 cm derinliği olan ölçülerde olup plastikten imal edilmişlerdir. Ekim yapılmak üzere bu üretim kapları hazırlanmıştır.

### **7.3. Sebzelerin ekime hazırlanması**

Ekim işlemi 2 Haziran'da aynı günde yapılmış ve düzenli bir şekilde temiz ve atık sudan sulama yapılmıştır. 8 Temmuz da hasat yapılmıştır. 36 günlük yetiştirme süresince her üretim kabı için 7200 ml su kullanılmıştır. Karanlık ve aydınlık süreleri eşit olacak şekilde ayarlanmıştır. Gündüz sıcaklık ortalaması 39°C, gece sıcaklık ortalaması 26°C olmuştur. Soğanda kısa zamanda çok çabuk büyüme görülmüş, ortalama 25 cm boya erişildikten sonra koyu yeşil olan yapraklarda sararmaya başlamıştır.

Marulda soğana göre daha yavaş gelişme görülmüş ve 12 cm boya ulaşmıştır. Nane de yavaş gelişme görülmüş, koyu yeşil ve çok kokulu, gür bir görünüm alan

nane ortalama 11 cm boya ulaşmıştır. Maydanoz en geç yetişen sebze olmuştur. Ancak 8-9 cm boya ulaşmıştır. İri yapraklı ve yeşil tonda renklenmiştir. Bazı yapraklarda da sararma görülmüştür.

Deneysel şartlarda ki büyüme ve gelişmeleri boyunca, bitkiler çevresel stress olarak bilinen sıcaklık, kuraklık, soğuk, aerobik şartlara maruz bırakılmıştır. Deneyde normal bahçe şartlarına uygun ortam oluşturmaya çalışılmıştır. Hasat öncesi son durumlarını gösteren resimleri çekilmiştir. (Resim 1, 2, 3, 4-Sayfa 42-43)

#### **7.4.Yetiştirilen sebzelerin toplanması**

Yetiştirilen sebzelerin tüketilecek seviyeye gelmesinden sonra topraktan 4 cm yükseklikten kesim işlemi yapılmıştır. Aynı grup örnekler bir araya getirilmiştir. Marul için 6 grup, maydanoz için 6 grup, soğan için 6 grup, nane için 6 grup toplama yapılmıştır. Her grup için ekimi yapılan 5 kaptaki örnekler bir araya getirilmiştir. Aynı ayrı olacak şekilde gölgede kurutulan aynı grubun örnekleri ağzı kapanabilen naylon torbalara koyularak analiz için hazırlanmıştır.

## 8. SEBZE ÖRNEKLERİNİN ALINMASI

Araştırmacılar farklı ekolojik şartlarda yetiştirilen farklı tür ve çeşitlere ait bitkilerin meyve ve yaprak örneklerindeki element konsantrasyonunun oldukça stabil olduğu dönemi tespit amacıyla, çok sayıda çalışma yapmışlardır. Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, meyve ve yaprak örneklerindeki bitki besin elementlerinin stabil hale geçiş zamanlarına bitkilerin generatif faaliyeti dönemlerinde rastlandığını saptamışlardır (8).

Yukarıdaki hususlar dikkate alınarak bitki örneklerinin alınmasının en uygun olgunluk devreleri gözetlenmiş, örnekler ona göre alınmış, soldurma ve kurutma işlemlerine tabi tutulmuşlardır.

### 8.1. Sebze Fe, Zn, As, Cu, Cd, Pb ve N.K.P. analizleri

Gölgede kurutulmuş ve gruplandırılmış bitki örnekleri ayrı ayrı gruplar halinde Marul, Maydanoz, Soğan ve Nane olmak üzere laboratuvarında öğütülerek analize hazırlanmıştır.

Öğütülmüş örneklerden 100 g tartılarak her bir numune porselen kroze konulmuş ve , Sypron-Thermolyne fırınında 450°C'de 2 saat süreyle yakma işlemine tutularak beyaz kül oluncaya kadar yakılmıştır. Oda sıcaklığında soğutulduktan sonra üzerine 5 ml. % 20'lik HCl ilave edilmiştir. Whatman filter paper 100 circles kullanılarak 50 ml'lik balonda saf su ile süzümüştür. Süzük, saf su ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Bu çözelti daha sonra çalkalanarak plastik ekstrakte kabına konularak, ağzı kapatılmıştır. Bu şekilde ana çözelti hazırlanmıştır.

Nümunelerden 2 şer gram alınarak HCl ilave edilip iyice çalkalandıktan sonra 24 saat bekletilen karışım filtre edilmiş ve ekstrakta geçen element iyonları Perkin-Elmer-372 model (AAS) 'de ölçümüştür. Toplu sonuçlar kül madde de ppm olarak Tablo 9, 10, 11, 12, 13, 14'te verilmiştir. Azot içeriği Kjeldahl yöntemiyle (Bremmer, U.M. 1965), potasyum alev fotometresiyle, fosfor spektrometreyle ölçümüştür (9,10,12).



## 9. MATERYALLER ÜZERİNDE YAPILAN ANALİZLER

Toprakta ;

Fe, Zn, As, Cu, Cd, Pb, N.K.P, pH, Kireç, Organik Madde, Tuz, Bünye,  
Kasyon değişim kapasitesi.

Su da ;

Fe, Zn, As, Cu, Cd, Pb, N.K.P.

Organik Gübrede ;

Fe, Zn, As, Cu, Cd, Pb, N.K.P.

Tohumda ;

Fe, Zn, As, Cu, Cd, Pb, N.K.P.

Bitkide ;

Fe, Zn, As, Cu, Cd, Pb, N.K.P. miktarları ölçülmüştür.

## 10. ANALİZ SONUÇLARI

Yapılan analizlerin sonuçları aşağıda verilmiştir.

**Tablo 2. Toprak Analiz Sonuçları (ppm-kuru ağırlık)**

A.Metal	Fe (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Cu (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	N (ppm)	K (ppm)	P (ppm)
Toprak	1.350	1.243	1.580	1.630	1.654	1.364	0.182	0.173	0.230

**Tablo 3. Toprak Analiz Sonuçları**

	pH	Kireç %	O.M %	Tuz %	Bünye	Kum %	Silt %	Kil %	K.D.K (mg/100 gr)
Toprak	7.32	8.72	1.32	0.068	CL	26.2	37.3	36.5	66.74

**Tablo 4. Temiz Su Analiz Sonuçları**

A.Metal	Fe (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Cu (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	N (ppm)	K (ppm)	P (ppm)
T.Su	0.113	0.115	0.130	0.114	0.120	0.118	0.430	0.234	0.112

**Tablo 5. Atıksu Analiz Sonuçları**

A.Metal	Fe (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Cu (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	N (ppm)	K (ppm)	P (ppm)
Atık su	1.816	1.470	1.287	1.570	1.713	1.614	0.741	0.319	0.136

**Tablo 6. Organik Gübre Analiz Sonuçları (ppm-kül ağırlık)**

A.Metal	Fe (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Cu (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	N (ppm)	K (ppm)	P (ppm)
O.Gübre	0.305	0.214	0.112	0.131	0.276	0.170	0.860	0.371	0.212

**Tablo 7. İnorganik Gübre Analiz Sonuçları (ppm-kül ağırlık)**

A.Metal	Fe (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Cu (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	N (ppm)	K (ppm)	P (ppm)
İn.O. Gübre	0.213	0.117	0.218	0.165	0.105	0.182	0.784	0.375	0.214

**Tablo 8. Kullanılan Tohum Analiz Sonuçları (ppm-kül ağırlık)**

	Fe (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Cu (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	N (ppm)	K (ppm)	P (ppm)
Marul	0.315	0.354	0.860	0.465	0.115	0.816	0.215	0.318	0.251
Maydanoz	0.260	0.310	0.480	0.163	0.385	0.675	0.411	0.315	0.275
Soğan	0.355	0.465	0.615	0.497	0.268	0.312	0.302	0.370	0.315
Nane	0.180	0.375	0.721	0.812	0.175	0.740	0.340	0.440	0.320

**Tablo 9 .Temiz Su Gübresiz Ortamda Yetiştirilen Sebzelelerin Analiz Sonuçları (ppm-kül ağırlık)**

	Fe (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Cu (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	N (ppm)	K (ppm)	P (ppm)
Marul	13.1	11.7	11.6	10.2	12.3	11.2	1.121	1.286	1.214
Maydanoz	18.3	11.3	10.2	8.7	13.4	11.7	1.892	1.179	1.165
Soğan	16.7	16.2	11.3	6.2	13.6	16.6	1.612	1.346	1.221
Nane	11.6	11.7	10.2	10.1	15.2	10.3	1.238	1.927	1.210

**Tablo 10. Atıksu Gübresiz Ortamda Yetiştirilen Sebzelelerin Analiz Sonuçları (ppm-kül ağırlık)**

	Fe (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Cu (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	N (ppm)	K (ppm)	P (ppm)
Marul	14.6	13.2	12.2	11.6	14.6	14.7	1.233	1.825	1.216
Maydanoz	20.1	16.4	11.4	11.8	18.7	10.8	1.416	1.384	1.241
Soğan	18.7	19.7	14.7	10.6	16.1	19.6	1.014	1.213	1.168
Nane	12.3	13.4	13.2	14.7	19.3	11.3	1.121	1.248	1.282

**Tablo 11. Temiz Su Organik Gübre Kullanılarak Yetiştirilen Sebzelelerin Analiz Sonuçları (ppm-kül ağırlık)**

	Fe (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Cu (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	N (ppm)	K (ppm)	P (ppm)
Marul	25.7	18.7	24.1	16.2	21.2	21.9	3.980	1.316	1.381
Maydanoz	24.2	21.6	27.3	11.8	27.4	23.6	4.214	1.241	1.418
Soğan	25.6	20.3	18.2	22.9	21.6	19.7	4.110	1.181	1.517
Nane	25.7	25.6	22.3	19.3	24.9	21.6	3.465	1.278	1.565

