

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**KONYA İLİ HÜYÜK İLÇESİNDE ORGANİK ve KONVANSİYONEL OLARAK
YETİŞTİRİLEN ÇİLEKLERİN MEYVE KALİTE KRİTERLERİNİN ve AĞIR
METAL İÇERİKLERİNİN KİYASLANMASI**

Mehmet Hadi CANTEMUR

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EYLÜL 2021

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**KONYA İLİ HÜYÜK İLÇESİNDE ORGANİK ve KONVANSİYONEL OLARAK
YETİŞTİRİLEN ÇİLEKLERİN MEYVE KALİTE KRİTERLERİNİN ve AĞIR
METAL İÇERİKLERİNİN KİYASLANMASI**

Mehmet Hadi CANTEMUR

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EYLÜL 2021

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KONYA İLİ HÜYÜK İLÇESİNDE ORGANİK ve KONVANSİYONEL OLARAK
YETİŞTİRİLEN ÇİLEKLERİN MEYVE KALİTE KRİTERLERİNİN ve AĞIR
METAL İÇERİKLERİNİN KIYASLANMASI**

Mehmet Hadi CANTEMUR

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Bu tez T.C. Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon
Birimi tarafından FYL-2020-5366 nolu proje ile desteklenmiştir**

EYLÜL 2021

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KONYA İLİ HÜYÜK İLÇESİNDE ORGANİK ve KONVANSİYONEL OLARAK
YETİŞTİRİLEN ÇİLEKLERİN MEYVE KALİTE KRİTERLERİNİN ve AĞIR
METAL İÇERİKLERİNİN KIYASLANMASI**

Mehmet Hadi CANTEMUR

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 23/09/2021 tarihinde jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Sevinç ŞENER (Danışman)

Prof. Dr. Hamide GÜBBÜK

Doç. Dr. Ahmet DEMİRBAŞ

ÖZET

KONYA İLİ HÜYÜK İLÇESİNDE ORGANİK ve KONVANSİYONEL OLARAK YETİŞTİRİLEN ÇİLEKLERİN MEYVE KALİTE KRİTERLERİNİN ve AĞIR METAL İÇERİKLERİNİN KIYASLANMASI

Mehmet Hadi CANTEMUR

Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Sevinç ŞENER

23 Eylül 2021; 41sayfa

İkinci dünya savaşından sonra yaşanan teknolojik gelişmeler tarım sektöründe de etkisini göstermiş ve özellikle 1970’lerden sonra sentetik tarım kimyasalları konvansiyonel tarımda yoğun olarak kullanılmaya başlamıştır. Konvansiyonel tarımın olumsuz etkisini bertaraf etmek için alternatif olarak ortaya çıkan organik tarım yönteminin ise bazı eksik yönleri bulunmaktadır. Sentetik kimyasal kullanımının yasak olduğu organik tarım yönteminde ağır metallerle ilgili herhangi bir yaptırım bulunmamaktadır. Çilek taze ve işlenmiş olarak küçük-büyük birçok kişi tarafından sevilerek tüketilen bir meyve türüdür. Albion çeşidi çilek yetiştiriciliğinde kullanılan sentetik kimyasalların olumsuz etkilerinden korunmak isteyen bireyler ise bu meyveyi organik olarak tüketmektedir. Bu araştırmada organik çilek yetiştiriciliğinde ağır metal kirliliği ve ağır metallerin meyve kalite kriterleri üzerindeki etkilerini kıyaslamak amacıyla farklı istasyonlardan hasat edilen hem organik hem de konvansiyonel çilek örnekleri meyve kalite parametreleri ve ağır metal içerikleri kıyaslanarak incelenmiştir. İncelenen örneklerde ortalama meyve eni (34.93 mm), boyu (42.23 mm), ağırlığı (8,68 gr) ve suda çözünür kuru madde (SÇKM) değerleri (%8.23) organik üretilen çilekte daha yüksek çıkarken meyve sertliği (5,93 kg), pH değeri (3.50) ve ağır metal (Zn, Cu) içerikleri (sırasıyla 1.28 ve 0.41 ppm) konvansiyonel olarak üretilen meyvelerde daha yüksek bulunmuştur.

ANAHTAR KELİMELE: Ağır metal, Albion, Konvansiyonel tarım, Organik tarım

Bu tez 23/09/2021 tarihinde jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ: Dr. Öğr. Üyesi Sevinç ŞENER (Danışman)

Prof. Dr. Hamide GÜBBÜK

Doç. Dr. Ahmet DEMİRBAŞ

ABSTRACT

COMPARISON OF FRUIT QUALITY CRITERIAS AND THE HEAVY METAL CONTENT OF ORGANICALLY AND CONVENTIONALLY CULTIVATED STRAWBERRIES IN HÜYÜK DISTRICT OF KONYA

Mehmet Hadi CANTEMUR

MSc Thesis in Department of Horticulture

Supervisor: Assistant Prof. Sevinç ŞENER

23 September 2021; 41 pages

Technological developments after the Second World War also had an effect in the agricultural sector and especially after the 1970s, synthetic agricultural chemicals began to be used intensively in conventional agriculture. The organic farming techniques, which emerged as an alternative to eliminate the negative impact of conventional agriculture, has some disadvantages. There are no sanctions regarding heavy metals in the organic farming technique, where the use of synthetic chemicals is prohibited. Inorganic pollutants such as synthetic chemicals and heavy metals are the leading factors that cause soil pollution. It is important to determine the content of these pollutants in fruits and vegetables that reach the soil layers through rainwater, surface water or drainage channels and pose a threat to human and environmental health. Strawberry is a type of fruit that is consumed by many people fresh or processed. People usually consume fruits organically to avoid the negative effects of synthetic chemicals used especially for strawberry. In this study, it was aimed to determine the effects of heavy metal pollution and heavy metals on fruit development in organic strawberry cultivation. Average fruit width (34.93 mm), length (42.23 mm), weight (8.68 g) and Water-Soluble Dry Matter (8.23%) values were higher in organically produced strawberries, while fruit firmness (5.93 kg), pH value (3.50) and heavy metal (Zn, Cu) contents (1.28 and 0.41 ppm, respectively) were found to be higher in conventionally produced fruits.

KEYWORDS: Heavy metal, Albion, conventional farming, organical farming.

This thesis was unanimously accepted by the jury on 23/09/2021.

COMMITTEE: Assist. Prof. Dr. Sevinç ŞENER (Supervisor)

Prof. Dr. Hamide GÜBBÜK

Assoc. Prof. Dr. Ahmet DEMİRBAŞ

ÖNSÖZ

Toprak kirliliğini oluşturan faktörlerin başında, toprağa uygulanan kimyasallar gelmektedir. Bunun yanı sıra bazı inorganik kirleticiler (ağır metaller, radyoaktif maddeler, inorganik asitler) toprakta çok fazla kirlilik yaratabilmektedir. Ağır metallerin birçoğu (Kadmiyum, kurşun, arsenik, cıva, çinko vb.) sanayi, ulaşım, kentsel vb. atıklar, tarımsal faaliyetler gibi çeşitli kaynaklardan besin zincirine girebilmektedir. Bitki besleme amacıyla kullanılan gübrelerin birçoğu ağır metal bileşiklerini içerebilmekte ve bu bileşikler, bitki tarafından absorbe edilebilmektedir. Organik tarım, genellikle pestisit ve sentetik gübrelerle kirlenmemiş topraklarda yapılmaktadır. Konya ili Hüyük ilçesi ise organik çilek yetiştiriciliği ile ön plana çıkan bir bölgedir. Buradaki tarımsal açıdan önemli olan nokta, sağlık açısından önemli etkileri olan ağır metallerin toprak, hava ve su yoluyla kolayca taşınabilmesi ve çoğu zaman yaş meyve ve sebzelerdeki içeriği ile ilgili bir verinin bulunmamasıdır.

Organik ürünlerde gıda güvenliği ile ilgili yapılan sınırlı sayıdaki araştırmalarda, genel olarak organik gıdaların konvansiyonel gıdalara kıyasla daha güvenli olduğu ileri sürülmektedir. Ancak organik ürünlerin üretim aşamasında çeşitli çevresel faktörlerden gelen kirleticilerden etkilenebileceği göz ardı edilmektedir. Bu sebeple konu ile alakalı kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Literatürde ülkemizde organik ve konvansiyonel yöntemler ile yetiştirilen çileklerin ağır metal içeriklerini konu edinen yeterli veri bulunmamaktadır. Sağlıklı gıdaya erişim ve güvenilir gıda tüketme açısından, ağır metal kontaminasyon riskinin sevilerek tüketilen çilek meyvesi için belirlenmesi, organik tarım tekniklerinin üretim aşamasında bazı düzenlemelerin oluşturulmasına, katkıda bulunulmasına ve gıda güvenliği konusunda bilinçlenmeye vesile olacaktır.

Tez konumuzun belirlenmesinde, yürütülmesinde ve değerlendirilmesinde her zaman yanımda olan, çok değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Sevinç ŞENER'e, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi öğretim üyesi Doç. Dr. Yavuz UYSAL' a, Doç. Dr. Armağan KAYA'ya ve Öğr. Gör. İbrahim AKDENİZLİ' ye, çalışmamız esnasında desteğini esirgemeyen Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü yüksek lisans öğrencisi Canan DURAN hanımefendiye ve Konya/Hüyük'te yaptığımız saha çalışmasında, üreticilere ulaşmamız ve sağlıklı bir çalışma ortamının oluşabilmesi için seferber olan, Hüyük Belediye Başkanı Mehmet ÇİĞDEM bey nezdinde, Hüyük Belediye Başkan Yardımcısı Mustafa Kemal ATEŞ'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
AKADEMİK BEYAN.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	4
2.1. Organik tarım	4
2.2.1. Türkiye’de organik tarım faaliyetleri	4
2.1.2. Organik çilek yetiştiriciliği.....	6
2.2. Ağır metaller.....	7
2.2.1. Ağır metal kirliliği ve tarım ürünlerine etkisi.....	9
3. MATERYAL VE METOT	16
3.1. Materyal.....	16
3.1.1. Araştırma alanının özellikleri.....	16
3.2. Metot	18
3.2.1. Meyve kalite parametrelerinin belirlenmesi.....	18
3.2.1.1. Meyve eni ve boyu.....	18
3.2.1.2. Meyve ağırlığı.....	18
3.2.1.3. Meyve eti sertliği.....	19
3.2.1.4. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM).....	19
3.2.1.5. pH.....	19
3.2.1.6. Titre edilebilir asitlik.....	19
3.2.2. Ağır metal analizleri.....	19

3.2.3. İstatiksel analiz.....	19
4. BULGULAR.....	20
4.1. Meyve eni.....	20
4.2. Meyve boyu.....	21
4.3. Meyve ağırlığı.....	23
4.4. Meyve sertliği.....	25
4.5. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM).....	26
4.6. pH değeri.....	28
4.7. Meyvede ağır metal analizleri.....	31
4.7.1. Zn içeriği.....	31
4.7.2. Cu içeriği.....	32
4.7.3. Pb içeriği.....	33
4.7.4. Cd içeriği.....	33
5. SONUÇLAR.....	34
6. KAYNAKLAR	35
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum, “*Konya İli Hüyük İlçesi’nde Organik ve Konvansiyonel Olarak Yetiştirilen Çileklerin Meyve Kalite Kriterleri ve Ağır Metal İçeriklerinin Kıyaslanması*” isimli çalışmamızın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir; bu tez çalışmasında, bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynaklarını referans gösterdiğimi beyan ederim.

23/09/2021

Mehmet Hadi CANTEMUR

İmzası

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

cm : Santimetre

gr : Gram

kg : Kilogram

mg : Mili Gram

ml : Mili Litre

mm : Milimetre

pH : Asitlik-Alkalilik Faktörü

ha : Hektar

Kısaltmalar

Cd : Kadmiyum

Cu : Bakır

FAO : Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü

Pb : Kurşun

SÇKM: Suda Çözünür Kuru Madde

T.C. : Türkiye Cumhuriyeti

TOB : T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı

WHO : Dünya Sağlık Örgütü

Zn : Çinko

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Albion çilek çeşidinin meyvesinden bir görüntü.....	16
Şekil 3.2.	Albion çilek örneklerinin alındığı istasyonlar.....	17
Şekil 3.3. a)	Örnekleme yapılan araziden bir görüntü.....	18
Şekil 3.3. b)	Meyve örneklerinin alınmasından bir kesit.....	18



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. 2020 Yılı Dünya Çilek Üretimi Sıralaması.....	3
Çizelge 1.2. Genel Organik Tarım Bitkisel Üretim Verileri (Geçiş Süreci Dahil).....	6
Çizelge 2.1. Ağır metallerin kullanımları, kaynakları ve potansiyel zararları.....	8
Çizelge 4.1. Yetiştiricilik Sezonu ve Tekniklerine Göre Farklı İstasyonlardan Alınan Meyvelerin Ortalama Meyve Eni Değerleri	34
Çizelge 4.2. Yetiştiricilik Sezonu ve Tekniklerine Göre Farklı İstasyonlardan Alınan Meyvelerin Ortalama Meyve Boyu Değerleri	35
Çizelge 4.3. Yetiştiricilik Sezonu ve Tekniklerine Göre Farklı İstasyonlardan Alınan Meyvelerin Ortalama Meyve Ağırlıkları	37
Çizelge 4.4. Yetiştiricilik Sezonu ve Tekniklerine Göre Farklı İstasyonlardan Alınan Meyvelerin Ortalama Meyve Sertliği Değerleri	39
Çizelge 4.5. Yetiştiricilik Sezonu ve Tekniklerine Göre Farklı İstasyonlardan Alınan Meyvelerin Ortalama SÇKM Değerleri	41
Çizelge 4.6. Yetiştiricilik Sezonu ve Tekniklerine Göre Farklı İstasyonlardan Alınan Meyvelerin Ortalama pH Değerleri	43
Çizelge 4.7. Yetiştiricilik Sezonu ve Tekniklerine Göre Farklı İstasyonlardan Alınan Meyvelerin Ortalama Çinko Değerleri	45
Çizelge 4.8. Yetiştiricilik Sezonu ve Tekniklerine Göre Farklı İstasyonlardan Alınan Meyvelerin Ortalama Bakır Değerleri	47

1. GİRİŞ

Günümüzde artan dünya nüfusuna bağlı olarak geliştirilen modern tarım uygulamaları ile gıda üretimi daha kolay ve verimli bir hale gelmiştir. Ancak hızla büyüyen sistemlerin bir sonucu olarak bu durum ciddi çevre ve sağlık sorunlarını ortaya çıkarmıştır. Modern tarımda karşılaşılan temel zorluklar, biyolojik çeşitlilik kaybı, besin değeri kaybı ve sera gazı emisyonu nedeniyle üretim giderek azalmış, artan nüfusun ihtiyacını karşılayabilecek ölçüde gıda üretilenmemiştir. Yirminci yüzyılın ikinci yarısında ise artan gıda talebine cevap olarak ıslah yolu ile verimliliği artırılan ürün çeşitleri; tarım ilacı kullanımı ve mineral gübreler sayesinde, tarımsal verimin artırılması sağlanmıştır. Bununla birlikte, zaman içerisinde su, toprak ve gıda ürünlerinin; nitratlar, ağır metaller, pestisit kalıntıları ile kirlenmesine; tatlı suların ötrofikasyonuna ve atmosferin alt katmanında bazı değişikliklere neden olmuştur. Aynı zamanda arazi kullanımının yoğunlaştırılması, toprak organik maddesinde ve toprak biyolojik çeşitliliğinde azalmaya yol açmıştır (Zhang vd. 2003; FAO 2013). Gıda kalitesi ve gıda güvenliği, modern endüstride önemi gittikçe artan iki önemli faktördür. Artan çevre bilinci ve gıda ürünlerinde bulunan çeşitli tehlikeler (örn. dioksinler ve bakteriyel kontaminasyon) son on yılda tüketicinin gıda kalitesine olan güvenini önemli ölçüde azaltmıştır. Bu nedenlerden dolayı tüketiciler daha ekolojik ve konvansiyonel olarak üretilen, daha güvenli ve daha kaliteli gıda arayışına girmişlerdir (Rembialkowska 2007).

