



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KABAK SEBZESİNE EGZOZ GAZININ ETKİLERİ

Perihan ÇİNGER

Prof. Dr. S. Sıddık ÇİNDORUK

Danışman

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA 2019

TEZ ONAYI

Perihan Cihangir tarafından hazırlanan "Kabak Sebzesine Egzoz Gazının Etkileri" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. S. Sıddık CİNDORUK

Başkan : Prof. Dr. S. Sıddık CİNDORUK

Üye : Prof. Dr. Mehmet İŞLEYEN

Üye : Prof. Dr. Birol TAŞ



Yukarıdaki Sonucu Onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Akse/EREN

Fen Bilimleri Enstitü Müdürü

06.09.2019

B L MSEL ET K B LD R M SAYFASI

U.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladım bu tez çalışmamda;

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

.. / ... / ...

Perihan C HANG R

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi
KABAK SEBZES NE EGZOZ GAZININ ETK LER

Perihan C HANG R

Bursa Uluda Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Mühendisli i Anabilim Dalı

Danı man: Prof. Dr. S. Sıddık C NDORUK

Bu çalı ma, Bursa Uluda Üniversitesi'nde kurulan deneysel serada gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubu ve deneme grubu olarak tekil edilen iki adet serada sakız kaba ı yeti tirilmiştir. Deneme grubu serası düzenli olarak belli süreler egzoz gazına maruz bırakılırken, kontrol grubuna herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. Yeti tirilen Sakız Kaba ında (*Cucurbita Pepo*) ve sera içi havada Polihalkalı Aromatik Hidrokarbonlar (PAH'lar) ölçülmü tür. Çalı ma Mayıs-Haziran- Temmuz- A ustos – Eylül- Ekim ve Kasım 2017 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. Örneklem i lemi için sakız kaba ı sebzesinin meyveleri kullanılmı kabaklar rendelenmi , karı tırlımı ve bu karı ımdan 10 g örnek alınarak analiz edilmiştir. Örneklerin analizinde özellikle gıda ürünlerindeki kalıcı organiklerin tayininde yaygın bir ekilde kullanılan Hızlı, Kolay, Ucuz, Etkili, Sa lam ve Güvenli anlamına gelen QuEChERS yöntemi kullanılmı tür. GC-MS analizlerinden önce kalibrasyon ve güvenilirlik testlerine tabi tutulmu tür. Toplanan örnekler uygun temizleme ve ekstraksiyon a amalarından geçirilerek Gaz Kromatografi-Kütle Spektrometrisi (GC-MS) cihazında analiz edilmi ve Amerikan Çevre Koruma Ajansının (USEPA) öncelikli kirleticiler listesindeki 16 PAH bile i inin konsantrasyonları belirlenmi tür. Deneme ve kontrol grubu seralarından toplanan kabak ve hava örneklerinden elde edilen veriler de erlendirilmiştir. Egzoz gazı verilen noktaya en yakın olan ilk sıralardan toplanan deneme grubu (Egzoz gazına maruz kalan) kabaklarda ortalama toplam PAH 191,47 ng/g'dır. L-PAH'lar (Dü ük molekül a ırlıklı) ve H-PAH'lar (Yüksek molekül a ırlıklı) 186,66 ng/g ve 4,89 ng/g olarak hesaplanmıştır. Üçüncü sıradaki numunelerdeki ortalama PAH konsantrasyonları 126,68 ng/g'dır. L-PAH'lar ve H-PAH'lar sırasıyla 125,77 ng/g ve 0,91 ng/g olarak hesaplanmıştır. 5. sıradaki numunelerde ortalama PAH konsantrasyonları 149,38 ng/g'çıkmasıdır. L-PAH'lar ve H-PAH'lar sırasıyla 141,09 ng/g ve 8,30 ng/g olarak hesaplanmıştır. Kontrol grubu kabaklarında, ortalama konsantrasyon 124,78 ng/g'çıkmasıdır. Ayrıca iç ortama havasında ölçülen PAH konsantrasyonları ile kabakta ölçülen PAH konsantrasyonları arasında hem kontrol hem de deneme grubunda kayda de er bir ili ki tespit edilmiştir. Kabak sebzesinin PAH maruziyetine orantılı olarak bünyesinde ölçülen PAH seviyelerinin arttı ı ancak yeterince büyüyen kabakta bu miktarın azalma e ilimi gösterdi i tespit edilmiştir. Egzoz gazının bitki geli imine olumsuz yönde etki etti i gözlemlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Kabak, Egzoz Gazı, PAH, Sera, Hava Kirlili i