**Tablo 12. Temiz Su ve İnorganik Gübre Kullanılarak Yetiştirilen Sebzelelerin Analiz Sonuçları (ppm-kül ağırlık)**

	Fe (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Cu (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	N (ppm)	K (ppm)	P (ppm)
Marul	26.3	21.6	11.7	20.8	18.6	22.6	2.167	1.315	1.861
Maydanoz	23.9	17.4	13.8	21.2	23.6	26.3	1.411	1.361	1.341
Soğan	22.7	19.2	19.7	25.2	19.8	21.7	2.107	1.218	1.418
Nane	24.3	16.4	13.2	29.1	16.4	25.6	1.322	1.211	1.650

**Tablo 13. Atıksu ve Organik Gübre Kullanılarak Yetiştirilen Sebzelelerin Analiz Sonuçları (ppm-kül ağırlık)**

	Fe (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Cu (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	N (ppm)	K (ppm)	P (ppm)
Marul	54.8	65.6	35.4	26.2	64.7	23.4	3.141	2.753	1.965
Maydanoz	51.3	57.2	32.7	21.7	61.6	29.8	3.218	2.680	1.913
Soğan	62.7	73.4	29.6	23.8	60.1	43.1	2.981	2.754	1.981
Nane	68.3	42.6	31.3	35.9	65.2	38.7	2.715	2.415	1.920

**Tablo 14. Atıksu ve İnorganik Gübre Kullanılarak Yetiştirilen Sebzelerin Analiz Sonuçları  
(ppm-kül ağırlık)**

	Fe (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Cu (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	N (ppm)	K (ppm)	P (ppm)
Marul	49.7	44.2	23.7	61.3	53.3	22.7	3.075	2.334	1.818
Maydanoz	38.6	56.3	21.6	60.8	48.7	27.6	2.814	2.921	1.921
Soğan	51.6	46.7	28.7	63.1	60.2	18.1	3.164	2.454	1.845
Nane	68.7	65.4	35.1	59.4	49.2	28.4	2.618	2.583	1.918



## 11. DEMİR, ÇİNKO, ARSENİK, BAKIR, KADMIYUM VE KURŞUN ANALİZ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

### 11.1. Demir (Fe)

Demir oksijenin organizma içinde dolaşımı için vazgeçilmez bir mineraldir. Yetişkin bir organizmadaki demir miktarı, yaklaşık 3 ile 5 g arasında değişir. Bunun çok az bir kısmı kanda bulunur ama, "transferin" denilen protein ile birlikte oksijenin kan içinde dolaşımını sağlar. Geri kalan demir miktarının yüzde 70'i ise hemoglobinin diğer molekülünü oluşturur. Organizmada demir stoklayan diğer organlar, karaciğer, dalak ve kemik iliğidir. Organizmanın demir ihtiyacı, yaşa ve kişiye göre değişen oranlar gösterir. Yetişkin erkek ve kadınlarda günlük demir ihtiyacı yaklaşık 10 mg. dır. Ancak menopoz döneminde kadınlar için bu oran 15 mg.'a yükselir. Hamilelik ve büyüme çağı da demirin fazla tüketildiği dönemlerdir. Bu dönemlerde organizmaya demir takviyesi gerekir. Demir yetersizliğinin en somut belirtileri kansızlık ve aşırı yorgunluktur. Ancak hemen belirtelimki, demir eksikliği kadar aşırı demir yüklenmesi de çok tehlikelidir(13).

Demir fazlası, enderde olsa hepatik yetersizliğe yol açabilir. Bu durumda, organizmanın dışarı atamadığı demir miktarı, mide kramplarına, baş dönmesine, kusmaya, şoka ve hatta bazı durumlarda komaya bile neden olabilir. Demir, cigerde, ette, kuru fasulyede, yulafta, kakaoda ve midyede bulunur. Ancak, organizma tarafından kolay kolay absorbe edilen bir madde değildir. Besinlerdeki demirin sadece yüzde 10'u organizma tarafından emilir. C vitamini, organizmanın demiri absorbe etmesini kolaylaştırır. Çay ve kahve gibi içecekler organizmanın demiri absorbe etmesini olumsuz etkiler(14).

Bu ağır element toprak tabakasının üst kısmında daha fazla birikme özelliği gösterdiği bilinmektedir. Ağırlık ilkesine göre yer kabuğunun yaklaşık % 5'ini oluşturan demir elementidir. İstisnasız tüm topraklarda bulunmaktadır. Bitkilerin demir alımı başka katyonlar tarafından da karşılanmaktadır. İnsanlarda demir eksikliği kansızlık hastalığına, fazlalığında ise toksik etki yapma özelliğindedir. Analiz değerlendirmesine gelince hasat öncesi yapılan analizlerde kuru analiz temeline göre toprakta 1.350 ppm, ve kül ağırlık temeline göre marul tohumunda 0.315 ppm, organik gübrede 0.305 ppm, inorganik gübrede 0.213 ppm, ve yaş ağırlık temeline göre temiz suda 0.113 ppm, atık suda ise 1.816 ppm olarak bulunmuştur.

Hasat sonrası yapılan analizlerde kül ağırlık temeline göre temiz su ve organik gübre kullanılarak yetiştirilen marulda 25.7 ppm, maydanoz da 24.2 ppm, soğanda 25.6 ppm, nane de 25.7 ppm olarak bulunmuştur.

Maruldaki ağır metal konsantrasyonunu, üzerinde yetiştigi toprakta bulunan metal konsantrasyonuna olan oranı şeklinde ve konsantrasyon oranı ifadesi ile hesaplırsak (konsantrasyon oranı = sebzedeki element konsantrasyonu "µg element/g yaş ağırlık" / topraktaki element konsantrasyonu " µg element / g yaş toprak") toprağa ilave edilen 0,305 ppm konsantrasyonundaki 10 g organik gübrede bulunan element miktarı ile deney süresince toprağa konulan 7500 ml. su ile toprağa ilave edilen element miktarı 6.79 µg Fe /1 g yaş toprak ta olacağından; konsantrasyon oranı = 0,4266 µg Fe/g yaş marul : 6,79 µg Fe/g yaş toprak= 0,062 olarak bulunacaktır.

Bunun manası, hasat sonrasında yaş marulun birim ağırlığındaki demir konsantrasyonu toprağa nazaran yaklaşık % 6 nispetindedir.

Benzer deney ortamında gübre olarak inorganik gübre kullandığımız zaman, toprağa ilave edilen 0,213 ppm konsantrasyonundaki 10 g inorganik gübrede bulunan element miktarı ile deney süresince toprağa konulan 7200 ml. su ile toprağa ilave edilen element miktarı 6,78 µg Fe/l g yaş toprakta olacağından; konsantrasyon oranı = 0,43 µg Fe/g yaş marul : 6,78 µg Fe/g yaş toprak = 0,064 olarak bulunmuştur.

Atık su ve organik gübre kullanımında ise, atık su içindeki demir konsantrasyonu 1,816 ppm gibi bir konsantrasyonda ve deney süresince sulama ile deney kabına 88 µg Fe /1 g kuru toprakta biriktiğinden maruldaki demir konsantrasyonu da 54,8 ppm kuru -ağırlık derecesine yükselmiştir.

Bu deneydeki Fe konsantrasyon oranı = 0,90 µg Fe / g yaş marul = 88 µg Fe /g kuru toprak = 0,010 olarak bulunmuştur.

Atıksu ile yapılan deneyin bir paralel deneyi inorganik gübre kullanılarak yapılmıştır. Bu deneyde bulunan konsantrasyon oranı = 0,009 olarak bulunmuştur.

Gübre kullanılmadan yapılan deneylerde ise temiz su kullanılan ortamda toprağa 7200 ml. su ile toprağın demir konsantrasyonu 6,78 µg Fe/1 g yaş toprakta olacağından; konsantrasyon oranı = 0,21746 µg Fe/g yaş marul : 6,78 µg Fe/g yaş ağırlık = 0,032 bulunmuştur.

Bu deneyin paraleli olan ve atık su kullanılarak yapılan deneyde ise konsantrasyon oranı = 0,0027 bulunmuştur.

Buna göre marulda tespit edilen en yüksek demir miktarına göre ortamları sıralayacak olursak en az kirlenmenin olduğu temiz su gübresiz ortam < atıksu

gübresiz ortam < temiz su organik gübreli ortam < temiz su inorganik ortam < atıksu inorganik ortam < atıksu organik ortam şeklindedir.

Atıksu organik ve inorganik gübreleme etkisinde yetişen marulda demir kirlenmesinin topraktan bitkiye birikimi diğer şartlara göre oldukça yüksek bulunmuştur. En düşük değer gübresiz ortamlarda bulunmuştur. Tablolara bakacak olursak maruldaki demir kirlenmesi seviyesi yanısıra maydanoz, soğan ve nanede de kirlenme aşağı yukarı aynı değerlerdedir.

Bu sebzeler genelde taze olarak tüketildiği göz önüne alınacak olursa insan tarafından taze sebzelerle birlikte alınacak toksik element miktarlarını hesaplamamız gerekecektir. 100 g yaş maruldan yaklaşık 11.83 g kuru madde, 1.66 g kül elde edilmektedir. Analiz sonucu 1 g marul külünde Tablo 9'a göre 13.1 ppm, Tablo 10'a göre 14.6 ppm, Tablo 11'e göre 25.7 ppm, Tablo 12'ye göre 26.3 ppm, Tablo 13'e göre 54.8ppm, Tablo14'e göre 49.7 ppm demir bulunmuştur.

Yetişkin bir insan tarafından günlük yenilen gıdadaki tahammül edilebilen demir element konsantrasyonu 0.8 ppm' dir. Deneyimizde en yüksek konsantrasyonda bile (54,8 µg Fe/g kül ağırlık ) marulun yaş, kuru ve kül ağırlık oranlarından hesaplanabildiği gibi 1 g yaş marulda 0,9 µg Fe = 0,9 ppm demir bulunmaktadır. Buna göre marul tüketimi tehlike sınırına yaklaşmış olmakla beraber tüketilebilecektir.