Yoğunlukları 5 g/cm³'ün üzerinde olan metal elementler ağır metaller olarak adlandırılmaktadır (Seven vd. 2018). Bu elementler, esansiyel olanlar (organizmalar için gerekli; çinko, demir, manganez, selenyum, kobalt gibi.) ve esansiyel olmayanlar (organizmalar için gerekli olmayan; arsenik, kadmiyum, kurşun, cıva, nikel vb.) olmak üzere iki grupta incelenirler. Doğada, doğal ve antropojenik kaynaklar yolu ile var olabilirler (Zhou vd. 2016). Günümüzde ağır metal elementleri ile kirlenme, dünya genelinde hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde çevresel bir sorun haline gelmiştir. Normal şartlarda tarımsal topraklar, konsantrasyonu temelde jeolojik ana malzeme bileşimine bağlı olan bir dizi ağır metal içerebilir. Tarım ürünlerinde ağır metal birikimi, bitki türlerinin yanı sıra sıcaklık, nem, organik madde içeriği, büyüme aşaması, besin mevcudiyeti ve topraktaki ağır metallerin biyoyararlanımına bağlı olarak değişebilir (Naser vd. 2011). Volkanların patlaması ve kayaların erozyonu gibi doğal faaliyetler, ağır metallerin de içinde bulunduğu toksik elementlerin çevreye salınımına katkıda bulunurlar. Bunun yanı sıra, hızlı kentleşme, sanayileşme, inorganik ve hatta hayvansal gübre, pestisit ve kanalizasyon sulama gibi tarımsal uygulamalar ve fosil yakıtların kullanımı; özellikle su kaynakları, sokak tozu, insanlar tarafından tüketilen su organizmaları ve işlenebilir toprakta normal düzeyin üzerinde ağır metal birikiminin başlıca nedenleridir (Kars ve Dengiz 2020). Bugün geline nokta ağır metallerin neden olduğu toprak kirliliği, ekosistemin biyotik ve abiyotik bileşenleri için ciddi tehdit oluşturmaya başlamıştır (Keesstra vd. 2018). Çok sayıda kaynağa sahip olan, biyolojik olarak parçalanmayan ve uzun süre doğada kalabilen ağır metallerin, birçok doğal ortamda ve biyolojik formlarda gözlenmeye başlaması, metal birikimi konusunda ekolojik ve çevresel çalışmaların önemini arttırmıştır (Sun vd. 2010). Bu moleküller, bitkilerin yenilebilir kısımlarına emilerek depolanır. Tüketilen tarımsal ürünler aracılığı ile besin zincirine girerler ve sonunda insan vücudunda birikirler. Bazı ağır metallerin iz elementler olarak biyolojik önemleri bilinmesine rağmen, belirli miktarların üzerinde biyotoksik olabilecekleri ve özellikle uzun süreli maruz kalma durumunda, düşük

dozlarda bile insan sağlığına büyük zararlar veren, kardiyovasküler sistem, sinir sistemi, böbrek, karaciğer, üreme sistemi ve iskelet sistemi hastalıklarının yanı sıra kromozom anormalliklerini, mutasyonları ve kanserojeniteyi de içeren birçok istenmeyen etkiye neden olabilecekleri bilinmektedir (Duruibe vd. 2007).

Organik tarım, tarımın sanayileşmesine ve bunun yanı sıra çevresel ve sosyal sorunlara bir tepki olarak ortaya çıkmıştır. Genel olarak organik tarım, sentetik gübre ve pestisit kullanılmamasını dışlayan; sürdürülebilir doğal kaynakların ve biyo gübrelerin uygulanması, biyolojik mücadele ve ekim nöbeti gibi stratejileri kullanan tarım ürünü yetiştirme sistemleri olarak tanımlanmaktadır (Trewavas 2004).

Organik tarım, daha kaliteli gıda üretimini garanti eden, aynı zamanda su, toprak ve biyoçeşitlilik gibi doğal kaynakları olumlu etkileyen bir sistem olarak ön plana çıkmaktadır. Günümüzde sertifikalı organik gıda üreten ülke sayısı, 172'ye; toplam üretim alanı 4,37 milyon hektara ve organik tarımla üretim yapan çiftçi sayısı 300.000 kişiye ulaşmıştır (IFOAM 2016). Ancak dünyanın farklı bölgelerinde farklılık göstermekle birlikte; organik tarım ürünlerinin, konvansiyonel tarım ürünlerine oranla %30-200 daha pahalı satılmasından dolayı, dünya genelinde organik ürün tüketim oranı, toplamın yalnızca %1-4'ü civarındadır (Xu 2015). Geleneksel tarıma göre sağladığı avantajlar ve dezavantajlar tartışmalıdır. Bir taraftan organik tarım sistemlerinin daha sağlıklı, daha kârlı ve çevre dostu olduğunu iddia edilirken; (Reganold ve Wachter 2016) diğer taraftan gelecekteki sürdürülebilir gıda sistemlerinde oynadığı rol sorgulanmaktadır (Connor ve Mínguez 2012). Organik ürünlerde gıda güvenliği ile ilgili yapılan sınırlı sayıdaki araştırmada, genel olarak organik gıdaların konvansiyonel gıdalara kıyasla daha güvenli olduğu ileri sürülmektedir. Gıda kirleticilerinin etkilerinden kaçınma ve genel olarak düşük kalite ve geleneksel ürünlerin güvenliğini sorgulama, son yıllarda insanların organik gıdalara daha fazla yönelmesinin en yaygın nedenleridir. Yapılan çalışmaların birçoğundan elde edilen veriler, organik gıdalardan oluşan insan diyetiyle ağır metal ve pestisit maruziyetinin, geleneksel gıdalardan oluşan diyetten çok daha düşük olduğunu ve ilişkili sağlık risklerinin nispeten küçük olduğunu göstermektedir (Beckman 2015). Ancak organik ürünlerin, doğal toksinler, mikotoksinler, üretim ve transfer aşamasında çeşitli çevresel faktörlerden gelen kirleticilerden etkilenebileceği hiçbir zaman göz ardı edilmemelidir. Bu sebeple bu konuda hassas analizleri içeren daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anavatanı Güney Amerika olan ve üzüksü meyveler kategorisinde yer alan çilek, turfanda yetiştiriciliğe uygun, ihracat ve iç satış imkânları iyi, otsu fakat çok yıllık bir bitki oluşu nedeniyle ve ayrıca üzerinde yapılan çok sayıdaki ıslah çalışmaları sayesinde dünya üzerindeki önemi gün geçtikçe artan bir meyve türüdür. Çilek üretimi, farklı tüketim şekillerinin olmasından dolayı iç ve dış pazarda önemli bir yere sahiptir ve önemi gün geçtikçe artmaktadır. Çilek birçok tarımsal üründen farklı olarak; taze tüketiminin yanı sıra dondurularak, kurutularak veya meyve suyu olarak tüketilebilmekte; reçel, marmelat, tatlı, pasta, dondurma ve likör yapımında da kullanılabilir. Farklı şekillerde kullanılabilme özelliği, meyvenin kullanım sezonlarını genişletmekte; farklı ekolojilerde nerdeyse bütün yıl boyunca yetiştirilebilmektedir. Aynı zamanda, antioksidanlar, C vitamini, lif, polifenoller, potasyum açısından zengin olması nedeniyle insan sağlığı için çeşitli faydalar sunan zengin bir besin kaynağıdır (Aaby vd. 2018). Ülkemiz, çizelge 1.1' de görüldüğü üzere, Çin (3.801.865 ton), ABD (1.420.570 ton), Meksika (468.248 ton) ve Mısır (464.958)' dan sonra 415.150 tonluk üretim değeri ile

dünya çilek üretiminde 5. sırada yer almaktadır (FAO 2020). Diğer meyve türlerinde olduğu gibi çilekte de biyokimyasal içerikler, ekolojik faktörlerle, genetik yapı ile ve yetiştiricilik koşulları ile yakından ilişkilidir (Crespo vd. 2010; Kafkas 2016).

Çizelge 1.1. 2020 Yılı Dünya Çilek Üretimi Sıralaması (FAO 2020)

Ülke	Üretim (Ton)	Kişi Başı Üretim (Kg)	Yüz Ölçümü (Hektar)	Verim (Kg/Hektar)
Çin Halk Cumhuriyeti	3.801.865	2,728	141.498	26.868,80
Amerika Birleşik Devletleri	1.420.570	4,334	21.242	66.875,50
Meksika	468.248	3,754	11.091	42.219
Mısır	464.958	4,769	9.985	46.565,60
Türkiye	415.150	5,137	15.431	26.903,60

Literatürde ülkemizde organik ve konvansiyonel yöntemlerle yetiştirilen çileklerin organik veya kimyasal içeriklerinin karşılaştırılmasını konu edinen yeterli veri bulunmamaktadır. Sağlıklı gıdaya erişim ve güvenilir gıda tüketme açısından ağır metal kontaminasyon riskinin sevilerek tüketilen çilek meyvesi için belirlenmesi, organik tarım tekniklerinin üretim aşamasında bazı düzenlemelerin oluşturulmasına dikkat çekecek ve gıda güvenliği konusunda bilinçlenmeye katkıda bulunacaktır. Bu çalışma ile dünyada ve ülkemizde üretim ve tüketim değerleri artış gösteren ve organik tarım faaliyetleri sonucu üretilen çileklerin ağır metal (Pb, Cd, Cu, Zn) kontaminasyon riski yönünden değerlendirilmesi, konvansiyonel yöntemlerle üretilen çileklerle kıyaslanması ve elde edilen verilerin literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Organik Tarım

Organik tarım veya diğer bir adı ile ekolojik tarım, toprağın kalitesini iyileştirerek toprak verimliliğini artırmak ve devamını sağlamak için, sentetik gübre ve pestisit kullanımından kaçınmayı ve bu şekilde doğal floranın bozulmasını engelleyerek, çevre dostu üretimi hedefleyen bir dizi tarım yönetim uygulamasından oluşan bir üretim şeklidir. Diğer bir deyişle, besin zincirine dâhil olan tarım ürünleri üzerinde olumsuz dış etkileri azaltarak; çevreye ve canlılara hizmet etmeyi amaçlar.

Bugün “*organik tarım*” olarak bildiğimiz kavram, 19. yüzyılın sonunda ortaya çıkan; temel olarak Alman ve İngiliz kökenli kaynaklara dayanan, farklı fikirlerin bir karışımıdır. Birinci ve İkinci Dünya Savaşı arasında modern, kimyasal yoğunluğu fazla, teknik olarak gelişmiş konvansiyonel tarımın yaygınlaşması, toprak bozulması, çeşitli kimyasal kalıntılar da içeren düşük gıda kalitesi, geleneksel beslenme alışkanlığında bozulma şeklinde bir krizi beraberinde getirdi. Bu krize bir çözüm olarak, organik tarımın öncülüğünü yapanlar, 1920'ler ve 1930'lar boyunca, 1930'lar ve 1940'larda başarılı bir tarım sistemi haline gelen inandırıcı, bilime dayalı bir teori sundular. Ancak bu dönemde temelleri atılan organik tarımın daha geniş toplum ve siyaset dünyalarında ilgi görmesi, yoğun geleneksel tarım uygulamalarının bazı zararlarının da bağlantılı olduğu çevre krizine dair artan farkındalıkla birlikte, 1970'lere kadar uzamıştır. Bu tarihten sonra ise ulusal çapta yürütülen faaliyetler “*Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonu*” (IFOAM) adı altında birleşerek; tüm dünyadaki organik tarım faaliyetlerini koordine edecek şekilde iş birliği içinde hareket etmeye başlamıştır. Tüm dünyada organik ürünlere yönelik tüketici talebi, yüzyılın başından bu yana çarpıcı bir şekilde artmıştır (Vogt 2007; Reganold vd. 2016). Bu talebe karşılık olarak organik tarım hızla gelişmekte ve bugün en az 141 ülke ticari olarak organik gıda üretmektedir. 2007 yılı tahminlerine göre, organik gıdalar, küresel olarak yaklaşık 32,2 milyon ha (Mha) alanda üretilmekte ve küçük çiftçiler dahil 1,2 milyondan fazla üretici tarafından yönetilmektedir. Günümüzde dünyadaki organik ürün pazarı 100 milyar dolar civarında bir bütçeye sahiptir. Dünyadaki organik tarım üretiminin %74' ü en çok organik tarım yapan ilk sekiz ülkeye (Avusturalya, Arjantin, Çin, İspanya, Uruguay, Fransa, Amerika, İtalya) ait olduğu belirtilmiştir (FAO 2020).

2.1. Türkiye’de organik tarım faaliyetleri

Ülkemizde organik tarım faaliyetleri, 1970’lerden sonra dünyada bu ürünlere artan ilginin bir sonucu olarak, yerel üreticilerimizden de bu ürünlerin talep edilmesi ve çiftçilerin çeşitli tanıtımlar, eğitimler yolu ile bu yeni pazar hakkında bilgi sahibi olmaları ile başlamıştır. Avrupa kökenli şirketlerinden gelen talebin artması ve ardından yerli şirketlerin de pazara girmesi ile üretim hızla çeşitlenmiştir. 1992 yılında Organik (ekolojik) Tarım Organizasyon Derneği (ETO)’nun kurulması ve aynı yıl bu dernek tarafından organize edilen ilk konferansın düzenlenmesi ile bu alanda örgütlenmeye yönelik ilk adımlar atılmıştır. Yakın tarihe kadar kurumsal olarak bu faaliyetlerin yürütülmesi ve yasal olarak düzenlenmesi; Tarım ve Orman Bakanlığı (Eski Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı) bünyesinde 04.08.2003 tarihinde Tarımsal Üretimi Geliştirme Genel Müdürlüğü altında kurulan, Alternatif Tarımsal Üretim Teknikleri (ATÜT) Daire Başkanlığı tarafından yapılmaktaydı. Bakanlık tarafından çıkarılan organik tarımla ilgili

ilk yönetmelik, 1994 yılında “*Bitkisel ve Hayvansal Ürünlerin Ekolojik Metotlarla Üretimi*” adı altında yayınlanmıştır. 1997 yılında, takip eden 9 yıllık dönemi kapsayacak olan ‘organik tarımın yaygınlaştırılması ve kontrolü’ projesi ile eğitim ve denetim faaliyetleri yaygınlaştırılmıştır. 2002 yılında ise “*Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik*” adı altında ikinci bir yönetmelik yayınlanmış; 2005’te ise Avrupa Birliği ülkelerine organik ürün ihracatını sağlayabilmek için gerekli değişiklikler yapılarak, güncellenmiştir. Günümüzde halen bu yönetmelik esasları geçerlidir (Bayram vd. 2007). Denetim ve sertifikasyon işlemleri ise bu pazarda yer alan şirketler tarafından değil; Tarım ve Orman Bakanlığı ve/veya Avrupa Birliği Komisyonları tarafından yetki verilen bağımsız kuruluşlar üzerinden yapılmaktadır (Demiryürek 2004).

2002 yılı verilerine göre, Türkiye’de 89.827 ha organik tarım toplam üretim alanı, 12.428 organik tarım çiftçi sayısı, 150 çeşit ürün sayısı ve toplam 310.125 ton organik ürün üretimi söz konusu iken; 2019 yılı verilerine göre (Çizelge 1.2) bu rakamlar, 505.551 ha organik tarım toplam üretim alanı, 74.547 organik tarım çiftçi sayısı, 213 çeşit ve toplam 3.260.997 ton organik ürün üretimi değerlerine ulaşmıştır (TOB 2019).

Çizelge 1.2. Genel Organik Tarım Bitkisel Üretim Verileri (TOB 2019)

Yıllar	Ürün Sayısı	Çiftçi sayısı	Yetiştiricilik Yapılan Alan (ha)	Doğal Toplama Alanı (ha)	Toplam Üretim Alanı (ha)	Üretim Miktarı (ton)
2002	150	12.428	57.365	32.462	89.827	310.125
2003	179	14.798	73.368	40.253	113.621	323.981
2004	174	12.751	108.598	100.975	209.573	377.616
2005	205	14.401	93.134	110.677	203.811	421.934
2006	203	14.256	100.275	92.514	192.789	458.095
2007	201	16.276	124.263	50.020	174.283	568.128
2008	247	14.926	109.387	57.496	166.883	530.224
2009	212	35.565	325.831	175.810	501.641	983.715
2010	216	42.097	383.782	126.251	510.033	1.343.737
2011	225	42.460	442.581	172.037	614.618	1.659.543
2012	204	54.635	523.627	179.282	702.909	1.750.126
2013	213	60.797	461.395	307.619	769.014	1.620.466
2014	208	71.472	491.977	350.239	842.216	1.642.235
2015	197	69.967	486.069	29.199	515.268	1.829.291
2016	225	67.878	489.671	34.106	523.778	2.473.600
2017	214	75.067	513.981	22.148	543.033	2.406.606
2018	213	79.563	540.000	86.885	626.885	2.371.612
2019	213	74.547	502.127	3.424	505.551	3.260.997

2.1.2. Organik çilek yetiştiriciliği

Çilek meyvesi, lezzetinin beğenilmesi, zengin vitamin, mineral içeriği ve kullanım alanlarının çeşitliliği nedeni ile fazla miktarda talep edilen bir üründür. Türkiye’de hemen hemen her bölgede, yılın 8 ayı boyunca yetiştirilebilmektedir. Türkiye’deki son bildirilen verilere göre otuz ayrı ilde toplam 5797,01 ton organik çilek

üretimi yapılırken bunun 4521,34 tonu Konya’ da ve 958,37 tonu da Bursa’ da üretildiği belirtilmiştir (TOB 2019). Organik çileğin hem üretim alanı (ha), hem de üretim miktarı (ton) açısından öncülüğünü Konya ili yapmaktadır. Bu rakamlar da gösteriyor ki ülkemiz çilek yetiştiriciliğinde dünyada önemli bir konuma sahip olmuştur. Üretilen çileğin büyük kısmı, başta İngiltere, Almanya, Fransa ve Belçika olmak üzere; Avrupa ülkelerine ihraç edilmektedir (FAO 2015).

Dünya’da toplam 9.223.815 ton çilek üretilmekte ve bu üretim miktarının 415.150 tonu Türkiye tarafından karşılanmaktadır. Toplam 15.153 ha çilek üretim alanı olan Türkiye’nin ortalama verimi ise 2.59 ton/ha’dır (FAO 2019).