2019, xi, +84 Sayfa

ABSTRACT

Master Thesis
EFFECTS OF EXHAUST GAS ON ZUCCHINI VEGETABLE

Perihan C HANG R

Bursa Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Engineering
Supervisor: Prof. Dr. S Sıddık C NDORUK

This study was carried out in the experimental greenhouse that set up in Bursa Uludag University. In two greenhouses, which are called as the control group and the experimental group, zucchinies were grown. While the experimental group greenhouse was regularly exposed to exhaust gas for a certain period of time, no intervention was made to the control group. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) were measured both in greenhouse air and the grown Zucchini. The study was conducted in May-June-July-August-September-October and November 2017. For the sampling process, the fruits of the Zucchini were grated, mixed and analyzed 10 g of this mixture. For the analysis of the samples, QuEChERS method was used which means fast, easy, inexpensive, effective, robust and safe, and commonly used in the determination of permanent organics in food products. The collected samples were analyzed in Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) by using appropriate extraction and cleaning steps and concentrations of 16 PAH compounds which are in the list of priority pollutants of the US Environmental Protection Agency (USEPA) were determined. The data obtained from zucchinies and greenhouse air samples collected in experimental and control group were evaluated. The average PAH value in the experimental group (which was exposed to exhaust gas) collected from the 1st rows closest to the point given to the exhaust gas was 191.47 ng / g. L-PAHs (Low molecular weight) and H-PAHs (high molecular weight) were calculated as 186.66 ng / g and 4.89 ng/g. The average PAH concentrations in the 3rd row samples were 126.68 ng / g. L-PAHs and H-PAHs were 125.77 ng / g and 0.91 ng / g, respectively. The average PAH concentrations in the 5th row samples were 149,38 ng / g. L-PAHs and H-PAHs were calculated as 141.09 ng/g and 8.30 ng/g, respectively. In the control group of zucchinies, the mean concentration was 124.78 ng / g. In addition, a significant relationship was found between PAH concentrations measured in indoor air and PAH concentrations measured in pumpkin in both control and experimental groups. It was determined that the PAH levels measured within the body in proportion to PAH exposure of the squash vegetables increased, but this amount showed a decreasing tendency in the squash growing sufficiently. It has been observed that exhaust gas has a negative effect on plant growth.

Key Words: Zucchini, Exhaust Gas, PAH, Greenhouse, Air Pollution.
2019, xi, +84 Sayfa.

TE EKKÜR

Bu tezin gerekle tirilmesinde, alı mam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı de er danı man hocam Prof. Dr. S. Sıddık C NDORUK hocama, Prof. Dr. hsan KARAMANG L Prof.Dr. Birol TA hocama, tezimin labaratuvar a amasında bana yardımcı olan lisans ö rencileri Hafize DURMU ve Damlanur KÜÇÜK'e ve çalı ma süresince tüm zorlukları benimle gö üsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan de erli aileme sonsuz te ekkürlerimi sunarım.

Perihan C HANG R

Bursa



Ç İNDEK İLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TE EK KÜR.....	iii
Ç İNDEK İLER.....	iv
S İMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
EK İLLER D İZ İN.....	vii
Ç İZELGELER D İZ İN.....	viii
1. G İR.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLER.....	3
2.1. Kabak (<i>Cucurbita Pepo</i>) yeti tirici i.....	3
2.2. Hava kirlili i.....	6
2.2.1. Hava kirlili i kaynakları.....	8
2.3. Egzoz gazı.....	9
2.3.1. Dizel motorlar.....	12
2.4. Dizel motor kaynaklı emisyonlar.....	15
2.5. Çok halkalı aromatik hidrokarbonlar (PAH).....	23
2.5.1. PAH'ların kimyasal özellikleri ve moleküler yapıları.....	25
2.5.2. PAH'ların kaynakları.....	29
2.5.3. PAH'ların etkileri.....	30
2.5.4. PAH'ların egzoz gazındaki genel seviyeleri.....	31
2.5.5. PAH'ların atmosferik ortam genel konsantrasyonları.....	32
2.6. Egzoz gazının bitkiler üzerine etkileri.....	33
2.6.1. Bazı hava kirleticilerinin bitkiler üzerindeki etki mekanizmaları.....	35
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	40
3.1. Kabak yeti tiricili i için seraların hazırlanması.....	40
3.2. Temizleme prosedürleri.....	47
3.3. Pasif hava örnekleycisi (PHÖ).....	47
3.4. Pasif hava örnekleycilerinin analiz yöntemi.....	47
3.5. PHÖ'nin ekstraksiyon sonrası hacim azaltımı.....	48
3.6. Kabakların analiz yöntemi.....	50
3.6.1. QuEChERS yöntemi.....	50
3.7. Kabakların ekstraksiyon sonrası hacim azaltma.....	53
3.8. GPC kolonu hazırlanması.....	53
3.9. GPC kolonu ile temizleme i lemi.....	54
3.10. Örneklerin GPC kolonundan geçirilmesi.....	54
3.11. Surrage standardının hazırlanması.....	55
3.12. Kalite güvenilirlik kalite kontrol.....	55
3.13. PAH'ların analizi.....	56
4. BULGULAR.....	58
5. SONUÇ ve TARTI MA.....	77
KAYNAKLAR.....	79
ÖZGEÇM.....	85