## 11.2. Çinko (Zn)

İnsan organizmasındaki çinko miktarı 2-3 g kadardır. Çinko kanda, alyuvarlarda, prostatta, ciğerde, pankreasta, bazı kaslarda ve kemiklerde bulunur. Çinkonun organizmada çok çeşitli fonksiyonları vardır. Organizmanın genel gelişimini düzene sokar. Sperm üretimini ve cinselliğe geçişi kolaylaştırır, protein ve RNA sentezlerine müdahale eder. Bir iddia da çinkonun insülin fonksiyonunun da önemli bir işlevi olduğudur. Ancak, bu henüz kanıtlanmış değildir. Çinko, mercimekte, bezelyede, yulafta ve ekmekte bulunan bir mineraldir. Bir erkeğin günlük çinko ihtiyacı 15 mg.dir. Sağlıklı bir beslenme ile bu miktar rahatlıkla alınabilir. Çinko eksikliği, cinsel gelişmede bozukluklara, bağışıklık sistemlerinin zayıflamasına ve deride doku bozukluklarına sebep olur. Daha ileriki aşamalarda, enfeksiyonlara, kansızlığa, enfarktüse, tümör oluşumuna, böbrek rahatsızlıklarına ve sarılığa yol açabilir. Hamilelik ve östrojen kullanımı, organizmadaki çinko oranında bir düşüş meydana getirir. Bu nedenle, doktorlar hamile kadınlara çinko açısından zengin bir



beslenme programı önerirler. Çinko fazlalığı oldukça tehlikelidir. İnsana damar acıları ve iştahsızlık verebilir. Ender de olsa, bağırsak kanamalarına ve bazı sinirsel problemlere yol açabilir.

Doğada sülfid halinde diğer metallerle (Pb, Cu, Cd, Fe) birlikte bulunur. Ayrıca galvanize demir, bronz, fungusitler, akü ve kauçuk lastik sanayinde kullanılmaktadır. Tıpta dermal ürünler, antiseptikler, insülin perperatlarında da kullanılır. Galvanize kaplardaki içeceklerden ve asidik gıdalardan insanlara geçebildiği gibi çevresel kirlenmenin bir sonucu olarak deniz ürünleri tüketimi ile insanlar da birikim yapmaktadır.

Çinkonun insanda toksikolojik belirtileri ağırlı mide krampları oluşturmaktadır. Çinkonun içme sularındaki bulunma seviyeleri 0.01-1 mg/l dir. Endüstri atıklarının sızdığı yer üstü sularda 5 mg/l yi geçtiği zaman ağızda buruk bir tad verdiği, yanar döner refle yaptığı, kaynatıldığı zaman yağlı bir tabaka oluşturduğu görülür. Kısa adı WHO (World Health Organization) olan Dünya Sağlık Teşkilatı içme sularına kaynak oluşturan sular için izin verdiği üst sınır 5 mg/l dir.

Bu çalışmada ise analiz sonuçları şöyledir; hasat öncesi kuru ağırlık temeline göre toprakta çinko miktarı 1.243 ppm, ve kül ağırlık temeline göre maydanoz tohumda 0.310 ppm, organik gübrede 0.214 ppm, inorganik gübrede 0.117 ppm, ve yaş ağırlık temeline göre temiz suda 0.115 ppm, atık suda 1.470 ppm olarak bulunmuştur. Hasat sonrası yapılan çinko analizinde, temiz su ve organik gübre kullanılarak yetiştirilen maydanoz da 21.6 ppm, marulda 18.7 ppm, soğanda 20.3 ppm, nandede 25.6 ppm olarak bulunmuştur.

Çinko elementinin, deney programı içerisindeki düzenlemelerde marul, maydanoz, nane ve soğanda ki konsantrasyon oranları ve yetişkin bir insan tarafından tahammül edilebilen günlük toksik element alımlarındaki değerler, demir elementinde olduğu gibi hesaplanmış ve sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Maydanozdaki (*P.crispum*) çinko (Zn) sonuçları :

Temiz su ve organik gübreli ortamdaki çinkonun konsantrasyon oranı = 0,05 ve Zn konsantrasyonu = 0,3 µg Zn/l g yaş maydanoz' dur.

Temiz su ve inorganik gübreli ortamdaki çinkonun konsantrasyon oranı : 0,042 ve Zn konsantrasyonu = 0,29 µg Zn/l g yaş maydanozdur.

Temiz su ve gübresiz ortamdaki Zn' nin konsantrasyon oranı= 0,027 ve Zn konsantrasyonu : 0,18 µg Zn/l g yaş maydanozdur.

Atık su ve organik gübreli ortamdaki çinkonun konsantrasyon oranı: = 0,013 ve Zn konsantrasyonu: 0,94 µg Zn/l g yaş maydanoz



Atık su ve inorganik gübreli ortamdaki çinkonun konsantrasyon oranı: 0,013 ve Zn konsantrasyonu: 0,93 µg Zn/l g yaş maydanozdur.

Atık su ve gübresiz ortamdaki çinkonun konsantrasyon oranı: 0,003 ve Zn konsantrasyonu : 0,27 µg Zn/l g yaş maydanoz

Buna göre maydanozda tespit edilen en yüksek çinko miktarına göre sıralayacak olursak en az kirlenme temiz su gübresiz ortam < atıksu gübresiz ortam < temiz su inorganik ortam < temiz su organik ortam < atık su inorganik ortam < atık su organik ortam şeklindedir. Buna göre atık su organik ve inorganik gübreleme etkisinde yetişen maydanozda diğer şartlara göre çinko kirlenmesi olduğu ortaya çıkmıştır. Tablolara bakacak olursak bu seviyede kirlenme marul, soğan ve nanede de olduğu belirlenmiştir.

Taze olarak tüketilen sebzelerdeki çinko element miktarlarını hesaplayacak olursak 100 g taze maydanozda yaklaşık 11.82 g kuru madde, 1.65 g kül elde edilmektedir. Analiz sonucu 1 g maydanoz külünde Tablo 9'a göre 11.3 ppm, Tablo 10'a göre 16.4 ppm, Tablo 11'e göre 21.6 ppm, Tablo 12'ye göre 17.4 ppm, Tablo 13'e göre 57.2 ppm, Tablo 14'e göre 56.3 ppm çinko bulunmuştur.

Yetişkin bir insan tarafından günlük yenilen gıdalardaki tahammül edilebilen çinko element konsantrasyonu 0,3-1 ppm arasındadır. Denetimizde en yüksek konsantrasyonda bile (57,2 µg Zn/g kül ağırlık ) maydanozun yaş, kuru ve kül ağırlık oranlarından hesaplanabildiği gibi 1 g yaş maydanozda 0,94 µg Zn= 0,9 ppm, çinko bulunmaktadır. Buna göre maydanoz tüketimi tehlike sınırına yaklaşmış olmakla beraber, tüketilecektir.

### 11.3. Arsenik (As)

Yüzey ve içme sularında yüksek oranda arsenik bulaşısı bulunması deri ve guatr kanserine sebep olmaktadır. İçme sularında 0.5 - 1.0 µg/l arsenik bulunması insan zehirlenmesine sebep olmaktadır. Tarımda kullanılan insektisit, herbisit ve pestisitler gıda maddelerinin arsenik ile kontaminasyonunda etkilidir. Arsenik en çok deniz ürünlerinde bulunmaktadır (16).

Zehirlenme doza, elementin kimyasal bileşiminin şekline ve diğer bir çok faktöre bağlıdır. Yapılan analiz değerlendirmesine bakacak olursak hasat öncesi yapılan analizlerde soğan bitkisinde arsenik kuru ağırlık temeline göre miktarı toprakta 1.580 ppm, ve kül ağırlık temeline göre tohumda 0.615 ppm, organik gübrede 0.112 ppm,

inorđanik gübrede 0.218 ppm, ve yaş ağrılık temelina göre temiz suda 0.130 ppm, atık suda 1.287 ppm, bulunmuştur.

Hasat sonrası yapılan analizlerde temiz su organik gübreli ortamda yetiştirilen soğanda 18.2 ppm, temiz su organik gübreli ortamda 19.7 ppm, atık su orđanik gübreli ortamda 29.6 ppm, atık su inorđanik gübreli ortamda 38.7 ppm, temiz su gübresiz ortamda 11.3 ppm, atık su gübreli ortamda 14.7 ppm bulunmuştur.

Arsenik elementinin, deney proğramı içersindeki düzenlemelerde marul, maydanoz, nane ve soğanda ki konsantrasyon oranları ve yetişkin bir insan tarafından tahammül edilebilen günlük toksik element alımlarındaki değerler demir elementinde olduğu gibi hesaplanmış ve sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Soğandaki (*A. cepa*), arsenik (As) sonuçları:

Temiz su ve organik gübreli ortamdaki çinkonun konsantrasyon oranı: 0,020 ve As konsantrasyonu : 0,16 µg As/l g yaş soğandır.

Temiz su ve orđanik gübreli ortamdaki çinkonun konsantrasyon oranı: 0,021 ve As konsantrasyonu:0,17 µg As/l g yaş soğandır.

Temiz su ve gübresiz ortamdaki çinkonun konsantrasyon oranı:0,013 ve As konsantrasyonu: 0,10 µg As/l g yaş soğandır.

Atık su ve organik gübreli ortamdaki çinkonun konsantrasyon oranı:0,0041 ve As konsantrasyonu: 0,26 µg As/l g yaş soğandır.

Atık su ve inorđanik gübreli ortamdaki çinkonun konsantrasyon oranı: 0,0039 ve As konsantrasyonu: 0,25 µg As/l g yaş soğandır.

Atık su ve gübresiz ortamdaki çinkonun konsantrasyon oranı:0,002 ve As konsantrasyonu: 0,13 µg As/l g yaş soğandır.