2.2.Ağır metaller

Günümüzde artan dünya nüfusunun beraberinde getirdiği en önemli sorunlardan birisi çevre kirliliğidir. Ağır metal kirliliği ise günümüz dünyasında toprak kalitesine yönelik en ciddi çevresel tehditlerden birisi olmaya başlamıştır. Küresel ekonominin yakın zamandaki hızlı gelişimi, topraktaki ağır metallerin hem tür hem de içerik olarak artmasına neden olmuştur. Özellikle endüstriyel büyüme, insanoğlunun hızlı kentleşme faaliyetleri ve mahsul verimini artırmaya yönelik bazı tarımsal faaliyetler nedeniyle tarım topraklarının kirlenmesi hızlanmıştır (Zhang vd. 2015). Bu sorun, yüksek düşük ve orta gelirli ülkelerde dikkat çekici boyutlara ulaşmıştır (Qingjie vd. 2008). Ağır metallerin bitkiler tarafından emilim yoluyla alınması ve ardından besin zinciri boyunca birikmesi, bu bitkilerle beslenen canlıların sağlığı için potansiyel bir tehlikedir. Özellikle tarım mahsullerinde biriken ağır metallerin gıda zinciri boyunca aktarılacak insan organizmasına dâhil olması ve biyolojik birikime uğraması sonucu, toplum sağlığını tehdit etmesi söz konusudur (Zukowska vd. 2008).

Ağır metal, nispeten yüksek bir yoğunluğa sahip olan ve düşük konsantrasyonlarda bile toksik veya zararlı olan metalik elementlere verilen addır. Bu terim, molekül ağırlığı 20 g/mol, atomik yoğunluğu 4 g/cm³’ten fazla ve/veya su yoğunluğundan en az 5 kat fazla olan metaller ile metaloitler grubunu içermektedir (Hawkes vd.1997). Doğada bulunan 30’dan fazla metalin 23 tanesi ağır metal olarak tanımlanır. Ağır metaller arasında kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), çinko (Zn), civa (Hg), arsenik (As), gümüş (Ag), krom (Cr), bakır (Cu), demir (Fe), alüminyum (Al), nikel (Ni) ve platin (Pt) grubu önemli sayılmaktadır. Bu elementler; yer kabuğunun doğal bileşenleridir ve kalıcı çevresel kirleticilerdir; doğada bozunmazlar, çevreye doğal veya antropojenik faaliyetler sonucu yayılabilirler. Ağır metal kontaminasyonunun doğal kaynakları arasında; depremler, erozyon, volkanik patlamalar sayılırken, antropojenik kaynakları arasında; sanayi atıklarının arıtılmadan toprağa ve havaya karışması, pestisit ve herbisit uygulaması, kontamine sulama suyu, gübreleme için kullanılan kanalizasyon atıkları ve hatta eser miktarda ağır metal içeren mineral gübre gibi tarımsal faaliyetler yer alır (Alloway vd. 1991; Gray vd. 1999). Diğer antropojenik ağır metal kaynakları arasında ise tarım arazilerinde doğrudan atık bertarafı (Merian vd. 2004), madencilik faaliyetleri, benzinde kurşun kullanımı, trafik emisyonları, sigara içimi, metalürji ve eritme, aerosol kutuları, kanalizasyon atıkları ve boya gibi yapı malzemeleri bulunmaktadır (Nriagu 1990).

Ağır metaller; mikroorganizmalardan bitkiler, hayvanlar ve insanlara kadar tüm canlılar için toksik potansiyele sahiptir. Toksik düzeydeki ağır metallerin insan

bünyesinde birikmesi sonucunda, metalin türüne ve miktarına bağlı olarak insanlarda kusma, kanama, sarılık, kansızlık, böbrek yetmezliği, akli bozukluklar, deri lezyonları ve kırılğan kemik yapısı gibi birçok sağlık bozukluğu görülebilmektedir (Asri ve Sönmez 2006). Ağır metaller bitkiler için önemli bir stres faktörü olarak kabul edilir. Toprakta doğal miktarda ağır metal varsa, bitkiler bu maddelerin olumsuz etkilerinden kaçınabilirler (Juknys vd. 2012). Bununla birlikte, yüksek konsantrasyonlarda bitkilerdeki hücresel ve fizyolojik süreçler üzerinde enzimlerin inhibisyonu, biyomoleküllerin inaktivasyonu ve oksidatif stres gibi zararlı etkilere neden olur. Toprakta en bol bulunan ağır metaller; Fe ve Al'dır. Fe, bitki beslenmesindeki önemli unsurlardan biridir. Zn, Ni, Cu ve Cr eser elementler arasında yer alırken; Hg, As, Cd ve Pb gibi ağır metallerin bitkilerde herhangi bir fizyolojik işlevi yoktur (Schützendübel ve Polle 2001). Hayvanlarda ve insanlarda, metabolize edilmediklerinde toksik hale gelirler ve yumuşak dokularda birikirler (Sobha vd. 2007). Ağır metal toksisitesi, önerilen günlük limitlerin üzerinde maruz kalma veya tüketim sonucu ortaya çıkan zararlı etkileri ifade eder (Çizelge 2.1). Bu metallerin ayrı ayrı kendilerine özgü belirli toksisite belirtileri olmakla birlikte; kadmiyum, kurşun, arsenik, civa, çinko, bakır ve alüminyum zehirlenmesiyle ilişkili genel belirtiler arasında gastrointestinal (ishal, bulantı-kusma), kardiyovasküler (ritim bozuklukları) ve nörolojik bozukluklar (ataksi, felç, nöbet geçirme ve bilinç kaybı) yer alır (Çizelge 2.1). Ağız ve solunum yolu ile alınan bu metallerin beyin, böbrekler, karaciğer, kemik iliği, üreme sistemi ve diğer birçok sistem üzerinde zararlı etkileri olduğu belirtilmiştir (Jaishankar vd. 2014).

Çizelge 2.1. Ağır metallerin kullanımları, kaynakları ve potansiyel zararları (Hornby 2015).

Ağır Metal	Kullanım Alanı	Kaynağı	Toksosite
Kadmiyum(Cd)	Pigmentler, piller	Kömür, çinko madenciliği, fosfatlı gübreler, petrokimya	Ağrılı eklem şişliği ve kemik deformiteleri
Nikel (Ni)	Paslanmaz çelik ve alaşımlar	Yanan petrol, kömür, maden atıkları	Döküntü ve akciğer hasarı
Arsenik(As)	Altın madenciliği, ahşap işleme, hayvan yemi, zehirler	Madencilik ve eritme kaynaklı toz, tarımsal kullanımdan kaynaklı sızıntılar	Bitkileri soldurur ve kansere neden olur
Bakır (Cu)	Kablo, boru ve alaşımlar	Kömür yakma ve maden atıkları	İshal ve bulantı-kusma
Civa (Hg)	Floresan ampuller, kimyasallar, kömür yakma, altın üretimi	Kömür yakma, kömür ve metaller, madencilik ve eritme, kağıt endüstrisi	Yorgunluk, fiziksel deformiteler, nörolojik hasar
Kurşun (Pb)	Piller, boya ve lehim	Tabaklama kaynaklı atık, kağıt endüstrisi	Nörolojik ve gastrointestinal bozukluklar
Krom (Cr)	Paslanmaz çelik ve alaşımlar	Madencilik ve eritme atıkları, kömür yakmak, petrokimya	Ciltte döküntü
Çinko (Zn)	Galvanizli çelik ve alaşımları	Gübre sanayi, petrokimya, demir-çelik sanayi	Anemi, pankreas ve böbrek hasarı

Ağır metaller; bitki, hayvan ve insanları da içerisine alan tüm canlı organizmalar için hem hayati faaliyetlerin yürütülmesinde görev almaları hem de canlı bünyesindeki varlıklarının gerek eksikliğinin gerekse aşırı dozlarda bulunmasının canlı hayatıyetinin devamlılığı ve kalitesi açısından genel sağlık durumunu direkt olarak etkilemesi nedeniyle büyük önem taşırlar (Çizelge 2.1). Kirlenme açısından düşünüldüğünde ise ortamlarda ve oradan geçtikleri canlıların bünyesinde yoğunlaşan bu elementler etkili dozlarda bulunduklarında ciddi hastalık hatta ölümlere yol açabilen zehirli maddelerdir. Çeşitli sağlık kuruluşlarına göre, bazı gıda kontaminantlarının miktarları belirtilen sınırları aşmazsa, sağlık için kabul edilebilir riskler oluştururlar. Ölümcül doz, her kimyasal veya preparat ile değişir. Bununla birlikte, düşük dozlarda önemsiz ve zararsız görünen bazı ağır kimyasallar zamanla vücutta birikebilir ve sonunda ölümcül bir doza ulaşabilir (Sardesai 2011).

2.2.1. Ağır metal kirliliği ve tarım ürünlerine etkisi

Sağlıklı ve güvenilir yiyeceğe erişim temel bir insan hakkı olarak insan hakları evrensel bildirgesinde yer almaktadır (Anonim 2014). Gıda güvenliği kavramı; bütün insanların yaşamını aktif ve sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmeleri için gerekli olan besin

ihtiyaçlarını ve gıda önceliklerini karşılayabilmek amacıyla yeterli, güvenli ve besleyici gıdaya erişmelerini açıklayan bir kavramdır. Bu kapsamda organik ürün/gıda tanımı, tüketiciler açısından genellikle daha güvenli, daha besleyici ve içeriğinde sağlığa zarar veren kimyasal maddeler bulunmayan ürünler olarak algılanmaktadır. Fakat organik gıdalarda mikotoksinler, doğal toksinler ve çevresel etmenlere bağlı kirlenmeler risk oluşturabilmektedir (Tosun ve Kaya 2010). Çünkü organik tarımda her ne kadar üretim aşamasında girdi olarak sentetik kimyasalların kullanımı yasak olsa da bazen doğada bulunan ve sakıncalı olduğu bilinen bazı maddeler (ağır metaller, enerji gereksinimi için kurulan santrallerden çıkan atıklar), tarımsal ürünlerde bulaşıklık yaratabilmektedir. Toprak kirliliğini oluşturan faktörlerin başında direkt olarak toprağa uygulanan kimyasallar gelmektedir. Bunun yanı sıra bazı inorganik kirleticiler (ağır metaller, radyoaktif maddeler, inorganik asitler) toprakta çok fazla kirlilik yaratabilmektedir. Bu preparatlar yağmur suları, yüzey suları veya drenaj kanalları aracılığı ile toprak katmanlarına ulaşabilmektedir (Carvalho 2006). Ağır metallerin birçoğu (Kadmiyum, kurşun, arsenik, cıva, çinko vb.) sanayi, ulaşım, kentsel vb. atıklar, tarımsal faaliyetler gibi çeşitli kaynaklardan besin zincirine girebilmektedir.

Kadmiyum (Cd) ile kirlenmiş kirecin bir sonucu olarak ortaya çıkan ağır metal kirliliği, potansiyel bir sağlık tehlikesi oluşturmaktadır. Bir araştırmada, sırasıyla 3.4, 14.3 ve 60 mg Cd / kg içeren 3 farklı kaynak ve 2 farklı oranda sanayi atık kireci ile karıştırılmış toprakta yetiştirilen çilek bitkileri tarafından Cd metali alımı incelenmiştir. Çilek cv. Senga Sengana (*Fragaria anassa*); toprak organik madde içeriğine ve kireç oranlarına tepki olarak yaprak ve meyve verir. Çalışmada; Cd esas olarak pulluk tabakasında birikerek 0.170 mg Cd / kg'dan (arka plan seviyesi) maksimum 1.2 mg Cd / kg'a yükselmiştir. Meyvelerin, topraktaki içeriğine bakımsızın çok yüksek, tehlikeli düzeyde Cd konsantrasyonlarına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu, Cd'nin çilek bitkileri tarafından kolayca alındığını ve meyveler dahil üst bitki kısımlarında biriktiğini Toprak Cd içeriğinin çilek meyvesindeki bu elementin konsantrasyonu üzerinde etkisi yoktur. Bununla birlikte, asitli topraklarda toprak Cd konsantrasyonu düşük olduğunda bile bitki Cd alımı ve meyvedeki konsantrasyonu artmıştır (Cieřliński vd. 1994).

Bitki besleme amacıyla kullanılan gübrelerin birçoğu ağır metal bileşiklerini içerebilmekte ve bu bileşikler bitki tarafından absorbe edilebilmektedir. Örneğin; fosfor içerikli gübreler kadmiyumla kontamine olabilmekte, endüstriyel atıklardan elde edilen özellikle kalsiyum içeren bazı mineral gübreler ise çok sayıda ağır metal bileşici içerebilmektedirler (Rembialkowska 2007; Batelle Memorial Institute 1999).

Worthington (2001) organik ve konvansiyonel ürünlerle (marul, lahana, ıspanak, havuç, patates) hazırladığı günlük beslenme diyeti sonucunda, aynı sebzelerden aynı oranlarda hazırlanmış menülerde organik diyetin demir, magnezyum ve fosfor içeriğinin konvansiyonel diyete göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Polonya'nın Lublin bölgesi civarında yürütölen bir çevre araştırmasında, ağır metallerin (Pb,Cd,Ni,Zn,,Ni,,Cu,,As,,Hg) içeriklerine göre çilek meyvesinin kalitesi ve bu ağır metallerin bazı toprak ve bitkilerin özellikleri arasında korelasyon olup olmadığı araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda yetiştirildiğı bölgenin çilek meyvesindeki ağır metal içerikleri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı , bazı toprak özelliklerinin bitkide başlıca Zn ve Hg birikimine önemli derecede, Cd ve Cu oluşumunda ise düşük derecede etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Bu bölgede yetiştirilen çilek meyvesindeki ortalama

ağır metal içerikleri (0.023 mg Pb, 0.020 mg Cd, 0.091 mg Ni, 1.228 mg Zn, 0.358 mg Cu, 0.0015 mg As, 0.00011 mg Hg kg-1 taze madde) bu tip ürünler için belirlenen üst eşiği geçmediği bildirilmektedir (Bednarek vd. 2006).

Buttriss ve Hughes (2006)'ın yapmış oldukları çalışma sonucunda organik meyvelerin, sebzelerin ve tahılların konvansiyonel gıdalara göre yaklaşık %10 daha fazla bakır elementi içerdiğini bildirmektedirler.

Mısır'da pazarda satılan çeşitli meyve ve sebzelerde kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), bakır (Cu) ve çinko (Zn) seviyelerini değerlendirmek amacıyla atomik absorpsiyon spektrometri ile yapılan araştırmada, bu metallerin en yüksek oranda sırasıyla, çilek, salatalık, hurma ve ıspanakta bulunduğu gösterilmiştir (Radwan ve Salama 2006).

Rossi ve ark. (2008)'nın yürütmüş olduğu çalışmada ise organik, konvansiyonel ve iyi tarım teknikleri ile üretilen domateslerin içerikleri kıyaslanmış ve sonuç olarak; organik olarak yetiştirilen domateslerin daha fazla oranda salisilik asit fakat daha az oranda C vitamini ve likopen içerdiği bildirilmiştir. Ayrıca, organik domateslerin daha yüksek Cd ve Pb seviyelerine sahip olduğu bununla birlikte daha düşük Cu içeriğinin tespit edildiği de belirtilmiştir.

Hindistan'da; Dinapur kanalizasyon arıtma tesisinden çıkan atık suyun, sebze arazilerinin sulanmasında kullanıldığı, atık suyun 20 yıldan fazla bir süredir sürekli uygulanması, toprakta ağır metallerin birikmesine neden olduğu ve sonuç olarak, Cd, Pb ve Ni konsantrasyonları tüm sebzelerde insan tüketimi için güvenli sınırları aşmış olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmada günlük insan beslenmesinde toksik madde miktarı yüzdesi, meyveli sebzelerde Cu, Ni, Pb ve Cr elementleri açısından yapraklı sebzelere göre daha yüksek alındığı; bunun tersi olarak da yapraklı sebzelerde ise Cd ve Zn daha yüksek alındığı bildirilmiştir (Singh vd. 2010).

Liang ve ark. (2011) yaklaşık 20 yıldır atık su ile sulama yapılan alandan 270 adet toprak ve 23 adet bitki örneği alarak ağır metal kirlilik durumunu belirlemişlerdir. Ağır metal içeriklerinin kök>gövde>yaprak>dane şeklinde azaldığını, üst toprakta birikimin daha fazla olduğunu, ağır metal kirlilik derecesine göre metallerin Cd>Cr>Pb şeklinde sıralandığını ve çalışma alanlarında sulama ile birlikte ağır metal kirliliğinin arttığını belirtmişlerdir.