Buna göre soğanda tespit edilen en yüksek arsenik konsantrasyonuna göre ortamları sıralayacak olursak temiz su gübresiz ortam < atık su gübresiz ortam < temiz su organik ortam < temiz su inorđanik ortam < atık su inorđanik ortam < atık su organik ortam şeklinde dir. Soğan bitkisinde en düşük arsenik kirlenmesi temiz su ve atık su gübresiz ortamlarda bulunurken, en yüksek atık su gübreli ortamlarda gerçekleşmiştir.

Tablolara bakacak olursak bu seviyede kirlenme marul, maydanoz ve nanede de olduğu belirlenmiştir. Taze soğan bitkisinde toksik element miktarını hesaplayacak olursak 100 g taze soğanda yaklaşık 6.77 g kuru madde, 0.889 g kül elde edilmiştir. Analiz sonucu 1 g soğan külünde tablo 9'a göre 11.3 ppm, tablo 10'a göre 14.7 ppm, tablo 11'e göre 18.2 ppm , tablo 12'ye göre 19.7 ppm, tablo 13'e göre 29.6 ppm, tablo 14'e göre 28.7 ppm, arsenik bulunmuştur.

Yetişkin bir insan tarafından günlük yenilen gıdadaki tahammül edilebilen Arsenik elementi konsantrasyonu 0.015-0.002 ppm arasındadır. Deneyimizde temiz sular ile yapılan deneylerde en düşük konsantrasyon 0.10 µg As/l g yaş soğandadır. Buna göre en az on misli yüksektir. Atık su ile yapılan deneylerde ise gübrenin arseniği hareketlendirdiği ve topraktan bitkiye geçişini arttırdığını göstermektedir. Bu deneyde , temiz su ve gübresiz ortama nazaran yirmi misli daha çok arsenik konsantrasyonu olmaktadır.

#### 11.4 Bakır (Cu)

İnsan vücudunda yaklaşık 100-150 g kadar bakır bulunmaktadır. Bunun yüzde 10'u karaciger ve beyinde, geri kalanı ise dolaşım halindeki kanın içindedir. Bakır kanda hem plazmaya hem alyuvarlara dağılmıştır. Kanda demir ile birlikte hemoglobinleri oluşturur. Bakır, ayrıca bir çok enzimin fonksiyonunuda düzenler. İstirdye, karaciger, fındık ve kuru üzüm bakır açısından en zengin besin maddeleridir. Bakır eksikliği kendisini hipokromik kansızlık ve kemik yapısında bozukluklarla gösterir. Bakır fazlası çok ender görülen bir olaydır (17).

Düzensiz ve çarpık kentleşme, sanayinin gelişmesi ve tarımda çeşitli ilaçların kullanılması sonucu ortamda farklı kimyasal maddelerin biriktiği bilinmektedir. Bazı araştırmacıların yaptıkları çalışmada Ergani'deki Maden bakır fabrikası atıklarının Maden çayına deşarjı ve bu suyun da Dicle nehrine dökülmesi sonucu meydana gelen kirliliğin tesbiti amacıyla alınan su örneklerinde yüksek seviyede bakır bulunduğu görülmüştür. Bu suyla yetiştirilen bazı mantar türlerinde de aynı seviyede bakır bulunduğu yapılan çalışmalarda anlaşılmaktadır. Ayrıca başka bir grup araştırmacının Dicle nehrindeki balıklar üzerinde yaptıkları bir çalışmada da bakır elementinin yüksek oranda bulunduğu anlaşılmıştır (18).

Bu çalışmada yapılan analiz sonuçları ise şöyledir. Hasat öncesi kuru ağırlık temeline göre toprakta 1.630 ppm, ve kül ağırlık temeline göre tohumda 0.812 ppm, organik gübrede 0.131 ppm, inorganik gübrede 0.165 ppm, ve yaş ağırlık temeline göre temiz suda 0.114 ppm, atık suda 1.570 ppm bakır bulunmuştur.

Hasat sonrası yapılan bakır analizinde kül ağırlık temeline göre temiz su organik gübreli ortamda yetiştirilen nane bitkisinde 19.3 ppm, temiz su inorganik gübreli ortamda 19.1 ppm, atık su organik gübreli ortamda 45.9 ppm, atık su organik

gübreli ortamda 110.4 ppm, temiz su gübresiz ortamda 10.1 ppm, atık su gübresiz ortamda 11.7 ppm bulunmuştur.

Bakır elementinin, deney programı içerisindeki düzenlemelerde marul, maydanoz, nane ve soğandaki konsantrasyon oranları ve yetişkin bir insan tarafından tahammül edilebilen günlük toksik element alımlarındaki değerler, demir elementinde olduğu gibi hesaplanmış ve sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Nane deki (*L. menta*), Bakır (Cu) sonuçları:

Temiz su ve organik gübreli ortamdaki bakırın konsantrasyon oranı: 0,035 ve Cu konsantrasyonu: 0,25 µg Cu/l g yaş nanedir.

Temiz su ve inorganik gübreli ortamdaki bakırın konsantrasyon oranı: 0.053 ve Cu konsantrasyonu 0.38 µg Cu/l g yaş nanedir.

Temiz su ve gübresiz ortamdaki bakırın konsantrasyon oranı: 0.71 ve Cu konsantrasyonu 0.13 µg Cu/l g yaş nanedir.

Atık su ve organik gübreli ortamdaki bakırın konsantrasyon oranı: 0.615 ve Cu konsantrasyonu: 0.47 µg Cu/l g yaş nanedir.

Atık su ve inorganik gübreli ortamdaki bakırın konsantrasyon oranı :0.010 ve Cu konsantrasyonu 0.78 µg Cu/l g yaş nanedir.

Atık su ve gübresiz ortamdaki bakırın konsantrasyon oranı: 0.002 ve Cu konsantrasyonu: 0.19 µg Cu/l g yaş nanedir.

Buna göre nanede tespit edilen en yüksek bakır konsantrasyonuna göre ortamları sıralayacak olursak temiz su gübresiz ortam < atık su gübresiz ortam < temiz su organik ortam < temiz su inorganik ortam < atık su inorganik ortam şeklindedir. Nane de en düşük, bakır miktarı temiz su gübresiz ortam ve atık su gübresiz ortamda bulunmuştur. En yüksek oranda ise atık su inorganik gübreli ortamlarda gerçekleşecektir. Tablolara bakacak olursak bu seviyede kirlenme soğan, maydanoz ve marulda da olduğu belirlenmiştir.

Taze olarak tüketilen sebzelerdeki bakır miktarlarını hesaplayacak olursak 100 g taze nanede yaklaşık 12.5 g kuru madde, 1.32 g kül elde edilmiştir. 1 g nane külündeki bakır miktarı Tablo 9'a göre 10.1 ppm, Tablo 10'a göre 14.7 ppm, Tablo 11'e göre 19.3 ppm, Tablo 12'ye göre 29.1 ppm, Tablo 13'e göre 35.9 ppm Tablo 14'e göre 59.4 ppm bakır bulunmuştur.

Yetişkin bir insan tarafından günlük yenilen gıdadaki tahammül edilebilen bakır elementi konsantrasyonu en fazla 0.05- 0.5 ppm arasındadır. Deneyde bulunan sonuçlar belirtilen standart'lar arasındadır. Gübresiz ortamda en düşük düzeylerde, gübreli ortamlarda ise konsantrasyonun yükseldiği görülmektedir. İnorganik

gübrelerin ise gübreli ortama nazaran bakır elementini topraktan bitkiye daha çok yönlendirdiği anlaşılmaktadır. Bu durumda organik gübre kullanılması daha uygun olacağı anlaşılmaktadır.

### 11.5. Kadmiyum (Cd)

Kadmiyum ve bileşikleri boya, cam, tekstil, pil, fungusit, insektisit ve metal alaşımları ile sentetik polimerlerin üretilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapılan bir araştırmada kadmiyumun bir çok sanayi dalında kullanılmasının bu toksik metalin toprak, hava ve su yoluyla bitkilere geçtiği anlaşılmıştır. Kadmiyumun çinko ile birlikte galvanize çinko kaplı ambalajlarda kullanılmasında, asitliği yüksek gıdalarda zehirlenmelere yol açtığı saptanmıştır. Kadmiyumun en önemli etkisi hipertansiyona sebep olmasıdır. Ağız yoluyla 15 mg kadmiyumun alınması durumunda insanlarda derhal mide bulantısı ve kusmaya sebep olduğu tespit edilmiştir. En önemli kronik zehirlenme Japonya' da itai-itai hastalığı olarak görülmüştür. Kemik kırılması, görme bozukluklarına sebep olmaktadır. Hayvanlarda kanserojenik etki gösterdiği saptanmış olup, insanlarda ise bu güne kadar kanserojenik etkisi belirlenmemiştir (19,20).

Çalışmamızda yapılan analiz sonuçları ise hasat öncesi kuru ağırlık temeline göre toprakta bulunan kadmiyum miktarı 1.165 ppm, ve kül ağırlık temeline göre marul tohumunda 0.115 ppm, organik gübrede 0.276 ppm, inorganik gübrede 0.105 ppm, ve yaş ağırlık temeline göre temiz suda 0.120 ppm, atık suda 2.713 ppm bulunmuştur.

Hasat sonrası yapılan analizlerde kül ağırlık temeline göre temiz su organik gübre etkisinde yetiştirilen marul bitkisinde kadmiyum miktarı 21.2 ppm, temiz su organik gübrede 18.6 ppm, atık su organik gübrede 64.7 ppm, atık su inorganik gübrede 53.3 ppm, temiz su gübresiz ortama göre 12.3 ppm, atık su gübreli ortama göre 14.6 ppm bulunmuştur.