Beş ayrı çiftliğin toprak (0-30 cm derinliğinde), yaprak ve çilek mahsulünden rastgele 25 örnek alınan çalışmada, örnekler laboratuvara nakledilmiş ve örnekler üzerinde asit sindirimi yapılmış. Daha sonra kadmiyum, arsenik, kurşun, çinko ve bakır miktarları atomik emisyon cihazı ile ölçülmüş. Sonuçlar, kadmiyum, çinko ve bakırın metal konsantrasyonlarının (sırasıyla 0.01, 6.03, 13,67 mg/kg) FAO/WHO standartlarından daha düşük olduğunu ortaya koyulmuştur. Bunun yanında, arsenik ve kurşunun ağır metal konsantrasyonları (sırasıyla 36.88, 3,57 mg/kg), tanımlanan standartlardan (%95 güven düzeyinde) yüksek olduğu belirtilmiştir. Çilek tarlalarında kimyasal gübre ve böcek ilaçlarının aşırı kullanımı ağır metal kontaminasyonunun ana nedeni gibi tespit edildiği bildirilmiştir (Cheraghi vd. 2012).

Khan ve ark. (2013) Pakistan'da atık su ile sulanan alanlarda ağır metallerin bitki yaprak ve meyvesine taşınım durumunu araştırdıkları çalışmada 25 adet su, 76 adet

toprak, 40 adet yaprak ve 30 adet sebze örneğinde ağır metal analizleri yaparak sınır değerler ile karşılaştırmışlardır. Su örneklerinin Cu, Mn, Ni ve Cd açısından sınır değerleri geçtiğini, Zn, Fe ve Pb yönünden ise sınır değerlerin altında kaldığını belirlemişlerdir. Yaprak ve bitki örneklerinde ağır metal miktarlarının WHO/FAO tarafından izin verilen değerleri geçtiğini ve toprakta ağır metal miktarlarının düşük olmasına rağmen bitkiye taşınımının meyveden çok yapraklarda olduğunu belirtmişlerdir.

Fosforun (P) Cd ve Pb ile kirlenmiş toprakta yetişen çileğin ağır metallerinin büyümesi ve alımı üzerindeki etkilerini incelemek için bir pot deneyi yapılmıştır. Sonuçlar, ağır metallerin kirlenmesi nedeniyle çileğin verimi ve C vitamini içeriğinin azaldığını, farklı Cd ve Pb kirli seviyelerde ağır metal veriminde ve alımında önemli bir değişiklik gözlemlendiği bildirilmiştir. Ayrıca, çileğin farklı dokuları, farklı muamele altında bile, kök sapı ve yaprak meyvesi sırasındaki ağır metalleri biriktirme kabiliyetine sahip olduğu belirtilmiştir. P gübresinin uygulanması, sadece Cd ve Pb'nin çilek büyümesi ve kalitesi üzerindeki etkilerini azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda tüm dokularda Cd ve Pb içeriklerini önemli ölçüde azaltabildiği; genel olarak P, Cd ve Pb ile kirlenmiş toprağı iyileştirmek için büyük bir uygulama potansiyeline sahip olduğu açıklanmıştır (Lin vd. 2013).

Vetrova ve ark. (2014) 2006-2008 yıllarında, Orlovskaya Eyaleti'nde multielement antropojenik kirlilik altındaki açık gri orman toprağında yetişen dört çilek *Fragaria ananassa* (Duchesne ex Weston) çeşidinde kök, rizom, yaprak sapı, yaprak ve meyvelerde Pb, Ni, Zn, Fe ve Cu birikimini değerlendirmişler. *Rubinovii kulon*, *Mamochka* ve *Bylinnaya* çeşitlerinde yapraklardaki Pb içeriği, muhtemelen havadan gelen ekstra yaprak emiliminden dolayı köklerdekinden daha yüksek olduğu belirtilmiştir. *Bogema* çeşidinde Pb birikimi yavaş yavaş köklerden rizomlara, sonra yapraklara ve son olarak meyvelere doğru azaldığı, köklerdeki önemli Ni içeriği yalnızca *Mamochka* çeşidinde tespit edildiği belirtilmiştir. Test edilen diğer çeşitlerde, meyvelerdeki Ni birikimi yer altındaki kısımlara göre önemli ölçüde daha yüksek olduğu açıklanmıştır. Çilek bitki organları arasındaki Zn ve Fe dağılımı, çeşitli genetik özellikler ile belirlenmiştir. *Rubinovii kulon* ve *Mamochka* bitkilerinin vejetatif organlarında Zn birikmemiştir. Tersine, *Bogema* bitkilerinin köklerinde ve *Bylinnaya* bitkilerinin rizomlarında yüksek Zn birikimi bulunmuştur. *Rubinovii kulon*, *Mamochka* ve *Bogema* bitkilerinde Fe birikimi esas olarak köklerde ve meyvelerde tespit edilirken, *Bylinnaya* bitkilerinde bu element esas olarak rizomlarda ve yaprak saplarında yoğunlaşmıştır. Toprağı düşük ağır metal penetrasyonun ve hava kirliliği nedeniyle yetiştirilemeyen çeşitler arasında eşit olmayan toksik madde birikimi, meyvelerde ağır metal birikiminin ekolojik riskinin, yetiştiricilik için çeşitlerin bilinçli olarak seçilmesiyle azaltılabileceğini göstermektedir.

Cardoso ve ark. (2015), Brezilya'da aynı coğrafi bölgede, aynı iklim koşullarında ve aynı toprak türünde organik ve geleneksel tarımla üretilen mango, Trabzon hurması, Bardabos kirazı ve çilek meyvelerinin içeriklerini kıyaslamışlardır. Çalışma sonunda; organik mangonun daha yüksek miktarlarda Mg ve K içerdiği ve Cr içeriğinin konvansiyonel olanlara kıyasla daha yüksek olduğu, organik Trabzon hurmasının daha fazla miktarda Cu ve Zn içerdiği ve konvansiyonel olanlarda Mg, P, Na ve K konsantrasyonunun daha yüksek olduğu, konvansiyonel olarak yetiştirilen Bardabos kirazının, organik olanlardan daha yüksek miktarlarda Ca, Fe, Mn, Mo, Al ve Ni içeriğine

sahip olduğu, organik çileklerin ise Mo ve Al konsantrasyonlarının konvansiyonel olanlara kıyasla daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir.

Kocaman ve ark. (2015), Ergene ve Maritza Nehri ile sulanan topraklardaki ağır metal içeriğini ve ağır metallerin bölgede yetişen çeltik bitkisindeki miktar ve taşınımını belirlemişlerdir. Çalışma alanı toprakları Cr, Cu, Fe, Mn, Pb ve Zn açısından 8 kritik değerin altında olmasına rağmen Ni miktarı açısından sınır değerin üzerinde ($32,1-43,8 \text{ mg kg}^{-1}$) belirlenmiştir. Çeltik bitkisinde yapılan analizlere göre, ağır metallerin en fazla kökte biriktiği ve Pb içeriği açısından Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen $0,2 \text{ mg kg}^{-1}$ değerinin üzerinde ($0,25-0,35 \text{ mg kg}^{-1}$) olduğu bildirilmiştir.

Muradoğlu ve ark. (2015), çilek cv Camarosa bitkisinde pot deneyini kullanarak, Cd toksisitesini araştırdılar. Cd maruziyeti sonrası bitkinin hem kök hem de yapraklarında klorofil ve malonildialdehit (MDA) içerikleri, katalaz (CAT), süperoksit dismutaz (SOD), askorbat peroksidaz (APX) aktiviteleri ve mineral konsantrasyonlarını ölçtüler. Artan Cd konsantrasyonlarının uygulanmasıyla hem köklerde hem de yapraklarda Cd içeriği artmakla birlikte, yapraklardan çok köklerde birikim bulunmuştur. Yapraklarda klorofil a ve b azalmış; ancak hem köklerde hem de yapraklarda MDA seviyesi önemli ölçüde artmıştır. Artan Cd konsantrasyonları ile SOD ve CAT aktiviteleri de artmıştır. Cd stresi altında yapraklarda, K, Mn ve Mg konsantrasyonları, köklere göre daha yüksek bulunmuştur. Genel olarak artan Cd uygulamaları hem köklerde hem de yapraklarda K, Mg, Fe, Ca, Cu ve Zn konsantrasyonunu artırmıştır. Aşırı Cd uygulamaları hem köklerde hem de yapraklarda klorofil içeriğini azalttı; antioksidan enzim aktivitelerini arttırdı ve bitki besin konsantrasyonlarındaki değişiklikleri arttırdı. Bu çalışmada sunulan sonuçlar, Cd uygulamalarının klorofil içeriği üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğunu ve çilekte bitki büyümesini neredeyse %30 civarında azalttığını göstermektedir. Çilek bitkisinde, MDA ve antioksidan enzim (CAT, SOD ve APX) içeriklerinin Cd toleransını belirlemede iyi bir gösterge olarak değerlendirilmiş olabileceğini de belirtmektedir.

Su kıtlığı, atık suyun sulama için yeniden kullanımını dünya çapında giderek yaygınlaşan bir uygulama haline getirmektedir. Özellikle çiğ yenen gıda ürünleri veya mahsuller için atık su ile sulamanın güvenliğini sağlamak için kapsamlı kılavuzlar ve kriterler oluşturulmuştur.

Christou ve ark. (2016) kısa dönemli bir çalışmada, üçüncül arıtılmış atık su ile sulama tekniklerinin (damlama, yağmurlama, plastik malç altında damlama), içme suyu ile sulamaya kıyasla çilekli meyvelerin kalitesi ve güvenliği ile mahsulün verimliliği üzerine etkilerini değerlendirmişlerdir. Meyvelerin ağırlığı ve pazarlanabilirliğinin yanı sıra, meyvelerin tadı (çözünür katılar, titre edilebilir asitlik ve çözünür katı maddeler / titre edilebilir asitlik oranı), antioksidan kapasitesi (askorbik asit konsantrasyonu, FRAP, toplam fenolikler ve toplam antosiyanin içeriği), ağır metal üzerindeki etkiler içerik (Cu, Zn, Mn, Co, Ni) ve mikrobiyal kontaminasyon (toplam koliform, *E. coli*, *Salmonella* spp., *Listeria* spp.) değerlendirilmiştir. Sonuçlar, uygulanan sulama tekniğine bakılmaksızın, içme suyu ile sulamaya kıyasla, atık su ile sulamanın meyvelerin pazarlanabilirliğini, tadını ve antioksidan kapasitesini ve ağır metal içeriğini önemli ölçüde etkilemediğini ortaya koymuştur. Meyvelerin ağır metal içeriği, meyve güvenliği için belirlenen maksimum izin verilen seviyelerin altında bulunurken, tüm sulama suyu arıtmalarında meyvelerde mikrobiyolojik kontaminasyon (toplam koliform, *E. coli*, *Salmonella* spp., *Listeria* spp.) görülmemiştir.

Şangay'daki yürütmüş oldukları çalışmalarında, çilek meyvesinin toprak çevre kalitesini anlamak için çilek meyvesi toprağındaki kadmiyum, kurşun, arsenik, civa, krom, bakır ve çinko gibi ağır metallerin içerikleri örneklemiş ve analiz etmişler, toprak ortamının kalitesi Chongming, Fengxian, Pudong, Qingpu, Jinshan'daki çilek ana üretim alanlarında çilek bazları alınarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar 5 ilçenin topraklarında ortalama Cd, Pb, As, Hg, Cr, Cu ve Zn içeriklerinin 0.101 mg/kg, 16.111 mg/kg, 7.972 mg/kg, 0.123 mg/kg, 85.860 mg/kg, 23.248 mg/kg, 115.329 mg/kg olduğunu göstermiştir. Bunların tümü GB 15618-1995 "*topraklar için çevre kalite standardı*" ve HJ 332-2006 "*yenilebilir tarım ürünleri için tarım arazileri çevre kalite değerlendirme standartları*" sınır değerlerinin altındadır. Toprak ağır metalin tek kontaminasyon indeksi 1'in altında ve kapsamlı kontaminasyon indeksi 0,390 olarak belirtilmiştir. Toprağın kirlenmemiş ve temiz seviyede olması toprağın çilek yetiştiriciliğine uygun olduğunu göstermektedir. Ancak izlenen alanların çoğundaki ağır metal içeriği, Şangay toprak çevre arka plan değerinden daha yüksek olduğu ifade edilmiştir. Ortalama çinko içeriği, Şangay'daki toprak ortamının arka plan değerinin 1.34 katı olan en yüksek değer olduğu belirtilmiştir. Bu sonuçlar, özellikle çinko birikimi olmak üzere, izlenen bu alanların toprağında Cr, Hg ve Zn ağır metallerinin biriktiğini göstermiştir (Zhang vd. 2016).

Ağır metal terimi, bitkilerin ömrü ve kalitesi üzerindeki etkisiyle ilgili olduğunda, neredeyse her zaman olumsuz çağrışımlar ifade eder. Ancak bakır (Cu) ve çinko (Zn) gibi bazı ağır metaller bitkinin metabolizmasını sürdürmek için gereklidir ve bunlar olmadan bitki yaşam döngüsünü başarıyla tamamlayamaz. Mutric ve ark.'nın yaptığı bir çalışmanın amacı, Kuzeybatı Bosna'daki Gradacac bölgesinde yalancı topraklarda yoğun çilek ekiminde, toprak-bitki sistemindeki Zn ve Cu dinamiklerini incelemektir. Çileklerin incelenen toprak, yaprak ve meyvelerindeki Zn ve Cu içerikleri atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile belirlenmiştir. Zn ve Cu içerikleri sırasıyla; toprakta 82.06 +/- 14.07 ve 8.45 +/- 2.35, yapraklarda 100.34 +/- 4.61 ve 0.41 +/- 0.11, mg/kg kuru madde (DW) olarak ifade edilen meyvelerde 91.72 +/- 6.32 ve 0.32 +/- 0.18 belirtilmiştir. Çileklerin yapraklarında ve meyvelerinde Zn'nin alımı, yer değiştirmesi ve birikmesi, bitkinin bu elemente olan ihtiyacına göre tatmin edici bir seviyededir; ancak Cu dinamiği incelendiğinde, durum böyle değildi. Bunun temel nedenlerinden bazıları, incelenen toprakta düşük Cu içeriği, bitkide düşük Cu hareketliliği ve toprakta Zn ve Cu arasındaki antagonistik ilişki olduğu belirtilmiştir (Murtic vd. 2017).

Meyve ve sebzelerin insan beslenmesine önemli bir yeri olduğu bilinmektedir. Özellikle meyveler, antosiyaninler, organik asitler, tanenler, fenoller ve antioksidanlar gibi çok sayıda biyoaktif bileşik içerir. Meyvelerde organik maddeler dışında inorganik besinler de mevcuttur. Bazı metaller ve metaloidler insanlar için gereklidir, diğerleri ise zararlı etkiler gösterebilir. Kirlenmemiş alanlarda toplanan, yabani olarak yetiştirilen meyvelerin, potansiyel olarak toksik içerikler içermediği kabul edilir. Bununla birlikte, bulaşma süreçleri nedeniyle kirleticiler uzak bölgelere de ulaşabilir ve ayrıca kökler yoluyla topraktan metal alımı dikkate alınmalıdır. Zeiner ve arkadaşları (2018) tarafından sunulan çalışma, Hırvatistan'da kirlenmemiş bir bölgede toplanan yaban mersini, yaban mersini ve kuşburnulardaki Al, Cd, Cr, Ni ve Pb'nin belirlenmesi üzerine odaklanmıştır. Çalışma için alınan hiçbir örnekte ne Cd ne de Cr bulunamadığı, Ni seviyeleri, literatür verileriyle karşılaştırılabilir bir aralıkta, esas olarak 25 mg/kg 'a kadar çıktığı açıklanmıştır. Cd, Cr ve Ni ile ilgili olarak bu meyveleri ve meyveleri yemekten herhangi bir sağlık tehdidi beklenmediği belirtilmiştir (Zeiner ve Juranović Cindrić 2018).

Hattab ve ark. (2019) Tunus'un doğu-orta bölgesindeki geleneksel ve organik tarım yapılan alanlarda yetiştirilen domates, marul ve çileğin meyvelerinde ve yetiştirildiği topraklardan alınan toprak örneklerinde çeşitli mikro besinlerinin ve ağır metallerin (Fe, Mg, Mn, K, Ca, Na, Zn, Cu, Ni ve Cd) içeriklerinin değerlendirmesi yapmışlardır. Araştırmacılar çalışma sonucunda konvansiyonel parsellerden alınan toprak ve meyve örneklerinde organik parsellere kıyasla daha yüksek ağır metal içeriğine rastlanıldığını bildirmişlerdir

Literatürde yer alan bu çalışmalardan da anlaşılacağı gibi organik yetiştiricilik teknikleri meyve ve sebzeler her zaman ürünlerin güvenilirliğinde veya mineral kalitesinde belirgin bir üstünlüğe yol açmamakta ve bazı durumlarda tüketicilerin sağlıklı bulduğu için tükettiği organik ürünler ağır metaller gibi toksik elementler içerebilmektedir. Literatürde farklı yetiştirme tekniklerinin meyve ve sebzelerin mineraller ve toksik element içeriği üzerindeki etkisini araştıran çalışmalar sınırlıdır.

Bu araştırmanın ana hedefi 4 mevsim herkes tarafından sevilerek, taze ve işlenmiş olarak tüketilen çileğin ağır metal içeriklerinin belirlenmesi, farklı yetiştirme tekniklerinin ağır metal (Pb, Cu, Zn ve Cd) içeriğine olan etkilerini incelemektir. Bu hedef doğrultusunda; Konya ili Hüyük ilçesinden hasat edilen çilek meyvelerinde, aşağıda sıralanmış olan işlemlerin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır;

- a) Çilek meyvelerinin ne derece ağır metal kirliliğine maruz kaldıklarını araştırmak.
- b) Çilek meyve kalite kriterlerinin ve ağır metal içeriklerinin kıyaslanmasını sebepleri ile araştırmak.
- c) Çilek meyvesinde Cd, Cu, Pb ve Zn gibi ağır metallerin neden olduğu çevre kirliliğin boyutlarını gözlemlemek, sonuçlarını tartışarak farklı çözüm yolları araştırmak.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Araştırmada Konya ili Hüyük İlçesi'nde organik ürün sertifikası olan 10 organik çilek üreticisinden ve yine aynı bölgede 10 farklı konvansiyonel çilek üreticisinden temin edilen çilek meyveleri kullanılmıştır. Bu araştırmada bitkisel materyal olarak kullanılan çilek, üzüksü bitkiler arasında sınıflandırılan çok yıllık, otsu ve herdem yeşil bir bitki olup dünyanın birçok bölgesinde yetiştirilmektedir (Şekil 3.1). İçerdiği doğal antioksidanların yanısıra vitamin, mineral, fenolik bileşikler, antosiyaninler ve flavanoidler bakımından zengin oluşu nedeniyle, çilek meyvesi özellikle insanların diyetlerine daha özen gösterdikleri günümüzde, tüketiciler tarafından aranan bir meyve haline gelmiştir (Bayram vd. 2013). Çalışma kapsamında *Albion* çilek çeşidi kullanılmıştır. Gün nötr bir çeşit olan *Albion*, iri meyveli, sert, konik biçimli, aroma ve şeker oranı yüksek olan bir çeşit olarak bildirilmektedir. Çeşit ayrıca *Verticillium* solgunluğu, *Phytophthora* ve antraktoz meyve çürüklüğüne karşı dayanıklıdır (Türemiş ve Ağaoğlu 2013).

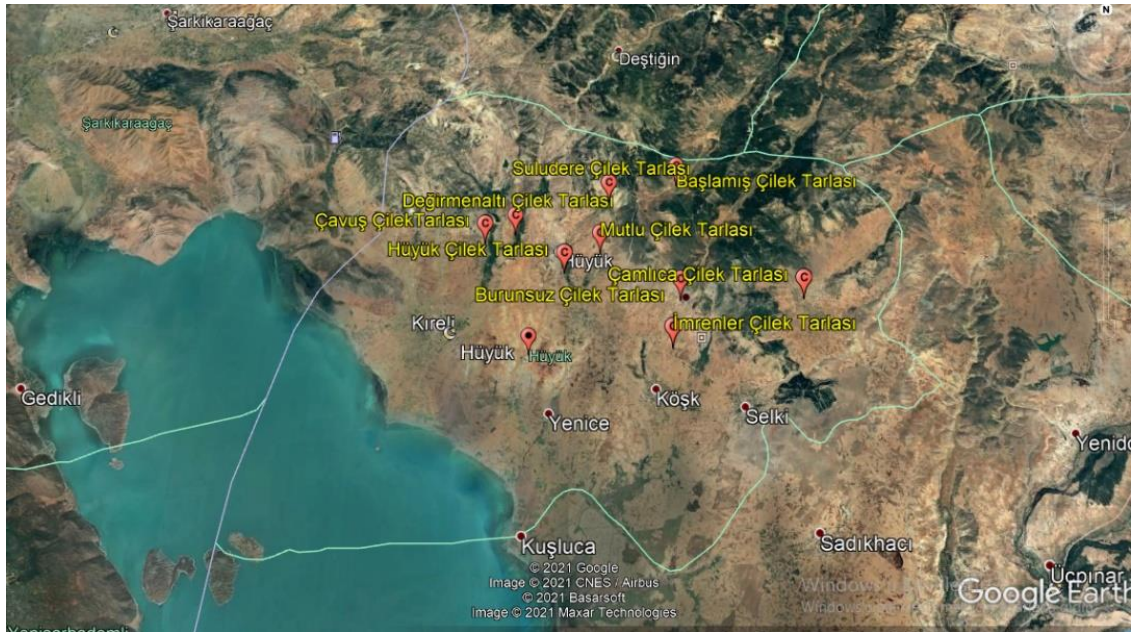


Şekil 3.1. Albion çilek çeşidinin meyvesinden bir görüntü

3.1.1. Araştırma alanının özellikleri

Araştırma 2019-2020 yıllarında Konya İl'inin Hüyük İlçesi'nde yürütülmüştür. Hüyük İlçesi, 37° 57' Kuzey enlemi ile 31° 35' Doğu boylamı arasında yer almaktadır. Konya'nın batısında bulunan ilçe, Konya il merkezine 90 km uzaklıktadır. İlçenin deniz seviyesinden ortalama yüksekliği, 1.245 m'dir. İlçenin kuzeyinde Doğanhisar, güneyinde Beyşehir, batısında Beyşehir Gölü ve doğusunda Isparta'nın Şarkikaraağaç İlçesi bulunmaktadır. İlçenin yüzölçümü, 448 km² olup; 2020 yılı itibarıyla ilçe nüfusu 15.595'dur. İlçenin kuzey ve doğusu dağlarla çevrili olup; konum itibarıyla Akdeniz Bölgesi'nin kuzeyinde ve Göller Bölgesi'nde yer aldığından, iklim olarak Akdeniz ile İç

Anadolu arasında bir özellik göstermektedir. Göller Bölgesi'nin tipik özelliği olarak; yazları sıcak ve kurak, kışları ise yağmur ile kar yağışları olmaktadır. Uzun yıllar ortalaması olarak sıcaklık 10.3 °C, yıllık yağış toplamı ise 526 mm'dir. İlçede bozkır bitki örtüsüne ait floralar görülmekle birlikte ardıç, meşe ve çamdan oluşan ormanlık alanlar da bulunmaktadır. İlçenin büyük bir kısmındaki toprak yapısı aynıdır. İlçenin zemini, kireçtaşı, silt, kil karışımı şistleşmiş marnlardan oluşmaktadır. İlçe arazisi, hafif meyilli geniş düzlükler şeklindedir. Türkiye'nin pek çok yerinde olduğu gibi Hüyük İlçesi'nde de araziler parçalı ve ortalama arazi büyüklüğünden küçüktür. İlçe, toplam 408.410 dekar arazi varlığına sahiptir. Bunun 189.520 dekarı tarım arazisi olup; bu alanın 37.884 dekarı sulu, 151.636 dekarı kuru tarım alanıdır. Ormanlık arazi 118.443 dekar, çayır-mera alanı 29.740 dekar, kullanım dışı arazi ise 70.707 dekardır (Anonim 2014). Meyve örnekleri Hüyük ilçesinde 10 farklı mahallede (Şekil 3.2) bulunan 20 farklı çilek tarlasından hasat edilmiştir. Bu çiftçilerimizle yaptığımız görüşmede özellikle Hüyük Belediye Başkanlığı'nın çilek üreticiliği konusunda kendilerine çok destek olduğu, çiftçi eğitim programları düzenlediği belirtilmiştir. Özellikle organik üretim sertifikası olan üreticilerin 5 yıl ve daha üzeri yıl çilek üreticiliği yaptıkları, 850 metrekareden 10.000 metrekare alana kadar değişen tarlalarda üretim yaptıkları ve geçimlerini sadece bu işten kazandıkları bilgisi alınmıştır. Yetiştirme koşullarını değerlendirdiğimizde, bütün üreticiler açık arazide bulunan tarlalarında 1m genişliğindeki sırtlara üçgen dikim, 130 cm eninde siyah naylon malçlama yaptıkları görülmüştür. Sertifikalı organik çilek üretimi yapan ve konvansiyonel çilek üretimi yapan çiftçiler ile yapılan görüşmelerde, yakın çevrelerinde bulunan farklı sulama göletlerinden (Mutlu DSİ göleti, Suludere DSİ göleti, Çavuş DSİ göleti) damlama sulama yöntemiyle yaz aylarında üç günde bir sulama yaptıkları, organik çilek üretimi yapan çiftçilerin genelinde kendi sondajları olduğu, organik çilek üretimi yapan çiftçilerin gübre olarak çiftlik gübresi, güvercin gübresi, tavuk gübresi kullandıkları, konvansiyonel çilek üretimi yapan çiftçilerin de çiftlik gübresi yanında farklı sentetik gübreler ve kimyasal yabancı ot ilaçları kullandıkları beyan edilmiştir.



Şekil 3.2. Albion çilek örneklerinin hasat edildiği istasyonlar

3.2. Metot

Çalışma ilkbahar ve sonbahar üretim sezonlarını kapsayacak şekilde 2 farklı dönemde yürütülmüştür. Meyveler, üreticilerden hasat zamanı dikkate alınarak; her örnek 1 kg olmak üzere, 3 tekerrür ve eş zamanlı olarak alınmıştır (Şekil 3.2). Her sezonda elde edilen 30 adet organik ve 30 adet konvansiyonel çilek örnekleme, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarlarına ulaştırılarak, meyve kalite analizleri yapılmıştır. Meyvelerin ağır metal analizleri ise hizmet alımı ile Özel İstanbul Çevre Analiz Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.



a)



b)

Şekil 3.3. a) Örneklem yapılan araziden bir görüntü; b) Meyve örneklerinin alınmasından bir kesit

3.2.1. Meyve kalite parametrelerinin belirlenmesi

Toplanarak laboratuvara getirilen çilek meyvelerinin bir kısmı belirlenen kalite analizlerinin yapılması amacıyla önce çeşme suyuyla ardından 2 kez çift distile su ile yıkanmıştır. Yıkanan meyve örneklerinde aşağıda belirtilen kalite parametreleri incelenmiştir.

3.2.1.1. Meyve eni ve boyu (mm)

Her parselden, her derimde rastgele alınan 20 meyvenin eni ve boyu, dijital kumpas yardımıyla ölçülerek belirlenmiştir.

3.2.1.2. Meyve ağırlığı (g)

Her yinelemeden elde edilen meyvelerin tamamı sayılarak tartılacak ve ortalama meyve ağırlığı “g” olarak tespit edilmiştir.

3.2.1.3. Meyve eti sertliği (kg)

Her yinelemeden tesadüfi olarak seçilen 20 meyvenin dış yüzeyinin orta bölgesinden penetrometrenin 5/1611 (0,79 cm çaplı)'lık ucu ile ölçülerek kg olarak belirlenmiştir (Kaşka vd. 1986).

3.2.1.4. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM)

Her yinelemeden tesadüfi olarak seçilen 20 meyveden elde edilen meyve suyunda el refraktometresi ile % olarak tespit edilmiştir (Kaşka vd. 1986).

3.2.1.5. pH

Her yinelemeden rastgele seçilen 20 meyveden elde edilen meyve suyunda, pH metre ile tespit edilmiştir (Kaşka vd. 1986).

3.2.1.6. Titre edilebilir asitlik (%)

Her yinelemeden rastgele seçilen 20 meyveden elde edilen meyve suyundan 1 mL alınmış ve saf su ile 50 mL'ye tamamlanmıştır. Örneğin pH değeri 8,1 oluncaya kadar 0,1 N Sodyum Hidroksitle (NaOH) titre edilmiştir. Hesaplamalar, sitrik asit cinsinden % olarak belirlenmiştir (Özdemir vd. 2001).

3.2.2. Ağır metal analizleri

Meyve, toprak ve su örneklerinin ağır metal analizleri, hizmet alımı yoluyla gerçekleştirilmiştir. Toplanarak çilek meyvelerinin bir kısmı -80 °C'de dondurulmuş ve kuru buzla paket yapılarak -18 °C'de soğuk zincire dikkat edilerek özel poly ambalaj paketlerle Çevre Gıda Analiz (İstanbul) isimli özel laboratuvara gönderilmiştir.

3.2.3. İstatistiksel analiz

Çalışmada tüm örneklemeler üç tekrarlı olarak yapılmış ve elde edilen sayısal değerler varyans analizine tabi tutulup, uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiksel açıdan önemlilik derecesi ortaya konulmuştur. Bunun için % 0.5 düzeyinde Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Bu amaçla SPSS İstatistik yazılım paket programının 2013 yılında çıkarılan 22. sürümünden yararlanılmıştır.

4.BULGULAR

4.1. Meyve eni (mm)

İlkbahar döneminde hasat edilen meyvelerde, meyve eni değerleri, konvansiyonel olarak yetiştirilenlere kıyasla, organik olarak yetiştirilen meyvelerde daha yüksek bulunmuştur. Organik ve konvansiyonel olarak üretilen meyveler, hasat edildikleri istasyonlara göre kendi içinde kıyaslandığında ise en yüksek organik meyve eni değeri 57.89 mm olarak istasyon 9’da; en yüksek konvansiyonel meyve eni değeri ise 29.39 mm olarak istasyon 6’da bulunmuştur (Çizelge 4.1.).

Organik ve konvansiyonel meyvelerin kalite kriterlerinden meyve eni bakımından kıyaslanması sonucunda aşağıdaki şekilde de (Çizelge 4.1.) görüldüğü gibi 6 nolu istasyon dışında tüm istasyonlarda organik meyvelerin, konvansiyonel olanlara kıyasla daha yüksek ortalama meyve enine sahip olduğu görülmektedir. Genellikle sentetik kimyasallarla muamele edilemeyen organik bitkisel ürünlerin verim ve kalitesinin düşük olacağı görüşü, üreticiler arasında yaygındır. Bu çalışma sonucunda ise kalite kriterleri içerisinde önemli bir yeri olan meyve eni kriteri bakımından organik parsellerden daha iyi sonuç alındığı görülmektedir. Yetiştiricilik alanının, coğrafi konumunun bu durumun ana sebeplerinden birisi olduğu düşünülmektedir. Konvansiyonel yetiştiriciliğin yoğun olduğu düşük rakımlı ve düz araziye sahip bölgelerde, uzun yıllar boyunca yoğun sentetik kimyasal kullanımı doğal dengeyi bozabilmekte, bazı önemsiz zararlılar ana zararlı durumuna gelebilmekte ve netice itibarı ile her geçen yıl artan bir pestisit kullanımı söz konusu olabilmektedir. Yoğun pestisit kullanımı doğal düşmanların sayısını azaltabilmekte, hastalık ve zararlı popülasyonlarında ciddi artışlar görülebilmektedir. Bunun yanı sıra uzun yıllar boyunca sürdürülen sentetik kimyasal gübre kullanımı ise toprak canlılığını olumsuz etkilemekte; mikroorganizma miktarı azalan toprağın ise verimliliği düşebilmektedir (Şener vd. 2020). Dolayısıyla doğal dengenin ve toprak canlılığının zarar görmediği alanlarda organik meyvelerin kalite kriterlerinin daha yüksek olabilmesi olası görülmektedir.

Sonbaharda hasat edilen meyvelerde, meyve eni değerleri incelendiğinde ise hem organik hem konvansiyonel olarak üretilen meyvelerin, meyve eni boyutlarının hasat edilen istasyonlara göre değiştiği belirlendi. Organik meyvelerde en yüksek meyve eni değeri istasyon 9 da 62.20 mm olarak belirlenirken; konvansiyonel meyvelerde en yüksek meyve eni değeri, 29.73 mm olarak istasyon 3’de bulunmuştur (Çizelge 4.1.).

Hasat edilen mevsim ve istasyon ayrımı yapmadan genel olarak meyveler incelendiğinde, organik meyvelerde meyve eni ortalaması, konvansiyonel yetiştirilen meyvelerden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.1). Bizim bulgularımızdan farklı olarak Ersoy (2011) tarafından yapılan bir araştırmada, Mersin ekolojik koşullarında yetiştirilen organik ve konvansiyonel çileklerde meyve eni kıyaslandığında konvansiyonel çileklerde meyve eni organik çileklere kıyasla daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Yetiştiricilik Sezonu ve Tekniklerine Göre Farklı İstasyonlardan Alınan Meyvelerin Ortalama Meyve Eni Değerleri (mm)

İlkbahar Yetiştiricilik Sezonu			
İstasyonlar	Yetiştirme Tekniği		İstasyon Ortalamaları
	Organik	Konvansiyonel	
1	25,47 c*	23,97 bcd	24,72 cd
2	30,00 c	21,57 cd	25,78 cd
3	26,01 c	24,31 abcd	25,16 cd
4	26,12 c	25,19 abcd	25,65 cd
5	26,12 c	19,83 d	22,97 d
6	26,07 c	29,39 ab	27,73 cd
7	31,29 c	26,80 ab	29,05 c
8	41,71 b	29,73 a	35,72 b
9	57,89 a	26,15 abc	42,02 a
10	57,73 a	24,73 abcd	41,23 a
Yetiştirme Tekniği Ortalamaları	34,84 A	25,17 B	
Sonbahar Yetiştiricilik Sezonu			
İstasyonlar	Yetiştirme Tekniği		İstasyon Ortalamaları
	Organik	Konvansiyonel	
1	29,87 c	24,26 ab	27,07 c
2	26,25 c	24,72 ab	25,48 c
3	30,34 c	29,73 a	30,03 bc
4	24,96 c	24,73 ab	24,84 c
5	26,28 c	25,19 ab	25,74 c
6	30,36 c	29,03 a	29,69 bc
7	30,19 c	21,25 b	25,72 c
8	39,04 b	25,19 ab	32,12 b
9	62,20 a	24,11 ab	43,16 a
10	26,21 c	24,34 ab	25,27 c
Yetiştirme Tekniği Ortalamaları	32,57 A	25,25 B	
Sezon X İstasyon	Ö.D.		
Sezon X Yetiştirme Tekniği	*		
İstasyon X Yetiştirme Tekniği	*		
Sezon X Yetiştirme Tekniği X İstasyon	*		

* Aynı sütunda yapılan farklı harflendirmeler istatistiki olarak önemli farklılıkları göstermektedir ($P \leq 0.05$). Ö.D. istatistiki olarak farklılıklar önemli değildir ($P \leq 0.05$).