Kadmiyum elementinin, deney programı içerisindeki düzenlemelerde marul, maydanoz, nane ve soğandaki konsantrasyon oranları ve yetişkin bir insan tarafından tahammül edilebilen günlük toksik element alımlarındaki değerler, demir elementinde olduğu gibi hesaplanmış ve sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Maruldaki (*L. serrola*), Kadmiyum (Cd) sonuçları:

Temiz su organik gübreli ortamdaki kadmiyumun konsantrasyon oranı:0,019 ve Cd konsantrasyonu: 0,133 µg Cd/1 g yaş maruldur.

Temiz su ve inorganik gübrelili ortamdaki kadmiyumun konsantrasyon oranı: 0,016 ve Cd konsantrasyonu 0,117 µg Cd/1 g yaş maruldur.

Temiz su ve gübresiz ortamdaki kadmiyumun konsantrasyon oranı: 0,011 ve Cd konsantrasyonu: 0,077 µg Cd/1 g yaş maruldur.

Atık su inorganik gübrelili ortamdaki kadmiyumun konsantrasyon oranı: 0,0025 ve Cd konsantrasyonu: 0,335 µg Cd/ 1 g yaş maruldur.

Atık su ve gübresiz ortamdaki kadmiyumun konsantrasyon oranı:0,0007 ve Cd konsantrasyonu: 0,092 µg Cd/1 g yaş maruldur.

Buna göre marulda tespit edilen en yüksek kadmiyum miktarına göre ortamları sıralayacak olursak temiz su gübresiz ortam < atık su gübresiz ortam < temiz su inorganik ortam < temiz su organik ortam < atık su inorganik ortam < atık su organik ortam olmak üzere sıralama yapabiliriz. Marulda en düşük kadmiyumun kirlenmesi temiz su gübresiz ortamda gerçekleşmiştir. En yüksek kirlenme ise atık su organik gübrelili ortamda gerçekleşmiştir. Tablolara bakacak olursak maydanoz, soğan ve nanede de bu seviyede kirlenme olduğu belirlenmiştir.

Taze olarak tüketilen sebzelerdeki kadmiyum miktarını hesaplırsak 100 g taze marulda yaklaşık 6.63 g kuru madde, 0.630 g kül elde edilmektedir. 1 g marul külündeki kadmiyum miktarı Tablo 9'a göre 12.3 ppm, Tablo 10'a göre 14.6 ppm, Tablo 11'e göre 21.2 ppm, Tablo 12'ye göre 18.6 ppm, Tablo 13'e göre 64.7 ppm, Tablo 14'e göre 53.3 ppm kadmiyum bulunmuştur.

Yetişkin bir insan tarafından günlük yenilen gıdadaki tahammül edilebilen kadmiyum element konsantrasyonu 7 ppm' den az olmalıdır. Deneyimizde, hiçbir deney düzeninde kadmiyum konsantrasyonu 0.41 ppm' den daha yüksek bulunmamıştır. Bu nedenle Cd elementi ile kirlenme konu bile edilemez.

#### 11.6. Kurşun (Pb)

Kurşun zehirlenmesi oldukça yaygın bir olaydır. Kandaki katlanılabilir kurşun sınırı, bir desilitrede 70 mg. dır. Bu sınırın ötesinde, zehirlenmenin belirtileri ortaya çıkar. Kandaki kurşun miktarının artmasının çeşitli sebepleri olabilir; Solunum yoluyla kandaki kurşunun organizmaya girmesi, metal maddelerin yutulması ve daha sonra midede kurşunun çözülmesi, kurşun içeren seramik tabaklarda yemek yenilmesi, vernikli tahtadan çıkan kokunun solunması gibi (21).



Bu metal beyin dokusu harabiyeti, göz, böbrek, kas ve eklem bozuklukları yaparak düşük doğumlara sebebiyet verdiği gibi, çevre kirliliğine sebep olan kurşunun büyük bir bölümü motorlu araçlarda kullanılan benzin yanması sonucu ortaya çıkan tetraetil kurşundan kaynaklanmaktadır. Yapılan bir çalışmada kurşun rafinerisi yakınlarındaki topraklarda 1000 mg/kg miktarında kurşun saptanmıştır. Spirenborg ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise çinko rafinerisi tarafından kirletilen bölgelerde (20 km) sığırların karaciğer ve böbreklerinde kirlenmemiş bölgelere göre yaklaşık 1.5 kat yüksek oranda kurşun saptanmıştır (22).

Atık sularda yapılan bir başka çalışmada örneklerin % 6.5'inde WHO limitlerinin (0.05 mg/l) üzerinde kurşun saptanmıştır. Kurşun vücutta toksik etki meydana getirebilmesi için kanda veya yumuşak dokularda belli bir seviyeye kadar birikmesi gerekir. Yaş, beslenme ve fizyolojik durumlar gibi bir çok faktöre bağlı olarak etkisi değişmektedir. Çocuklar için 40-80 µg Pb/100 ml toksik belirtilerin görülebileceği 80 mg Pb/100 ml kurşun zehirlenmelerinin görüldüğü seviyelerdir. Bazı araştırmacıların deney hayvanları üzerinde yaptıkları çalışmalarda kurşunun sinir sistemi, kan, mide, bağırsak ve böbrek üzerinde olumsuz etkilere sebep olduğunu belirlemişlerdir (23).

Çalışmamızdaki analiz sonuçları şöyledir; hasat öncesi kuru ağırlık temeline göre toprakta bulunan kurşun miktarı 1.364 ppm, ve kül ağırlık temeline göre maydanoz tohumunda 0.675 ppm, organik gübrede 0.170 ppm, inorganik gübrede 0.182 ppm, ve yaş ağırlık temeline göre temiz suda 0.118 ppm, atık suda 1,614 ppm bulunmuştur. Hasat sonrası maydanoz da bulunan kurşun miktarı temiz su organik ortama göre 21.9 ppm, temiz su inorganik ortama göre 22.6 ppm, atık su organik ortama göre 23.4 ppm, atık su inorganik ortama göre 22.7 ppm, temiz su gübresiz ortama göre 11.2 ppm, atık su gübresiz ortama göre ise 14.7 ppm bulunmuştur.

Kurşun elementinin, deney programı içerisindeki düzenlemelerde marul, maydanoz, nane ve soğandaki konsantrasyon oranları ve yetişkin bir insan tarafından tahammül edilebilen günlük toksik element alımlarındaki değerler, demir elementinde olduğu gibi hesaplanmış ve sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Maruldaki (*L. serrola*), kurşun(Pb) sonuçları:

Temiz su ve organik gübreli ortamdaki kadmiyum konsantrasyon oranı: 0,051 ve Pb konsantrasyonu: 0,36 µg Pb/ g yaş maruldur.

Temiz su ve inorganik gübreli ortamdaki kadmiyum konsantrasyon oranı: 0,052 ve Pb konsantrasyonu: 0,37 µg Pb/g yaş maruldur.

Temiz su ve gübresiz ortamdaki kadmiyum konsantrasyon oranı: 0,025 ve Pb konsantrasyonu: 0,185 µg Pb/g yaş maruldur.

Atık su ve organik gübreli ortamdaki kadmiyumun konsantrasyon oranı: 0,0053 ve Pb konsantrasyonu:0,388 µg Pb/g yaş maruldur.

Atık su ve inorganik gübreli ortamdaki kadmiyumun konsantrasyon oranı:0,0047 ve Pb konsantrasyonu:0,375 µg Pb/g yaş maruldur.

Atık su ve gübresiz ortamdaki kadmiyumun konsantrasyon oranı:0,003 ve Pb konsantrasyonu: 0,244 µg Pb/g yaş maruldur.

Buna göre marulda tespit edilen en yüksek kurşun miktarına göre ortamları sıralayacak olursak temiz su gübresiz ortam < atık su gübresiz ortam < temiz su organik gübreli ortam < temiz su inorganik ortam < atık su inorganik ortam < atık su organik ortam olmak üzere bir sıralama yapabiliriz. Marulda en az kirlenme temiz su gübresiz ortamda gerçekleşirken, atık su organik gübrelemede etkisini daha fazla göstermiştir. Tablolara bakacak olursak nane, soğan ve marulda da bu seviyede kirlenme olduğu belirlenmiştir.

Taze olarak tüketilen sebzelerdeki kurşun miktarlarını hesaplayacak olursak 100 g taze marulda yaklaşık 11.82 g kuru madde, 1.66 g kül elde edilmektedir. 1 g maydanoz külündeki kurşun miktarı Tablo 9'a göre 11.7 ppm, Tablo 10'a göre 10.8 ppm, Tablo 11'e göre 23.6 ppm, Tablo 12'ye göre 26.3 ppm, Tablo 13'e göre 29.8 ppm, Tablo 14'e göre 27.6 ppm kurşun bulunmuştur.

Yetişkin bir insan tarafından günlük yenilen gıdadaki tahammül edilebilen kurşun element konsantrasyonu 0.05 ppm'den az olmalıdır. Deneyde kurşun elementinin konsantrasyonu aynı arsenikte olduğu gibi, gübrenin arseniği hareketlendirdiği ve topraktan bitkiye geçişini hızlandırdığı görülmektedir. Genelde müsaade edilen limitin 10 misli kadar daha fazla konsantrasyon görülmektedir.



## 12. AZOT (N), POTASYUM (K), FOSFOR (P) ANALİZ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Azot, potasyum ve fosfor elementlerinin ekim öncesi toprakta, temiz ve atık su da, organik ve inorganik gübrede ayrı ayrı analizleri yapıldı. Hasat sonrasında altı grupta bu elementler analiz edildi. Bulgular aşağıda sunulmuştur. Element yoğunluklarının değerlendirilmesi bütün bitkilerde ele alınmamış olup azot miktarı marulda, potasyum miktarı maydanozda, fosfor miktarı da soğanda tartışılmıştır.

### 12.1. Azot (N)

Ekim öncesi yapılan analizlerde toprakta bulunan azot miktarı 0.182 ppm, temiz suda 0.430 ppm, atık suda 0.741 ppm, organik gübrede 0.860 ppm, inorganik gübrede 0.784 ppm, marul tohumunda 0.215 ppm olarak bulunmuştur.