4.2. Meyve boyu (mm)

İlkbahar döneminde hasat edilen meyvelerin boyları incelendiğinde, genel olarak organik yetiştirilen meyvelerin boylarının konvansiyonellere kıyasla daha yüksek olduğu belirlendi. İncelenen örneklerde en yüksek organik meyve boyu, 65.03 mm olarak

istasyon 9'da; en yüksek konvansiyonel meyve boyu, 36.88 mm olarak istasyon 6'dan alınan meyvelerde bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Yetiştiricilik Sezonu ve Tekniklerine Göre Farklı İstasyonlardan Alınan Meyvelerin Ortalama Meyve Boyu Değerleri (mm)

İlkbahar Yetiştiricilik Sezonu			
İstasyonlar	Yetiştirme Tekniği		İstasyon Ortalamaları
	Organik	Konvansiyonel	
1	36,17 d*	31,71 ab	33,94 cd
2	38,13 d	27,46 bc	32,80 cd
3	35,37 d	20,26 cd	27,81 e
4	35,00 d	19,35 d	27,17 e
5	33,14 d	25,25 bcd	29,20 de
6	35,13 d	36,88 a	36,00 bc
7	40,51 cd	19,26 d	29,89 de
8	46,04 c	24,63 cd	35,33 bc
9	65,03 a	23,77 cd	44,40 a
10	55,56 b	23,19 cd	39,38 b
Yetiştirme Tekniği Ortalamaları	42,01 A	25,18 B	
Sonbahar Yetiştiricilik Sezonu			
İstasyonlar	Yetiştirme Tekniği		İstasyon Ortalamaları
	Organik	Konvansiyonel	
1	37,32 bcd	19,35 b	28,33 c
2	35,24 bcd	36,88 a	36,06 b
3	34,83 bcd	24,63 b	29,73 c
4	32,03 d	24,63 b	28,33 c
5	33,85 cd	19,35 b	26,60 c
6	40,60 b	36,84 a	38,72 ab
7	40,06 bc	19,68 b	29,87 c
8	37,91 bcd	19,35 b	28,63 c
9	64,89 a	19,35 b	42,12 a
10	36,28 bcd	19,53 b	27,91 c
Yetiştirme Tekniği Ortalamaları	39,30 A	23,96 B	
Sezon X İstasyon	*		
Sezon X Yetiştirme Tekniği	Ö.D.		
İstasyon X Yetiştirme Tekniği	*		
Sezon X Yetiştirme Tekniği X İstasyon	*		

* Aynı sütunda yapılan farklı harflendirmeler istatistiki olarak önemli farklılıkları göstermektedir ($P \leq 0.05$). Ö.D. istatistiki olarak farklılıklar önemli değildir ($P \leq 0.05$).

Sonbaharda hasat edilen meyveler incelendiğinde ise en yüksek meyve boyu organik meyvelerde, 64.89 mm olarak istasyon 9'da; konvansiyonel meyvelerde, 36.88 mm olarak istasyon 2'de bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Hasat edilen mevsim ve istasyon ayrımı gözetmeksizin yetiştirme tekniğine göre meyveler incelendiğinde, organik meyvelerde meyve boyu ortalaması konvansiyonel yetiştirilen meyvelerden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.2). Ersoy (2011) tarafından yapılan bir araştırmada, Mersin ili ekolojik koşullarında yetiştirilen organik ve konvansiyonel çileklerde meyve boyu kıyaslanmış ve istatistiksel olarak önemli bulunmamakla birlikte, organik olarak yetiştirilen çileklerin meyve boyunun konvansiyonellere kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

4.3. Meyve ağırlığı (g)

İlkbaharda hasat edilen meyvelerde meyve ağırlıkları incelendiğinde hem organik hem konvansiyonel olarak üretilen meyvelerin ağırlıklarının hasat edilen istasyonlara göre değiştiği belirlenmiştir. En yüksek organik meyve ağırlığı, 10.82 g olarak istasyon 7'de, en yüksek konvansiyonel meyve ağırlığı ise 14.63 g olarak istasyon 9'da belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Organik ve konvansiyonel çilek üretiminin meyve kalitesi bakımından kıyaslandığı bazı çalışmalarda da benzer sonuçlara ulaşıldığı literatürde görülmektedir (Reganold vd. 2010).

Çalışma kapsamındaki istasyonların genelinde, sonbaharda hasat edilen meyvelerin ağırlıkları, organik meyvelerde konvansiyonel meyvelere kıyasla daha yüksek bulunmuştur. En yüksek organik meyve ağırlığı, 11.38 g olarak istasyon 6'da; en yüksek konvansiyonel meyve ağırlığı, 10.29 g olarak istasyon 3'de bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Türkiye ile benzer iklim özelliklerine sahip olan ve çilek yetiştiriciliğinin yaygın olduğu Güney İtalya Bölgesi'nde yapılan, organik ve konvansiyonel çilek yetiştiriciliğinin kıyaslandığı çalışma sonucunda da bizim çalışmamıza benzer şekilde, organik parsellerden elde edilen çilek meyvelerinin ortalama meyve ağırlığı konvansiyonel olanlara kıyasla istatistiki anlamda önemli düzeyde farklı bulunmuştur (Conti vd. 2014). Bunun dışında, Samsun ilinde yapılan bir diğer çalışmada, 5 farklı çilek çeşidinin organik ve konvansiyonel yetiştiricilik koşulları altındaki performansları incelenmiş ve çeşitlere göre değişmekle birlikte, organik olarak yetiştirilen meyvelerin meyve ağırlığı bakımından konvansiyonel olanlarla kıyasla (*Kabarla Cv.*, *Redlans hope Cv.*) daha yüksek sonuç verdiği görülmüştür (Macit vd. 2007). Bunun yanı sıra Rhainds ve Kovach (2002) yapmış oldukları çalışmada organik ve konvansiyonel yöntemlerle yetiştirilen çileklerin verim kriterlerini kıyaslamış ve çalışma sonucunda, verimin organik parsellere göre klasik parsellerde daha yüksek olduğunu fakat ortalama meyve ağırlığının yetiştirme sistemleri tarafından etkilenmediğini bildirmişlerdir. Verim kriterleri bakımından farklı çalışmalardan farklı sonuçlar elde edilebilmektedir. Çünkü verim parametreleri bitkilerin, yetiştirildiği bölgenin iklim ve toprak özelliklerinden, yetiştirilme tekniklerinden veya kullanılan bitki büyüme düzenleyicilerin içeriğinden dolayı farklılık gösterebilmektedir.

Çizelge 4.3. Yetiştiricilik Sezonu ve Tekniklerine Göre Farklı İstasyonlardan Alınan Meyvelerin Ortalama Meyve Ağırlıkları (g)

İlkbahar Yetiştiricilik Sezonu			
İstasyonlar	Yetiştirme Tekniği		İstasyon Ortalamaları
	Organik	Konvansiyonel	
1	7,87 cde*	5,23 de	6,55 ef
2	9,54 abc	4,07 e	6,81 ef
3	10,15 ab	5,60 cde	7,87 cde
4	8,12 cde	5,90 cde	7,01 def
5	7,47 de	5,58 cde	6,53 ef
6	7,88 cde	10,29 b	9,08 bc
7	10,82 a	7,89 c	9,36 ab
8	8,86 bcd	7,58 cd	8,22 bcd
9	6,65 e	14,63 a	10,64 a
10	6,41 e	5,28 de	5,85 f
Yetiştirme Tekniği Ortalamaları	8,38 A	7,21 B	
Sonbahar Yetiştiricilik Sezonu			
İstasyonlar	Yetiştirme Tekniği		İstasyon Ortalamaları
	Organik	Konvansiyonel	
1	9,46 bc	5,90 b	7,68 bcd
2	10,15 ab	5,58 b	7,87 bc
3	8,61 bcd	10,29 a	9,45 a
4	7,24 de	5,90 b	6,57 de
5	8,36 cde	5,62 b	6,99 cde
6	11,38 a	6,07 b	8,72 ab
7	11,22 a	5,90 b	8,56 ab
8	8,66 bcd	5,90 b	7,28 cde
9	6,84 e	5,90 b	6,37 e
10	7,98 cde	5,64 b	6,81 cde
Yetiştirme Tekniği Ortalamaları	8,99 A	6,27 B	
Sezon X İstasyon	*		
Sezon X Yetiştirme Tekniği	*		
İstasyon X Yetiştirme Tekniği	*		
Sezon X Yetiştirme Tekniği X İstasyon	*		

* Aynı sütunda yapılan farklı harflendirmeler istatistiki olarak önemli farklılıkları göstermektedir ($P \leq 0.05$). Ö.D. istatistiki olarak farklılıklar önemli değildir ($P \leq 0.05$).

4.4. Meyve sertliği (kg)

İlkbaharda hasat edilen meyvelerde meyve sertliği incelendiğinde konvansiyonel olarak üretilen meyvelerin sertlik derecelerinin hasat edilen istasyonlara göre istatistiksel anlamda farklı olduğu belirlendi. En yüksek meyve sertliği değeri, organik meyvelerde, 5.72 kg olarak istasyon 7’de; konvansiyonel olarak yetiştirilmiş meyvelerde ise 8.18 kg olarak istasyon 1’de bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Çalışma kapsamındaki istasyonların genelinde, sonbaharda hasat edilen meyveler için meyve sertlik değeri, organik meyvelere kıyasla konvansiyonel meyvelerde daha yüksek bulunmuştur. En yüksek meyve sertliği, organik meyvelerde, 5.79 kg olarak istasyon 7’de; konvansiyonel meyvelerde ise 6.81 kg olarak istasyon 1’de bulunmuştur (Çizelge 4.4). Bunun yanı sıra sonbahar sezonunda hasat edilen meyvelerin sertlik dereceleri bakımından farklı istasyonlar arasında önemli derecede farklılık göstermediği belirlenmiştir.

Bizim bulgularımızdan farklı olarak, Reganold ve arkadaşları (2010) organik olarak yetiştirilen çileklerde meyve sertliğinin konvansiyonellere kıyasla daha yüksek çıktığını belirlemiştir. Fakat benzer bir çalışma olan, organik ve konvansiyonel çilek yetiştirme sistemlerinin kıyaslandığı bir diğer çalışmada bizim sonuçlarımızla benzer şekilde istatistiksel açıdan uygulamalar ve yıllar arasında meyve eti sertliği bakımından önemli bir fark tayin edilmemiştir (Atasay ve Türemiş, 2008). Bunun yanı sıra Keleş (2012), *Camarosa* çeşidinde ortalama meyve eti sertliği değerini 0.733-0.995 kg, *Festival* çeşidinde ise 0.718-0.971 kg arasında bildirmiştir. Yumuşak meyvelere sahip olan çilekte meyve eti sertliği değeri çeşit özelliklerine göre değişebildiği gibi, tüm meyvelerde olduğu gibi gece gündüz sıcaklık farkından da etkilenebilmektedir. Ayrıca Neuweler (1997) çilek bitkinin azot alımı ile meyve eti sertliği arasında doğru orantılı bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızdan elde edilen meyve eti sertliği değerleri literatürden (Atasay ve Türemiş, 2008; Keleş 2012; Neuweler 1997) verilen değerlerle örtüşmektedir

Çizelge 4.4. Yetiştiricilik Sezonu ve Tekniklerine Göre Farklı İstasyonlardan Alınan Meyvelerin Ortalama Meyve Sertliği Değerleri (kg)

İlkbahar Yetiştiricilik Sezonu			
İstasyonlar	Yetiştirme Tekniği		İstasyon Ortalamaları
	Organik	Konvansiyonel	
1	5,59	8,18 a*	6,89 a
2	4,17	5,30 b	4,74 b
3	4,21	6,38 ab	5,29 ab
4	5,30	6,08 ab	5,69 ab
5	4,42	5,36 b	4,89 b
6	3,90	5,75 ab	4,82 b
7	5,72	5,19 b	5,46 ab
8	5,35	5,18 b	5,27 ab
9	5,59	4,90 b	5,24 ab
10	5,07	6,43 ab	5,75 ab
Yetiştirme Tekniği Ortalamaları	4,93 B	5,88 A	
Sonbahar Yetiştiricilik Sezonu			
İstasyonlar	Yetiştirme Tekniği		İstasyon Ortalamaları
	Organik	Konvansiyonel	
1	3,97	6,81	5,39
2	4,01	6,08	5,04
3	4,71	5,36	5,03
4	5,20	6,38	5,79
5	4,28	6,08	5,18
6	5,72	6,24	5,98
7	5,79	4,91	5,35
8	4,84	6,08	5,46
9	5,78	5,99	5,89
10	5,30	5,96	5,63
Yetiştirme Tekniği Ortalamaları	4,96 B	5,99 A	
Sezon X İstasyon	Ö.D.		
Sezon X Yetiştirme Tekniği	Ö.D.		
İstasyon X Yetiştirme Tekniği	Ö.D.		
Sezon X Yetiştirme Tekniği X İstasyon	Ö.D.		

* Aynı sütunda yapılan farklı harflendirmeler istatistiki olarak önemli farklılıkları göstermektedir ($P \leq 0.05$). Ö.D. istatistiki olarak farklılıklar önemli değildir ($P \leq 0.05$).

4.5. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM)

İlkbaharda hasat edilen meyvelerin SÇKM değerleri incelendiğinde, organik meyvelerde en yüksek SÇKM değeri, %10 olarak istasyon 5’de; konvansiyonel meyvelerde en yüksek SÇKM değeri yine %10 olarak istasyon 6’da bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Sonbaharda hasat edilen meyvelerde, SÇKM değerleri incelendiğinde ise en yüksek SÇKM değeri, organik meyvelerde, %10 olarak istasyon 4’de; konvansiyonel meyvelerde ise %9 olarak istasyon 4’de bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Bizim bulgularımıza benzer olarak, Özkan ve Gülerüz’e (2016) göre Erzurum ekolojik koşullarında organik olarak yetiştirilen çileklerin, SÇKM değerleri konvansiyonel olarak yetiştirilenlerden daha yüksek çıkmıştır. Benzer şekilde Balcı (2005) klasik ve organik çilek yetiştiriciliğinin etkilerini araştırdığı çalışma sonucunda Sweet Charlie ve Camarosa çeşitlerinde SÇKM içeriğinin organik parsellerden elde edilen meyvelerde daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Bu durumun sebebinin organik tarımda kullanılan organik madde ve mikrobiyal içeriği yüksek olan gübreler olduğu düşünülmektedir. Nitekim, Wang ve Lin (2002) 2 farklı çilek çeşidinde %100 toprak, %50 toprak + %50 kompost ve %100 kompost, %50 toprak + %50 kum olmak üzere 4 ayrı uygulamanın etkinliğini araştırmış ve çalışma sonucunda kompost kullanımının her 2 çeşitte de titre edilebilir asit, SÇKM, şeker (fruktoz, glikoz ve toplam şeker) ve organik asit (malik ve 13 sitrik asit) içeriğini önemli derecede artırdığını saptamışlardır.

Çizelge 4.5. Yetiştiricilik Sezonu ve Tekniklerine Göre Farklı İstasyonlardan Alınan Meyvelerin Ortalama SÇKM Değerleri

İlkbahar Yetiştiricilik Sezonu			
İstasyonlar	Yetiştirme Tekniği		İstasyon Ortalamaları
	Organik	Konvansiyonel	
1	7,00 cd*	8,67 ab	7,83 ab
2	7,50 bcd	9,00 ab	8,25 ab
3	9,00 ab	5,33 c	7,17 b
4	8,00 bcd	7,83 b	7,92 ab
5	10,00 a	8,00 b	9,00 a
6	8,00 bcd	10,00 a	9,00 a
7	8,67 abc	7,33 b	8,00 ab
8	8,83 ab	7,33 b	8,08 ab
9	9,00 ab	9,00 ab	9,00 a
10	6,83 d	5,17 c	6,00 c
Yetiştirme Tekniği Ortalamaları	8,28 A	7,77 B	
Sonbahar Yetiştiricilik Sezonu			
İstasyonlar	Yetiştirme Tekniği		İstasyon Ortalamaları
	Organik	Konvansiyonel	
1	7,17 c	7,50 bc	7,33 de
2	6,95 c	8,00 abc	7,47 cde
3	6,93 c	7,00 c	6,97 e
4	10,00 a	9,00 a	9,50 a
5	8,13 bc	8,67 ab	8,40 bc
6	8,32 bc	5,00 d	6,66 e
7	8,00 bc	8,00 abc	8,00 cd
8	9,00 ab	7,83 abc	8,42 bc
9	8,00 bc	7,00 c	7,50 cde
10	9,33 ab	8,67 ab	9,00 ab
Yetiştirme Tekniği Ortalamaları	8,18 A	7,67 B	
Sezon X İstasyon	Ö.D.		
Sezon X Yetiştirme Tekniği	*		
İstasyon X Yetiştirme Tekniği	Ö.D.		
Sezon X Yetiştirme Tekniği X İstasyon	Ö.D.		

* Aynı sütunda yapılan farklı harflendirmeler istatistiki olarak önemli farklılıkları göstermektedir ($P \leq 0.05$). Ö.D. istatistiki olarak farklılıklar önemli değildir ($P \leq 0.05$).

4.6. pH değeri

İlkbaharda hasat edilen meyvelerin pH değerleri incelendiğinde, organik parsellerden elde edilen meyvelerin ortalama pH değerleri arasında önemli bir farklılık belirlenemezken, en yüksek pH değeri, 3.63 olarak istasyon 2’de, konvansiyonel parsellerinden hasat edilen meyvelerde ise en yüksek pH değeri, 3.92 olarak istasyon 5’de; sonbahar döneminde ise organik çilekte 3.70 ile istasyon 4’ de, konvansiyonel çilekte 3.80 ile istasyon 9 ve 10’ da tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Meyve suyu pH’sı organik ve konvansiyonel uygulamaların yapıldığı ilkbahar döneminde organik çilek ortalaması 3.51 bulunurken, konvansiyonel çilek ortalaması 3.47; sonbahar döneminde ise organik çilek ortalaması 3.50, konvansiyonel çilek ortalaması 3.54 olarak tespit edilmiştir.(Çizelge 4.6.). Akçay (2014) *Rubygem* ve *Fortuna* çilek çeşitlerinde farklı N dozlarının pH değerine etkisini değerlendirmiş ve elde edilen sonuçların 4.08 ile 4.19 aralığında olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar bu değerin biraz altında kalmıştır. Bunun iklim faktörlerinin farklılığından veya topraktaki besin elementlerinin içeriğinin farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Özkan ve Güleryüz (2016) tarafından yapılan bir araştırmada, farklı organik gübreler ile yetiştirilen çilek meyvesinde pH içeriğinin konvansiyonel olarak yetiştirilenlerden daha düşük çıktığı belirtilmiştir. Benzer şekilde Ersoy (2011), organik yetiştirilen çileklerin pH içeriğinin konvansiyonel olarak yetiştirilenlerden daha düşük olduğunu belirlemiştir. Bu sonuçlar bizim bulgularımızla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.6. Yetiştiricilik Sezonu ve Tekniklerine Göre Farklı İstasyonlardan Alınan Meyvelerin Ortalama pH Değerleri

İlkbahar Yetiştiricilik Sezonu			
İstasyonlar	Yetiştirme Tekniği		İstasyon Ortalamaları
	Organik	Konvansiyonel	
1	3,46	3,83 ab*	3,64 a
2	3,63	2,85 c	3,24 bc
3	3,42	3,46 b	3,44 abc
4	3,47	3,44 b	3,46 abc
5	3,56	3,92 a	3,74 a
6	3,55	3,58 ab	3,56 a
7	3,51	3,52 ab	3,52 ab
8	3,46	3,88 ab	3,67 a
9	3,50	3,45 b	3,48 abc
10	3,53	2,81 c	3,17 c
Yetiştirme Tekniği Ortalamaları	3,51	3,47	
Sonbahar Yetiştiricilik Sezonu			
İstasyonlar	Yetiştirme Tekniği		İstasyon Ortalamaları
	Organik	Konvansiyonel	
1	3,35 d	3,62 abc	3,49 bc
2	3,15 e	3,29 d	3,22 d
3	3,84 a	3,48 bcd	3,66 a
4	3,70 ab	3,48 bcd	3,59 ab
5	3,57 bc	3,40 bcd	3,49 bc
6	3,46 cd	3,33 cd	3,40 c
7	3,62 bc	3,65 ab	3,64 ab
8	3,40 d	3,56 abcd	3,48 bc
9	3,32 d	3,80 a	3,56 ab
10	3,60 bc	3,80 a	3,70 a
Yetiştirme Tekniği Ortalamaları	3,50	3,54	
Sezon X İstasyon	Ö.D.		
Sezon X Yetiştirme Tekniği	*		
İstasyon X Yetiştirme Tekniği	Ö.D.		
Sezon X Yetiştirme Tekniği X İstasyon	Ö.D.		

* Aynı sütunda yapılan farklı harflendirmeler istatistiki olarak önemli farklılıkları göstermektedir ($P \leq 0.05$). Ö.D. istatistiki olarak farklılıklar önemli değildir ($P \leq 0.05$).

4.7. Meyvede Ağır metal analizleri

Tüm dünyada gün geçtikçe üretim ve tüketim miktarı artan çileğin ağır metal içeriklerinin belirlenmesi, organik ve konvansiyonel gibi farklı yetiştirime tekniklerinin ağır metal (Pb, Cu, Zn ve Cd) içeriğine olan etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada Konya ili Hüyük ilçesinden ilkbahar ve sonbahar yetiştiricilik sezonlarında hasat edilen çilek meyvelerinde Pb, Cu, Zn ve Cd içerikleri analiz edilerek belirlenmiştir. Elde edilen veriler değerlendirilmiş ve araştırma sonucunda; organik ve konvansiyonel parsellerden hasat edilen meyvelerde Pb ve Cd tespit edilememiştir. Hattab ve arkadaşları (2019) Tunus'un doğu-orta bölgesindeki konvansiyonel ve organik tarım yapılan alanlarda yetiştirilen 2 farklı sebze (domates ve marul) ile çileğin meyvelerinde ağır metal (Fe, Mg, Mn, K, Ca, Na, Zn, Cu, Ni ve Cd) içeriklerinin değerlendirmesi yapmışlardır. Araştırmacılar bizim çalışmamızla örtüşen şekilde çilek meyvelerinde Cd tespit edilemediğini bildirmişlerdir. Bu durumdan farklı olarak, Wieczorec ve ark. (2010) kuzeydoğu Polonya'da yabancı olarak yetişen ve kültüre alınmış bazı üzümü meyve türlerinde kurşun, kadmiyum ve kalıcı organik kirleticilerin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütmüşler ve çalışma sonucunda yabancı çileğin ahududu ve böğürtlene kıyasla daha yüksek konsantrasyonda (50 µg/kg taze ağırlık) Cd içerdiğini bildirmişlerdir. Çalışmalardan farklı sonuçlar alınmasının sebebinin çalışma sahalarının koşullarından, etraflarında veya yakınlarında bulunabilen kirletici kaynaklarından olabileceği düşünülmektedir. Konya Hüyük ilçesi, endüstrileşmenin yoğun olarak görülmediği, yüksek rakımlı bir bölgedir. Bu durumun meyvelerin ağır metal içeriklerinin düşük veya hiç olmaması ile yakından ilişkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca organik tarım alanlarının bu şekilde, endüstriyel faaliyetlerin yoğun olmadığı bölgelerde yapılması tavsiye edilmektedir.

4.7.1. Zn içeriği (ppm)

Yapılan çalışma sonucunda organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen çileklerin Zn içeriklerinin yetiştirme tekniğine ve istasyonlara göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($P < 0.05$). Organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen çilek meyveleri Zn içeriği bakımından kıyaslandığında, ilkbahar döneminde konvansiyonel yetiştirilen meyvelerde Zn içeriği ortalamaları (1.259 ppm), organik olanlara oranla (1.044 ppm) daha yüksek belirlendi. (Çizelge 4.7). Hattab ve arkadaşları (2019) Tunus'un doğu-orta bölgesindeki konvansiyonel ve organik tarım yapılan alanlarda yetiştirilen 2 farklı sebze (domates ve marul) ile çileğin meyvelerinde ağır metal (Fe, Mg, Mn, K, Ca, Na, Zn, Cu, Ni ve Cd) içeriklerinin değerlendirmesi yapmışlardır. Konvansiyonel parsellerden alınan çilek meyve örneklerinde organik parsellere kıyasla daha yüksek ağır metal içeriğine rastlanıldığını bildirmişlerdir. Çalışmadan elde edilen organik çilek meyvelerinin Zn (0.98 mg.kg^{-1}) içerikleri bizim çalışmamıza benzer şekilde konvansiyonel (1.29 mg.kg^{-1}) olanlardan daha düşük olarak belirlenmiştir.

İlkbahar döneminde organik çileklerde en yüksek Zn içeriği, 1.475 ppm olarak istasyon 6'da; konvansiyonel meyvelerde en yüksek Zn içeriği, 1.853 ppm olarak istasyon 3'de bulunmuştur; yine sonbahar döneminde organik çileklerde 1.117 ppm ile istasyon 5'de tespit edilmiştir (Çizelge 4.7.). Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi farklı istasyonlardan elde edilen meyvelerin Zn içerikleri değişiklik göstermiştir. Bu durumun o istasyondaki üreticinin kullandığı pestisit veya gübre materyali ile veya bölgenin toprak koşulları ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Bunun dışında topraktaki mikrobiyal faaliyet veya enzim aktivitesi ağır metal içerikleri üzerinde etkili olabilmektedir (Burgos vd. 2002).

Çizelge 4.7. Yetiştiricilik Sezonu ve Tekniklerine Göre Farklı İstasyonlardan Alınan Meyvelerin Ortalama Çinko Değerleri (ppm)

İlkbahar Yetiştiricilik Sezonu			
İstasyonlar	Yetiştirme Tekniği		İstasyon Ortalamaları
	Organik	Konvansiyonel	
1	0,925 ab*	0,853 d	0,889 de
2	1,330 ab	1,023 cd	1,177 bcd
3	0,765 b	1,853 a	1,309 b
4	0,890 ab	1,537 ab	1,213 bcd
5	1,185 ab	1,260 bc	1,223 bc
6	1,475 a	1,763 a	1,619 a
7	0,970	1,093 cd	1,032 bcde
8	0,795 b	0,850 d	0,823 e
9	0,805 b	1,107 cd	0,956 cde
10	1,305 ab	1,247 bc	1,276 bc
Yetiştirme Tekniği Ortalamaları	1,044 B	1,259 A	
Sonbahar Yetiştiricilik Sezonu			
İstasyonlar	Yetiştirme Tekniği		İstasyon Ortalamaları
	Organik	Konvansiyonel	
1	0,863 bc	1,230	1,047 ab
2	0,730 c	1,315	1,023 b
3	1,103 a	1,550	1,327 a
4	1,053 ab	1,230	1,142 ab
5	1,117 a	1,150	1,133 ab
6	0,860 bc	1,390	1,125 ab
7	1,033 ab	1,280	1,157 ab
8	0,947 ab	1,550	1,248 ab
9	1,026 ab	1,165	1,096 ab
10	1,107 a	1,100	1,103 ab
Yetiştirme Tekniği Ortalamaları	0,984 B	1,296 A	
Sezon X İstasyon	Ö.D.		
Sezon X Yetiştirme Tekniği	*		
İstasyon X Yetiştirme Tekniği	Ö.D.		
Sezon X Yetiştirme Tekniği X İstasyon	Ö.D.		

* Aynı sütunda yapılan farklı harflendirmeler istatistiki olarak önemli farklılıkları göstermektedir ($P \leq 0.05$). Ö.D. istatistiki olarak farklılıklar önemli değildir ($P \leq 0.05$).

4.7.2. Cu içeriği (ppm)

Cu içeriği bakımından organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen çilek meyveleri kıyaslandığında, yetiştirme tekniğinin meyvenin Cu içeriğine istatistiksel düzeyde etki ettiği ancak farklı istasyonlar arasında istatistiksel olarak bir fark ($P < 0.05$) belirlenmediği tespit edilmiştir. İlkbahar döneminde yetiştirilen Organik parsellerden elde edilen çilek meyvelerin Cu içeriğinin ortalaması 0.281 ppm, konvansiyonel olarak yetiştirilenlerin ortalaması da 0.071 ppm olarak, sonbahar döneminde organik parsellerden elde edilen çilek meyvelerinin Cu ortalaması 0.181 ppm olarak, konvansiyonel olarak yetiştirilenlerin ortalaması da 0.758 ppm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.8). Hattab ve ark. (2019) yaptıkları bir çalışmada ise konvansiyonel (0.62 mg.kg^{-1}) parsellerden alınan çilek meyve örneklerinde organik (0.48 mg.kg^{-1}) parsellere kıyasla daha yüksek Cu içeriğine rastlanıldığını bildirmişlerdir.

İlkbahar döneminde organik meyvelerde en yüksek Cu içeriği, 0.770 ppm olarak istasyon 7'de; konvansiyonel meyvelerde en yüksek Cu içeriği, 0.707 ppm olarak istasyon 6'da bulunmuştur. Yine sonbahar döneminde organik yetiştirme tekniğinde en yüksek Cu içeriği 0.680 ppm ile istasyon 10'da, konvansiyonel yetiştirme tekniğinde 1.700 ppm ile istasyon 4'de tespit edilmiştir (Çizelge 4.8). Meyvelerin Cu içerikleri Zn içeriği ortalama değerlerine benzer şekilde istasyonlara göre farklılık göstermiştir. Cu özellikle fungal hastalıkların önlenmesi amacıyla kullanılan birçok fungusitin içeriğinde bulunmaktadır. Bu durumun ortalama Cu içeriği değerlerinin istasyonlara göre farklılık göstermesinde etkili olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.8. Yetiştiricilik Sezonu ve Tekniklerine Göre Farklı İstasyonlardan Alınan Meyvelerin Ortalama Bakır Değerleri (ppm)

İlkbahar Yetiştiricilik Sezonu			
İstasyonlar	Yetiştirme Tekniği		İstasyon Ortalamaları
	Organik	Konvansiyonel	
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0,493 abc*	0	0,247 bc
6	0,747 ab	0,707	0,727 a
7	0,770 a	0	0,385 b
8	0,290 bcd	0	0,145 cd
9	0,320 abcd	0	0,160 cd
10	0,190 cd	0	0,095 cd
Yetiştirme Tekniği Ortalamaları	0,281 A	0,071 B	
Sonbahar Yetiştiricilik Sezonu			
İstasyonlar	Yetiştirme Tekniği		İstasyon Ortalamaları
	Organik	Konvansiyonel	
1	0	0,570 b	0,285 d
2	0	0,940 b	0,470 bcd
3	0	0,743 b	0,372 bcd
4	0,610 c	1,700 a	1,155 a
5	0	0,595 b	0,298 cd
6	0	0,605 b	0,303 cd
7	0	0,617 b	0,308 cd
8	0	0,645 b	0,323 bcd
9	0,523 b	0,670 b	0,597 b
10	0,680 a	0,495 b	0,588 bc
Yetiştirme Tekniği Ortalamaları	0,181 B	0,758 A	
Sezon X İstasyon	Ö.D.		
Sezon X Yetiştirme Tekniği	Ö.D.		
İstasyon X Yetiştirme Tekniği	Ö.D.		
Sezon X Yetiştirme Tekniği X İstasyon	Ö.D.		

* Aynı sütunda yapılan farklı harflendirmeler istatistiki olarak önemli farklılıkları göstermektedir ($P \leq 0.05$). Ö.D. istatistiki olarak farklılıklar önemli değildir ($P \leq 0.05$).

4.7.3. Pb içeriği

Yapılan analizler sonucunda ilek meyvesinde Pb içeriği tespit edilememiştir.

4.7.4. Cd içeriği

Yapılan analizler sonucunda ilek meyvesinde Cd içeriği tespit edilememiştir.



5. SONUÇLAR

Bu araştırma organik çilek yetiştiriciliğinde ağır metal kirliliği ve ağır metallerin meyve gelişimi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüş olup, çalışma kapsamında farklı istasyonlardan toplanan hem organik hem de konvansiyonel çilek örnekleri meyve kalite parametreleri ve ağır metal içerikleri kıyaslanarak incelenmiştir.

Araştırmada kullanılan çilek bitkisi Konya ili Hüyük İlçesi'nde organik ürün sertifikası olan 10 organik çilek üreticisinden ve yine aynı bölgede 10 farklı konvansiyonel çilek üreticisinden temin edilmiştir.