Hasat sonrası, marulda bulunan azot miktarı; temiz su gübresiz ortamda 1.121 ppm, atık su gübresiz ortamda 1.233 ppm, temiz su organik gübreli ortamda 3.980 ppm, temiz su inorganik gübreli ortamda 2.167 ppm, atık su organik gübreli ortamda 3.141 ppm, atık su inorganik gübreli ortamda 3.075 ppm bulunmuştur.

Hasat sonrası toprakta bulunan azot miktarları ise, temiz su organik gübreli ortamda 1.687 ppm, temiz su inorganik gübreli ortamda 1.611 ppm, atık su organik gübreli ortamda 1.998 ppm, atık su inorganik gübreli ortamda 1,922 ppm dir.

Bu değerlere göre yaptığımız konsantrasyon oranı hesaplarına göre (konsantrasyon oranı: Sebzedeki azot konsantrasyonu " $\mu\text{g element/g yaş ağırlık}$ "= topraktaki element konsantrasyon " $\text{mg element/g yaş ağırlık}$ " ), azot elementinin maruldaki konsantrasyon oranları yukardaki sıralamaya göre 0.66, 1.86, 1.57, 1.59' ppm dir.

Buna göre marulda tespit edilen en yüksek azot miktarına temiz su organik gübreli ortam < temiz su inorganik gübreli ortam < atık su inorganik gübreli ortam < atık su organik gübreli ortam olmak üzere bir sıralama yapabiliriz.

Sıralamada görüldüğü gibi marulda en düşük azot miktarı temiz su organik gübreli ortamda en yüksek azot miktarı ise atık su organik gübreli ortamda bulunmaktadır. Atık suyun azot miktarının fazlaşması üzerine etkisi büyük olmuştur. Tablolara bakacak olursak aynı oranlar maydanoz, soğan ve nanede de görülmektedir.

## 12.2. Potasyum (K)

Yetişkin bir insan için gerekli günlük potasyum miktarı, 115 ile 131 g arasında değişmektedir. Ancak, sportif faaliyetlerde bulunan bu oranı yüzde 50 artırabilirler. Potasyum, kasların hareketliliğini dengeler, gücün konsantrasyonuna yardımcı olur. Kandaki potasyum oranının azalması sık görülen bir olaydır. İshal, kısa süreli olsa yetersiz beslenme ve yorucu bir yolculuk, kandaki potasyum oranının düşmesi için yeterli olmaktadır. Bu azalma, kendisini, kas ağrıları, kramplar ve yorgunluk biçiminde gösterir. Potasyum açısından zengin olan besin maddeleri şunlardır: Kurutulmuş kaysı, kuru fasulye, domates, muz ve kuru badem gibi sebze ve meyvelerdir (24).

Ekim öncesi yapılan analizlerde toprakta bulunan potasyum miktarı 0.173 ppm, temiz suda 0.234 ppm, atık suda 0.319 ppm, organik gübrede 0.371 ppm, inorganik gübrede 0.375 ppm, maydanoz tohumunda 0.315 ppm bulunmuştur.

Hasat sonrası yapılan analizlerde maydanoz da potasyum miktarları, temiz su gübresiz ortamda 1.179 ppm, atık su gübresiz ortamda 1.384 ppm, temiz su organik gübreli ortamda 1.241 ppm, temiz su inorganik ortamda 1.361 ppm, atık su organik ortamda 2.680 ppm, atık su inorganik ortamda 2.921 ppm olarak bulunmuştur.

Ekim öncesi toprakta bulunan potasyum miktarları ise, temiz su organik gübreli ortamda 0.927 ppm, temiz su inorganik gübreli ortamda 1.097 ppm, atık su organik gübreli ortamda 1.178 ppm, atık su inorganik gübreli ortamda 1.182 ppm dir.

Bu değerlere göre yaptığımız konsantrasyon oranı hesaplarına göre, potasyum elementinin maydanozdaki konsantrasyon oranları yukardaki sıralamaya göre 1.34; 1.24; 2.28 ve 2.37 ppm dir.

Buna göre maydanozda tespit edilen en yüksek potasyum miktarı için, temiz su inorganik gübreli ortam < temiz su organik gübreli ortam < atık su organik gübreli ortam < atık su inorganik gübreli ortam olmak üzere bir sıralama yapabiliriz.

sıralamada görüldüğü gibi matdanozda en düşük potasyum miktarı temiz su inorganik ortamda, en yüksek potasyum miktarı ise atık su inorganik gübreli ortamda bulunmaktadır. Atık suyun potasyum miktarının fazlalaşması üzerine etkisi büyük olmuştur. Tablolara bakacak olursak aynı oranlar marul, soğan ve nane de de görülmektedir.

### 12.3. Fosfor (P)

Fosfor, kalsiyumdan sonra organizmada en yaygın bulunan mineraldir. Vücuttaki fosforun yüzde 85'i kalsiyumla birlikte kemiklerde dir. İnsanın kemik yapısından başka yerlerde de vazgeçilmez olan temel bir mineraldir. Vücudun hücre dengesini sağlar ve hücre zarlarının özellikle de sinirsel hücre zarlarının oluşumunu kolaylaştırır. Organizmanın enerji kaynağı olan nükleik asitlerin molekülünü oluşturur. Yağlı maddelerin organizma içinde taşınmasını, şekerli maddelerin de organizma tarafından absorbe edilmesini kolaylaştırır. Yetersiz bir beslenmenin sonucu olarak ortaya çıkan fosfor eksikliği, kendisini ciddi böbrek yetersizlikleri ve bağırsak rahatsızlığıyla gösterir. Fosfor genellikle et, balık, yumurta, süt, ceviz ve süt ürünleri gibi besinlerde bulunur. İnsan günde ortalama 800 mg. fosfora ihtiyaç duyar. Yeterli bir beslenme bu miktarda fosforu rahatlıkla sağlayabilir. Besinlerdeki fosfor, organizma tarafından yüzde 50-70 gibi yüksek bir oranda kolaylıkla absorbe edilir (25,26).

Ekim öncesi yapılan analizlerde toprakta bulunan fosfor miktarı 0.230 ppm, temiz suda 0.112 ppm, atık suda 0.136 ppm, organik gübrede 0.212 ppm, inorganik gübrede 0.214 ppm, soğan tohumunda 0.251 ppm olarak bulunmuştur.

Hasat sonrası yapılan analizlerde bulunan soğanda fosfor miktarları, temiz su gübresiz ortamda 1.214 ppm, atık su gübresiz ortamda 1.216 ppm, temiz su organik gübreli ortamda 1.381 ppm, temiz su inorganik gübreli ortamda 1.861 ppm, atık su organik gübreli ortamda 1.965 ppm, atık su inorganik gübreli ortamda 1.818 ppm olarak bulunmuştur.

Hasat sonrası toprakta bulunan fosfor miktarları ise, temiz su organik gübreli ortamda 0.805 ppm; temiz su inorganik gübreli ortamda 0.593 ppm; atık su organik gübreli ortamda 0.829 ppm; atık su inorganik gübreli ortamda 0.807 ppm ve atık su gübresiz ortamda 0.617 ppm dir.

Bu değerlere göre yaptığımız konsantrasyon oranı hesaplarına göre, fosfor elementinin soğanda ki konsantrasyon oranları yukarıdaki sıralamaya göre 1.72, 2.31, 2.04, 2.37, 2.25 ve 1.97 ppm dir.

Buna göre soğanda tesbit edilen en yüksek potasyum miktarı için temiz su organik gübreli ortam < atık su gübresiz ortam < temiz su gübresiz orta < atık su inorganik gübreli ortam < temiz su inorganik gübreli ortam < atık su organik gübreli ortam olmak üzere bir sıralama yapabiliriz.

Sıralamada görüldüğü gibi soğanda en düşük azot miktarı temiz su organik gübreli ortamda, en yüksek azot miktarı ise atık su organik gübreli ortamda bulunmaktadır. Atık suyun azot miktarının fazlalaşması üzerine etkisi büyük olmuştur. Tablolara bakacak olursak, aynı oranlar marul, maydanoz ve nanede de görülmektedir.

#### **12.4. Kireç, Tuz, pH ve Katyon değişim kapasitesi değerlendirmesi**

Kireç, tuz, pH ve katyon değişim kapasitelerinin analizi sadece toprakta yapılmıştır. Kireç % 8.72, Tuz % 0.068, pH 7.32, K.D.K 66.74 (mg/100 g) olarak toprakta bulunmuştur.

Sebzelerin yetişmesinde bahsi edilen unsurların etkisi mutlaka olmuştur. Ancak konumuza esas oluşturan konu ağır metallerin kirlilik seviyelerinin gübre ve atık su etkisinde nasıl bir seyir izlemiş olduğu için bu değerlerin varlığı dikkate alınmamıştır. Önemli görülen ağır metaller, azot, fosfor ve potasyum hakkında değerlendirme gereği duyulmuştur.

### 13. ANALİZLERİN TOPLU DEĞERLENDİRMESİ

Deneylerde tohum ekimlerine başlamadan önce toprak karakterini belirlemek üzere yapılan toprak analizleri ile su kalitesini belirleyen su analizlerinin tümünde, ağır element konsantrasyonları bakımından normal değerler düzeyinde olduğu görülmüştür. Yetiştirilen sebzelerin hasattan sonraki analizlerinde ise, atık su ilavesi yapılmış deneylerin hepsinde sebzelerde Fe, Zn, As, Cu, Cd ve Pb elementlerinin birikimi atık su ilavesi yapılmamış deneylere nazaran Demirin marulda 2 misli, Çinkonun maydanozda 5 misli, Arsenigin soğanda 2-2.5 misli, Bakırın nane de 5-6 misli, Kadmiyumun marulda 4-5 misli ve Kurşunun marulda 2 misli olduğu görülmüştür.

Bu elementleri tek tek değerlendirecek olursak Demir (Fe), Çinko (Zn), Bakır (Cu) ve Kadmiyumun (Cd) deneylerimizde alınan sonuçlara göre FAO ve WHO limitlerinden yüksek olmadığı görülmüştür. Arsenik (As) elementi ise, temiz su ile sulanan ortamlarda bile normale nazaran 10 misli fazla, gübrelili ortamlarda 20 misli fazla bulunmuştur. Kurşun (Pb) elementi ise bütün deney ortamlarında 10 misli yüksek bulunmuştur.

Atık suların bir su ortamına deşarjı sonunda ekolojik etkilerin ortaya çıkması kaçınılmazdır. İstenilmeyen olay ise geri dönüşümü mümkün olmayan etkilerin ekolojik sistemde görülmesidir. İnsan yaşamının sıkıca bağlı olduğu su vasatlarında da rastgele ve kontrolsüz oluşan değişimlere canlı varlıklar ekseriya tolerans göstermezler.

Bu sebepten dolayı eğer bir su ortamına zorunlu olarak atık su deşarjı yapılacak ise bu deşarjdan kaynaklanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkiler, suda yaşayan canlı organizma popülasyonunun ve bu sularla sulanan toprakta yetiştirilen sebze ve meyvelerin tolerans sınırları içerisinde olmalıdır. Çevrede yapılacak ilk çalışmalar atık su deşarjı faaliyetinden önce ve henüz çevrede bu faaliyetden kaynaklanabilecek bir etkileşme meydana gelmeden çevrenin doğal durumunu belirlemek olmalıdır. Bu bulgular çevrede, ölçüm ve gözlemlerde elde edilir.

Bir alıcı su ortamında deşarz öncesi ve sonrasındaki toksik elementlerin konsantrasyonları belirlenirken göz önüne alınacak değer yargısı ortam içindeki canlıların normal yaşam düzenlerini sürdürebilmelidir. Ancak; ortamın ekolojik düzeninin korunmasının yanı sıra bu yaşayan üreyen ve yetiştirilen sebze ve meyveleri besin olarak tüketen insanı da korumak ve onu bu besinden mahrum etmeyecek şartları geliştirmek gerekmektedir. Bunun için mecburi uyulması gereken şartlar; bu

ortamda yetiştirilen sebzelerin toksik element depolama miktarı ve seviyelerinin insan tarafından tüketilecek miktarının belirlenmesi veya ortamın kirlenme seviyesinin bu ortamda yetiştirilen sebzelerin yenilebilecek bir durumda azaltılmasıdır.

Bir başka deyişle sebze bünyesindeki zehirli atık konsantrasyonunun yüksek olması sebebiyle insan tarafından tüketimine müsaade edilemediği takdirde alıcı ortamı kirleten kirlenici atığın konsantrasyonunun azatılması sebzelerin insan besini olarak tüketildiğinin göz önüne alınmasıdır.

Alman bilim adamı (Nack KLOKE 1980), (27) tarafından atık sularla sulanan sebzelerde tespit edilen Ag, Cd, As, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, Sb, Zn gibi element düzeyleri daha önceleri yapılan çalışmalarda tespit edilmiş ortalamalarının sonuçları Tablo 15' te verilmiştir.

**Tablo 15 Ağır element ile ilgili degerler (Nack Klope Sebzelerde Ağır Element Birikimi Cilt 1, Sayfa 173-176, 1980 Almanya, 27)**

Metalin adı	Min. değ. µg/kg	Mak. değ. µg/kg
Kadmiyum Cd	0.01 - 1	3
Arsenik As	1 - 10	50
Krom Cr	2 - 50	100
Bakır Cu	1 - 20	100
Cıva Hg	0.01 - 1	2
Molibden Mo	0.2 - 5	5
Nikel Ni	2 - 5	5
Kurşun Pb	0.1 - 20	100
Kalay Sn	1 - 20	50
Talyum Tl	0.01 - 0.5	1
Titan Ti	10 - 5000	5000
Vanidyum V	10 - 100	50
Çinko Zn	3 - 50	300
Uranyum U	0.01 - 1	50

Bir su ekosisteminde mevcut olan biyolojik düzen doğal olmayan ve insan tarafından üretilen kimyasal maddelerin ekotoksikolojik etkileri sonucunda değişikliğe uğrar. Tolerans gösterildiği seviyelere kadar kimyasal elementleri biriktirir. Biriktirilen elementlerin kendisindeki etkileri görülmediği halde Kadmiyumdan kaynaklanan itai-itai hastalığından ve metil civadan kaynaklanan minamata hastalıklarında olduğu gibi insanda etkileri ortaya çıkabilir.

Bu durumda yapılması gereken işlem hem çalışan ve iş üreten kalkınmaya yardımcı olan endüstriyel kuruluşların çalışmasını sağlamak aynı zamanda insan sağlığını ve onun besin kaynağı olan su ürünlerinin devamlılığını sağlayacak

yöntemlerin bulunmasıdır. FAO ve WHO kuruluşları yayınlamış deneylerden faydalanarak müştereken yaptıkları çalışmalar sonunda zehirlilik etkileri fazla olan Arsenik, Kadmiyum, Civa, Kurşun, Bakır, Demir, Kalay ve Çinko elementleri için geçici olarak günlük ve haftalık tolere edilebilir limitleri belirlemişlerdir. Bu değerler temel olarak bir gün içerisinde içilen 2200 ml su için limit değerler türetilmiştir.

Aşağıdaki Tablo 16'te yetişkin bir insan tarafından tahammül edilebilen günlük toksik element alımlarındaki maksimum değerler ile minimum değerler çıkarılmıştır.

**Tablo 16 Günlük Minimum ve Maksimum Alınabilir Değerler(TSE Dergisi Sayı 2, Sayfa 7, 1991).**

Element	Minumum mg/kg	Maksimum mg/kg	Referans
Alüminyum Al	7.0	-	WHO Tech. Rep. no. 776
Arsenik As	0.015	0.002	“ “ “ “ “
Kadmiyum Cd	7.0	-	“ “ “ “ “
Civa Hg	0.005	-	“ “ “ “ “
Metil Civa	0.0033	-	“ “ “ “ “
Kalay Sn	14.0	-	“ “ “ “ “
Bakır Cu	-	0.05 - 0.5	WHO Tech. Rep. no. 685
Çinko Zn	-	0.3 - 1.0	“ “ “ “ “
Demir Fe	-	0,8	“ “ “ “ 696
Kurşun Pb	0.05	-	“ “ “ “ 751

Buraya kadar anlatılanlardan da görüldüğü gibi meydana gelen olumsuz oluşumların ilk emareleri, insanın doğrudan doğruya büyük bir bencillikle sadece kendi varlığını korumaya alınması ile başlamaktadır. Ancak, çevre bilincinin gelişmesi ile çevre, insan ilişkisinin çok önemli olduğu anlaşılmış ve bu yeni sistemde insan ile birlikte bütün canlı ekosistemlerin korunmasına çalışılmıştır. Hem teknolojik gelişme olacak hem de çevrenin dengesi korunacaktır. Her alanda olduğu gibi, çevre ile ilgili çalışmada çözüme ulaşmak için önce sorunları bilmek, anlamak gerekmektedir.



## 14.SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzün en önemli problemlerinden biri dünya nüfusunun devamlı artmasıyla birlikte beraberinde beslenme için daha fazla ve çeşitli gıda kaynaklarına ihtiyaç duyulmasıdır. Bu gıdaların temiz, kaliteli ve toksik etki yapmayacak seviyede olmasına dikkat etmek gerekmektedir. Çevremizin kirlenmesiyle birlikte su problemi olan bazı yerlerde özellikle Şanlıurfa da atık sularla sebze yetiştiriciliği oldukça yoğun bir şekilde uygulanmaktadır.

Daha önceleri çok temiz olarak akan karakoyun deresine atık suların deşarjı ve bu sularla sebze yetiştiriciliğine devam edilmesi, gıda kaynaklarının kirlenmesini ve yaz aylarında bir çok sağlık vakasının toplu olarak ortaya çıkmasına sebep olması, bazı önlemler alınmış, ancak esas önem teşkil eden atık sularla sebzelerin yetiştirilmesini önlemek veya arıtma tesisi gibi bazı tesislerin hemen faaliyete sokulması yönüne gidilecek önlemler alınmamıştır.

İnsan için önemli olan ekolojik döngü meselesinin önemli bir uygulaması biyolojik birikim denilen hadisedir. Kirleticilerin bir kısmı su, toprak, bitki, insan veya hayvan zincirinin bir kısmında birikirken, bir kısmında birikmez. Bazı kirleticiler bu saydığımız besin zincirinin ilk halkalarında düşük seviyelerde, takibeden halkalarda artan yoğunluklarda bulunabilirler ki, bu hadiseye “Biyolojik birikim” diyoruz (9). Bazı (Fe, Zn, As, Cd, Cu ve Pb ) metal iyonları da biyolojik olarak birikebilen maddelerdendir.

Bitkiler, gübrelerden, tarımda kullanılan inorganik pestisitlerden evsel ve sanayi atık çamurlarından toprağa bulaşmış olan ağır metalleri yoğunluğuna bağlı olarak bünyesinde biriktirme eğilimindedir. Bu sebeple, topraktaki ağır metallerin tolere edilebilen seviyelerinin araştırılmasına gerek vardır. Bitkiler, özellikle kadmiyum gibi elementlere geniş sınırlar içinde tolerans göstermektedir (17).

Bu nedenlerle insan ve hayvan beslenmesinde, kendisine zarar verecek seviyede metal biriktirebileceği düşünülebilir. Bu seviyeye ulaşılsa bile solunum gibi başka yollarla ve başka kaynaklardan artan miktarlarda bünyeye alındığı için gıdalardaki düşük seviyelerdeki element konsantrasyonları bile tehlikeli olabilmektedir.