Hasat edilen örneklerde meyve kalite parametreleri organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen meyveler kıyaslanarak incelenmiştir. Bizim bulgularımıza göre;

- 1- Meyvelerin en, boy ve ağırlık değerleri genel olarak organik yetirilen meyvelerde konvansiyonel yetiştirilen meyvelere kıyasla daha yüksek bulunmuştur.
- 2- Hasat edilen meyvelerin SÇKM değerleri de bu meyvelerin en, boy ve ağırlık değişimlerine paralel şekilde organik yetiştirilen bitkilerde daha yüksek çıkmıştır.
- 3- Meyve sertliği ise bu bulguların aksine konvansiyonel yetiştirilen bitkilerde organik yetiştirilenlere kıyasla daha yüksek belirlenmiştir.
- 4- Hasat edilen meyvelerin pH dereceleri incelendiğinde ise organik ve konvansiyonel meyvelerin pH derecelerinin ortalamaları birbirine yakın olmakla birlikte, konvansiyonel yetiştirilen meyvelerde biraz daha yüksek çıkmıştır.
- 5- Hasat edilen çilek meyvelerinde ağır metal içerikleri (Zn,Cu,Pb,Cd) organik ve konvansiyonel yetiştirilen meyvelerde kıyaslamalı olarak incelenmiştir; bulgularımıza göre hem organik hem de konvansiyonel metotla yetiştirilen çileklerde sadece Zn ve Cu metal içeriğine rastlanmıştır, Pb ve Cd içeriği tespit edilememiştir.
- 6- Zn ve Cu içerikleri konvansiyonel tarım metodu ile yetiştirilen meyve örneklerinde organik yetiştirilenlere kıyasla daha yüksek bulunmuştur.
- 7- Bizim bulgularımızdan yola çıkarak, meyvelerdeki kalite parametre değerlerini ve ağır metal birikimini birlikte incelediğimizde, ağır metal birikiminin daha yüksek seviyelerde olduğu konvansiyonel yetiştirilen meyvelerde, artan ağır metal seviyelerine bağlı olarak meyvelerin en, boy, ağırlık değerleri ve SÇKM içeriğinde azalma görüldüğünü söyleyebiliriz.

Sonuç olarak çalışma kapsamında elde edilen veriler değerlendirildiğinde, toprak ve suda bulunan ağır metallerin yetiştiricilik yöntemine bağlı olmaksızın meyvede de kirlilik oluşturabildiği düşünülmektedir. Bu durum organik ürünlerin güvenilirliğine olan bakış açısını değiştirebilecek bir sonuç ortaya koymaktadır. Ağır metaller, bitkilerin yenilebilir kısımlarında depolanmakta ve besin zincirine girerek insan vücudunda birikebilmektedirler. Bu bileşikler, belirli miktarların üzerinde biyotoksik olabilmekte ve özellikle sürekli bir maruziyet meydana geldiğinde, düşük dozlarda bile insan sağlığına büyük zararlar verebilmektedir. Organik ürünler çoğu tüketici tarafından sağlıklı

oldukları gerekçesi ile güvenle tüketilmektedirler. Özellikle çocukların beslenmesinde tercih edilen organik ürünlerin sağlık açısından tehdit oluşturabilecek bileşikleri içermesi önemle üzerinde durulması gereken bir husustur. Çilek dört mevsim, küçük büyük herkes tarafından, taze veya işlenmiş olarak tüketilen bir meyve türüdür. Organik çilek yetiştiriciliğinde sentetik kimyasalların kullanımı yasaktır. Ancak bir ürünün organik olarak yetiştiriliyor olması, sağlıklı olarak addedilmesi için yeterli değildir. Çalışmadan elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda, organik ve konvansiyonel ürünlerin ağır metal içeriği yönünden de değerlendirilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.



6. KAYNAKLAR

- Aaby, K., Grimsbo, I. H., Hovda, M. B., & Rode, T. M., 2018. Effect of high pressure and thermal processing on shelf life and quality of strawberry purée and juice. *Food chemistry*, 260, 115-123.
- Akçay, V., 2014. Farklı azot dozlarının rubygem ve fortuna çilek çeşitlerinde verim ve meyve kalite kriterleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, 94 s.
- Alloway, B. J., & Jackson, A. P., 1991. The behaviour of heavy metals in sewage sludge-amended soils. *Science of the Total Environment*, 100, 151-176.
- Anonim, 2014, Organik Hüyük Çileği Üretiminde Geliştirilmesinde İhracat Kanalları ve Lojistik Çalıştayı Sonuç Özeti Kitabı, 114s., 15 Şubat 2014, Hüyük.
- Asri, F. Ö., ve Sönmez, S., 2006. Ağır Metal Toksisitesinin Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri. *Derim*, 23(2), 36-45.
- Atasay, A., Türemiş. N., 2008. Eğirdir(Isparta) Koşullarında Organik Çilek Yetiştiriciliğinin Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma. Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Yıl:2008 Cilt:18-3 Adana
- Aubert, H., & Pinta, M., 1980. Trace elements in soils. *Elsevier*, Amsterdam.
- Balcı, G., 2005. *Klasik ve organik çilek yetiştiriciliğinin verim, kalite ve kârlılık yönünden karşılaştırılması üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, 59 s.
- Bayram, B., Yolcu, H., Aksakal, V., 2007. Türkiye’de organik tarım ve sorunları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38(2): 203-206.
- Bayram, S.E., Özeker, E., Elmacı, Ö.L., 2013. Fonksiyonel gıdalar ve çilek. *Akademik Gıda*, 11(2): 131-137.
- Rembiałkowska, E., 2007. Quality of plant products from organic agriculture. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(15), 2757-2762.
- Beckman, K., 2015. Exposure for pesticide residues in conventionally grown fruits, berries and vegetables from the EU and third countries, compared to conventionally grown products from Sweden and to organically grown products, in Swedish. Bachelor thesis. Karolinska Institutet and Stockholm Univeristy.
- Burgos, P., Madejón, E., & Cabrera, F., 2002. Changes in soil organic matter, enzymatic activities and heavy metal availability induced by application of organic residues. *Developments in Soil Science*, 28: 353-362.
- Cheraghi, M., Ariaeinejad, N., & Lorestani, B., 2012. Evaluation of heavy metals concentration in strawberry (Case study: agricultural lands of Sanandaj).

- Christou, A., Maratheftis, G., Elia, M., Hapeshi, E., Michael, C., & Fatta-Kassinos, D., 2016. Effects of wastewater applied with discrete irrigation techniques on strawberry plants' productivity and the safety, quality characteristics and antioxidant capacity of fruits. *Agricultural Water Management*, 173, 48-54.
- Connor, D.J., Mínguez, M.I., 2012. Evolution not revolution of farming systems will best feed and green the world. *Global Food Security*, 1: 106-113.
- Conti, S., Villari, G., Faugno, S., Melchionna, G., Somma, S., & Caruso, G., 2014. Effects of organic vs. conventional farming system on yield and quality of strawberry grown as an annual or biennial crop in southern Italy. *Scientia Horticulturae*, 180: 63-71.
- Crespo, P., Bordonaba, J. G., Terry, L. A., & Carlen, C., 2010. Characterisation of major taste and health-related compounds of four strawberry genotypes grown at different Swiss production sites. *Food Chemistry*, 122(1): 16-24.
- Demiryürek K., 2004. Dünya ve Türkiye'de organik tarım. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(3- 4): 63-71.
- Duruibe, J.O., Ogwuegbu, M.O.C. and Egwurugwu, J.N., 2007. Heavy metal pollution and human biotoxic effects. *International Journal of Physical Sciences*, 2: 112-118.
- F. Zhang, X. Chen, P., 2013. VitousekChinese agriculture: an experiment for the world. *Nature*, 497: 33-35
- FAO, 2013. The State of Food Insecurity in the World 2013: Food Systems for Better Nutrition FAO, Rome, Italy.
- FAO, 2020. <https://www.atlasbig.com/tr/ulkelerin-cilek-uretimi> [Son erişim tarihi: 11.07.2021].
- FAO, 2015. www.faostat.org
- FAO, 2020. <http://www.fao.org/3/cb1329en/CB1329EN.pdf> [Son erişim tarihi: 11.07.2021].
- FiBL, IFOAM., 2016. The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends, <https://shop.fibl.org/en/article/c/statistics/p/1698-organic-world-2016.html>.
- Gray, C.W., McLaren, R.G., Roberts, A.H.C. and Condron, L.M., 1999. The effect of long-time phosphatic fertilizer applications on the amounts and forms of cadmium in soils under pasture in New Zeland. *Nutrient Cycling in Agroecosystem*, 54: 267-277.
- Güven, G., 2019. Aydın ilinde tüketilen sebze ve meyvelerin eser element derişimlerinin tayini. *Gıda*, 44(2), 301-308.

- Hattab, S., Bougattass, I., Hassine, R., & Dridi-Al-Mohandes, B., 2019. Metals and micronutrients in some edible crops and their cultivation soils in eastern-central region of Tunisia: a comparison between organic and conventional farming. *Food Chemistry*, 270: 293-298.
- Hawkes, J.S., 1997. Heavy metals. *Journal of Chemical Education*, 74(11): 1374.
- Hornby, L., 2015. Chinese environment: Ground operation. Financial Times, 1 September 2015. – Online available at: <https://www.ft.com/content/d096f594-4be0-11e5-b558-8a9722977189>, accessed 08/01/2018.
- Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B.B., Beeregowda, K.N., 2014. Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary Toxicology*, 7(2): 60-72.
- Juknys, R., Vitkauskaitė, G., Racaite, M., Vencloviene, J., 2012. The impacts of heavy metals on oxidative stress and growth of spring barley. *Central European Journal of Biology*, 7(2): 299-306.
- Kafkas E, Türemiş N, Birgili B, Kafkas S, Burgut A, Zarifikhoshorahi M., 2016. Aroma profiles of organically grown Benicia and Albion strawberries. VIII th International Strawberry Symposium, 13-17 August 2016; Quebec, Canada.
- Kars, N., Dengiz, O., 2020. Assessment of potential ecological risk index based on heavy metal elements for organic farming in micro catchments under humid ecological condition. *Eurasian Journal of Soil Science*, 9(3): 194-201.
- Kaşka, N., Yıldız, A.I., Paydaş, S., Biçici, M., Türemiş, N., ve Küden, A., 1986. Türkiye için yeni bazı çilek çeşitlerinin adana’da yaz ve kış dikim sistemleriyle örtü altında yetiştiriciliğinin verim, kalite ve erkencilik üzerine etkileri. *Doğa Bilim Dergisi*, 10(1): 84-102.
- Keesstra, S., Mol G., de Leeuw J., Okx J, de Cleen M., Visser S., 2018. Soil-related sustainable development goals: Four concepts to make land degradation neutrality and restoration work. *Land*, 7: 133.
- Keleş, E., 2012. Farklı Lokasyonlarda Üretilen Tüplü Taze Çilek (*Fragaria* × *Ananassa*) Fidelerinde Çiçek Tomurcuğu Oluşumu Ve Dikim Zamanlarının Erkencilik, Verim Ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri Mustafa Kemal Üniv. Fen Bil.i Enstit.Antakya
- Keser, B., 2008. Aydın ilinde Büyük Menderes nehri ile sulanan bölgelerde yetişen bazı sebze ve meyvelerdeki ağır metal kirliliğinin araştırması (Master's thesis, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Lin, L., Zhou, T., Tang, F., Hu, H. Q., & Fu, Q. L., 2013. Effects of phosphorus on growth and uptake of heavy metals in strawberry grown in the soil contaminated by Cd and Pb. *Journal of Agro-Environment Science*, 3.

- Macit, I., Koç, A., Guler, S., & Deligoz, I., 2007. Yield, quality, and nutritional status of organically and conventionally grown strawberry cultivars. *Asian Journal of Plant Sciences*, 6(7): 1131-1136.
- Merian E, Anke M, Inhat M and Stoeppler M., 2004. Elements and their compounds in the environment Wiley VCH, Weinheim, Germany.
- Naser, Habib Mohammad Sultana, S., N. U. Mahmud., Rebeca Gomes and S. Noor., 2011. Heavy metal levels in vegetables with growth stage. *Bangladesh Journal of Agriculture Research*, 36: 563-574.
- Neuweiler, R., 1996. Nitrogen fertilization in integrated outdoor strawberry production. In *III International Strawberry Symposium* 439 (pp. 747-752).
- Nriagu, J.O., 1990. The rise and fall of leaded gasoline. *Science of the Total Environment*, 92: 13-28.
- Özdemir, E., Gündüz, K., ve Bayazit, S., 2001. Tüplü taze fideyle yüksek tünelde yetiştirilen bazı çilek çeşitlerinin amik ovası koşullarında verim, kalite ve erkencilik durumlarının belirlenmesi. *Bahçe*, 30(1-2): 65-70.
- Qingjie, G., Jun, D., Yunchuan, X., Qingfei, W. & Liqiang, Y., 2008. Calculating pollution indices by heavy metals in ecological geochemistry assessment and a case study in parks of Beijing. *Journal of China University of Geosciences*, 19: 230-241.
- Radwan, M.A., & Salama, A.K., 2006. Market basket survey for some heavy metals in Egyptian fruits and vegetables. *Food and Chemical Toxicology*, 44(8): 1273-1278.
- Reganold, J.P., Andrews, P.K., Reeve, J.R., Carpenter-Boggs, L., Schadt, C.W., Alldredge, J.R., ... & Zhou, J., 2010. Fruit and soil quality of organic and conventional strawberry agroecosystems. *PloS One*, 5(9): e12346.
- Reganold, J.P., Wachter, J.M., 2016. Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*, 2: 15221.
- Rembialkowska, E., 2007. Quality of plant products from organic agriculture. *Journal Science of Food and Agriculture*, 87: 2757-2762.
- Rhainds, M., Kovach, J., & English-Loeb, G., 2002. Impact of strawberry cultivar and incidence of pests on yield and profitability of strawberries under conventional and organic management systems. *Biological Agriculture & Horticulture*, 19(4): 333-353.
- Schützendübel, A., Polle, A., 2001. Plant responses to abiotic stresses: heavy metal induced oxidative stress and protection by mycorrhization. *Journal of Experimental Botany*, 53(372): 1351-1365.

- Seven, T, Can, B, Darende, B, Ocak, S., 2018. Hava ve Toprakta Ağır Metal Kirliliği . *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi* , 1 (2) , 91-103 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/ucbad/issue/38487/447131>
- Singh, A., Sharma, R.K., Agrawal, M., & Marshall, F. M., 2010. Risk assessment of heavy metal toxicity through contaminated vegetables from waste water irrigated area of Varanasi, India. *Tropical Ecology*, 51(2): 375-387.
- Sobha, K., Poornima, A., Harini, P. and Veeraiah, K., 2007. A study on biochemical changes in the freshwater fish, *catla catla* (hamilton) exposed to the heavy metal toxicant cadmium chloride. *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology*, 1(4): 1-11.
- Sun, Y.B., Zhou, Q.X., Xie, X.K., Lui, R., 2010. Spatial, sources and risk assessment of heavy metal contamination of urban soils in typical regions of Shenyang, China. *Journal of Hazardous Materials*, 174: 455-462.
- Şener, S., Türemiş, N.F., & Tanır, F., 2020. Agrochemical usage for sustainable fruit production and human health. *Agrochemicals Detection, Treatment and Remediation* (pp. 291-305). Butterworth-Heinemann.
- TOB, 2019. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Istatistikler> [Son erişim tarihi: 11.07.2020].
- Tornabene, T.G., & Edwards, H.W., 1972. Microbial uptake of lead. *Science*, 176(4041): 1334-1335.
- Trewavas, A., 2004. A critical assessment of organic farming and food assertions with particular respect to the UK and the potential environmental benefits of no-till agriculture. *Crop Protection*, 23: 757-781.
- Vogt, G., 2007. The origins of organic farming. In William Lockeretz (Ed.), *Organic farming. An international history*. 123–151. Oxfordshire: CABI.
- Wang, S.Y., & Lin, S.S., 2002. Composts as soil supplement enhanced plant growth and fruit quality of strawberry. *Journal of Plant Nutrition*, 25(10): 2243-2259.
- Wieczorek, J., Pietrzak, M., Osowski, A., & Wieczorek, Z., 2010. Determination of lead, cadmium, and persistent organic pollutants in wild and orchard-farm-grown fruit in northeastern Poland. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 73(17-18): 1236-1243.
- Xu, H., 2015. The organic food market profile of America. *World Agriculture*, 10: 174-176.
- Zeiner, M., & Juranović Cindrić, I., 2018. Harmful Elements (Al, Cd, Cr, Ni, and Pb) in Wild Berries and Fruits Collected in Croatia. *Toxics*, 6(2): 31.

- Zhang, L., Xu, S., Song, L., Wu, C., Duan, K., & Gao, Q., 2016. Environmental quality analysis and evaluation of heavy metal content in soil of strawberry main production area in Shanghai. *Acta Agriculture Shanghai*, 32(6): 113-117.
- Zhang, X., Zhong, T., Liu, L. & Ouyang, X., 2015. Impact of soil heavy metal pollution on food safety in China. *PLoS One*, 10: e0135182.
- Zhou, H., W.T. Yang., X. Zhou., L. Liu., J. F. Gu., W. L. Wang., J. L. Zou., T. Tian., P. Q. Peng and B. H. Liao., 2016. Accumulation of heavy metals in vegetable species planted in contaminated soils and the health risk assessment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(3): 289.
- Zukowska, J., Biziuk, M., 2008. Methodological evaluation of method for dietary heavy metal intake. *Journal of Food Science*, 73(2): 21-29.



ÖZGEÇMİŞ

Mehmet Hadi CANTEMUR

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2018-2021	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya
Lisans 1995-2000	Gazi Osman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Kalite Direktörü 2019-Devam ediyor	Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi, Uygulama ve Araştırma Merkezi, Alanya/ Antalya
Rektörlük Özel Kalem Müdürü 2016-2019	Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Rektörlük, Alanya/ Antalya