Gıdanın yapısında doğal olarak bulunmayan ağır metal iyonları üretim aşamasında kullanılan gübre, alet ekipman, depolama ve dağıtım sırasında kullanılan ambalajlardan dolayı gıdalara bulaşmaktadır. Ağır metallerin su ve organizmalardaki dağılımının incelenmesi çevresel kirliliğin boyutlarını anlamamız bakımından bir



ölçüdür. Evsel ve endüstri atıklarının sulara karışması, toksik maddelerin ekolojik dengeye girmesi, bu dengede bazı değişikliklere sebep olmaktadır.

Atık suların sebze yetiştirilmesinde kullanılması beraberinde sağlık sorunları ortaya çıkarmıştır. Ağır metallerin su ve organizmalardaki dağılımının incelenmesi, çevresel kirliliği gösteren kriterlerdendir. Evsel ve endüstriyel atıkların sulara karışması ve bu sularla sebzelerin yetiştirilmesi toksik maddelerin ekosisteme girmesine sebep olmaktadır. Bu araştırmadan çıkardığımız sonuca göre Karakoyun deresi atık sularıyla beslenen sebzelerde, toksik etki yapabilecek, ağır metal konsantrasyonu bir hayli yüksek bulunmuştur.

Yaptığımız laboratuvar çalışması ve analiz sonuçlarına göre sebzelerde ağır metal birikiminin yüksekliği belirlenmiştir. Ancak; özellikle yaz aylarında havaların ısınmasıyla birlikte, yetiştirilen sebzelerin bolca tüketilmesi sonucu çok sayıda hastalık (tifo, kolera, veba, ishal ve barsak enfeksiyonları, parazitler) ve hastalık unsuru olabilecek, vakalarda artma görülmüştür. Daha çok yaprakları taze olarak tüketilen marul, maydanoz, nane ve soğan gibi sebzelerde, toksik element birikiminin insan sağlığı bakımından olumsuz etkiler oluşturduğu tespit edilmiştir.

Bu araştırmamızda görüldüğü gibi, Karakoyun deresi ve bu dereye karışan kanalizasyon suları ile sulanan sebze bahçelerinde yetişen sebzelerdeki, insan sağlığı için kritik olan arsenik ve kurşun gibi elementleri FAO ve WHO sağlık kuruluşları tarafından konulmuş olan limitlerin üstünde biriktirebilmektedir.

İnsanın gıdalarla aldığı elementlerden toksik karakterde olanlar için, ancak insanın tolere limitlerinin üstünde olması halinde toksik etkisi görülemeyecektir. Bu limitleri aşan elementlerde ise, etkisi mutlaka görülecektir. Bu nedenle Karakoyun deresi suları ile beslenen bahçelerde yetiştirilen sebze tüketen insanlar için arsenik ve kurşun zehirlenmesi bakımından daima bir potansiyel tehlike oluşturma ihtimali bulunmaktadır.

## 15.DENEME SEBZE EKİMLERİNİN GÖRÜNTÜLERİ

**Resim 1: Nane örnekleri**

**Resim 2:Maydanoz örnekleri**



**Resim 3: Soğan örnekleri**

**Resim 4: Marul örnekleri**

## ÖZGEÇMİŞ

1962 Yılında Şanlıurfa' da doğdu. İlk ve orta öğrenimini aynı ilde tamamladı. 1982 yılında Aydın Ticaret Lisesinden mezun oldu. 1988 yılında Dicle Üniversitesi Eğitim Fakültesi Biyoloji Bölümüne girdi. Aynı Fakülteden 1992 yılında mezun oldu.

Mezuniyeti akabinde orta öğretimde iki yıl Biyoloji Öğretmenliği yaptı. 1994 yılında Harran Üniversitesi Fen-Edb. Fakültesi Biyoloji Bölümünde araştırma görevlisi olarak vazifeye başladı. Halen aynı vazifesine devam etmektedir.



## 19.KAYNAKLAR

- (1) AKMAN, Y., DÜZENLİ, A., GEVEN, F., Çevre Kirliliği ve Ekolojik Etkileri S. 189-195 ANKARA, 1996
- (2) ÜNLÜ, E., GÜMGÜM, B., Concentrations of Copper and Zinc in Fish and Sediments From The Tigris River in Turkey. Chemosphere, 26(11), 2055-2061, 1993.
- (3) GÜLÇİN, F., BALTEPE, Ş., Ağır Metal Akümülatörü Olarak Şapkalı Mantarlar. Doğa Türk Botanik Dergisi, 13(3), 584-595, 1989.
- (4) YİĞİT, V., TEKE, İ., YAZAR, O., BOZKURT, E., CİRİTOĞLU, A., NAS, C., SAYGI, G., GFIRGIN, Y. Bazı gıda maddelerinde kimyasal kontaminantlar (ağır metaller) üzerinde araştırmalar. TÜBİTAK, MBEAE, Beslenme ve Gıda Tekn. Ünitesi, Yayın no: 37.,128-130,1979.
- (5) HASSAN, H.M.A., MUSTAFA, H.T., RIHAN, T.I. Lead and chromium concentrations of the potable water of the eastern province of Saudi Arabia. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 434, 529-533, 1989.
- (6) GÜNEŞ, H.İ. İzmir Körfezi deniz suyunda ve su ürünlerinde ağır metallerin kontaminasyonunun (Hg,Pb,Cd,As,Fe,Zn,Cu,Ni,Cr) araştırılması. TOK Bakanlığı Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü, İzmir Gıda Kontrol ve Araştırma Enst. Md. Genel Yayın no. 130., 36-38, 1984
- (7) ŞANLI, Y., YAVUZ, H., DEMET, Ö., BİLGİLİ, A., DOĞAN, A., AKAR, F., LİMAN, B.C. Buldan Baraj suyunun doğal kalitesi ve buradan avlanan sazan balığı örneklerinde bazı ağır metal artıkları üzerinde araştırmalar. A.Ü. Vet. Fak. Derg., 37,(1), 56-73.1990
- (8) PERKİN-ELMER-372, Atomic Absorption Spectrophotometry sunpl., Anonymous, NORWALK 1982
- (9) GÜMGÜM, B., AKBA, O., YILDIZ, A., Dicle Nehri Yöresindeki Mantarlarda Ağır Element Tayini. Dicle Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Ekoloji Çevre Sayı 10, 15-30, 1996.
- (10) KAÇAN, B., Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri : III- Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme vakfı yayınları, no: 3 Seri A, (7), 403-411,1992.
- (11) SEGER, R., BREMMER, U.M. Cadmium in Pilzen, Z.Lebensm. Unters.-Forsch., 166, 23-34, 1978.

- (12) ÖZTÜRK, M., ve Ark., Ağır metaller canlılar için bir yük mü?, 2. Uluslararası Ekoloji ve Çevre sorunları sempozyumu .134-141, (1993)
- (13) KAÇAN, B., Bitki Besleme.Ders Kitabı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları no: 637, 1977
- (14) GÜRAY, A., Özel Sebze Yetiştiriciliği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe bitkileri bölümü yayınları no: 615, cilt 4, 1992.
- (15) GÖNÜLLÜ, T., ARSLANKAYA, E., İstanbul'da Evsel Zararlı Atık Potansiyelinin Araştırılması. Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, sayı 6, sayfa 78-80, 1996.
- (16) YİĞİT, V., ÖZBAL, H., CERİTOĞLU, A., MÜFTÜGİL, N., AKŞIRAY, F. İzmit körfezindeki ağır metal kirliliğinin su ve dip çamuru ortamındaki dağılımı ile bazı canlılardaki birikimi. TÜBİTAK, MBEAE, Yayın no: 62, sayfa 112-115, 1982.
- (17) VURAL, H., Ağır Metal İyonlarının Gıdalarda Oluşturduğu Kirlilikleri. H.Ü. Gıda Mühendisliği Bölümü Ekoloji Çevre Sayı 8, 3-9, 1993
- (18) YÜCEL, E., DOĞAN, F., ÖZTÜRK, M., Porsuk Çayında Ağır Metal Kirlilik Düzeyleri ve Halk Sağlığı İlişkisi, Anadolu Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Ekoloji Çevre Sayı 2, 183-196, 1996.
- (19) HAKTANIR, K. Çevre Kirliliği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları no: 140, 1987.
- (20) YILDIZ, N., BİRCAN, H. Araştırma ve Deneme Metodları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları no: 305, 1994
- (21) KOCATAŞ, A. Ekoloji ve Çevre Biyolojisi, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi ders kitapları, seri no: 142, 1994.
- (22) SPIERENBURG, T.S. ,GRAFF, G.J., BAARS, A. S., BRUS, D.H.S. ,TIELEN, M.S.M., ARTS, B.S. Cadmium, Zinc, lead and copper in livers and kidneys of cattle in the neighbourhood of zinc refineries. Environmental Monitoring and Assessment, 112,107-114, 1988.
- (23) BAYRAKTAR, K. Toprak ve Bitki Analizi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayın no: 17, 1970.
- (24) ARDA, M.,MİMBAY, A., LALEOĞLU, N., AYDIN, N., AKAY, Ö. Özel Mikro Biyoloji. Atatürk Üniversitesi yayınları no: 1, 1992.
- (25) VETTER, J., Mineral Elements Content of Edible and Poisonous Macrofungi. Acta Alimentaria, 19(1), 27-40, 1990.

(26) SCHMIDT, H., KLEIN, S., DIRSCHERT, C., MERK, H.W.  
Untersuchungen über den Cadmiumgehalt in Nieren von Schlachtkühen aus  
Oberbayern. Archiv für Lebensmittelhygiene, 39,2. 47-48. 1991

(27) TAKIZAWA, Y., AMONO, K., Mercury in the Sea Environment in the  
Circumstance of Japan, Studies on the Health Effects of Alkylmercury in Japan  
Environment Agency, Osaka, 573-580, 1975.



CONFIDENTIAL  
NOI MARK