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
Ace	Asenaften (Acenaphthene)
Acy	Asenaftalen (Acenaphthylene)
Al ₂ O ₃	Alüminyum oksit (Alümina)
Ant	Antrasen (Anthracene)
ACE/HEX	Aseton/hekzan
BaA	Benz(a)anthracene
BaP	Benzo(a)pyrene
BbF	Benzo(b)fluoranthene
BghiP	Benzo(g,h,i)perilen (Benzo(g,h,i)perylene)
BkF	Benzo(k)floranten (Benzo(k)fluoranthene)
C	Konsantrasyon
°C	Santigrat derece
°C/dak	Santrigrat/dakika
Chr	Krisen (Chrysene)
cm	Santimetre
C ₁₀ H ₈	Naphthalene
dev/dak	Devir/dakika
DahA	Dibenz(a,h)antrasen (Dibenz(a,h)anthracene)
DCM	Diklorometan
DCM/PE	Diklorometan/petrol eteri
mL	Mililitre mL/dak Mililitre/dakika
GC-MS	Gaz kromatografi kütle spektrofotometresi

EKLER DİZİNİ

	Sayfa
ekil 2.1. PAH'ların yapıları.....	28
ekil 2.2. Egzoz gazındaki PAH'lar	32
ekil 2.3. Dizel araçlardan kaynaklanan PAH'lar	33
ekil 3.1. Deneme için kurulan seralar	41
ekil 3.2. Yerlerine dikilen kabak fideleri	42
ekil 3.3. Büyümeye bırakılan kabak fideleri.....	42
ekil 3.4. Aracın seraya bağlanması	43
ekil 3.5. Gazın seraya verilmesi.....	43
ekil 3.6. Gaz sonrası sera içi havası	44
ekil 3.7. Deneme grubu serasındaki bitkiler	45
ekil 3.8. Kontrol grubu serasındaki bitkiler	45
ekil 3.9. Kontrol grubu kabak meyveleri	46
ekil 3.10. Deneme grubu kabak meyveleri	46
ekil 3.11. Pasif hava örnekleyicisi	47
ekil 3.12. PHÖ ekstrasyon basamakları	50
ekil 3.13. QuEChERS metodu	50
ekil 3.14. QuEChERS yöntemi ile işlem basamakları	52
ekil 3.15. Döner buharla tırcı	53
ekil 3.16. GPC kolonu temizleme.....	54
ekil 3.17. GC-MS' de okunmaya hazır örnekler.....	55
ekil 4.1. Egzoz gazının kabak bitkileri üzerine etkileri	59
ekil 4.2. Kontrol grubu ve deneme grubu PAH konsantrasyonu	63
ekil 4.3. Kontrol ve deneme grubu PAH sera havasındaki PAH konstr	63
ekil 4.4. Deneme grubu sera havası ve kabakta PAH konstr	65
ekil 4.5. Kontrol grubu sera havası ve kabakta PAH konstr.....	65
ekil 4.6. Deneme grubu 1. sıra PAH bileşikleri yüzdeleri	66
ekil 4.7. Deneme grubu 3. sıra PAH bileşikleri yüzdeleri	67
ekil 4.8. Deneme grubu 5. sıra PAH bileşikleri yüzdeleri	67
ekil 4.9. Kurulan araç ve gazın sera içine verilmesi.....	69
ekil 4.10. Deneme grubu sera havasındaki PAH bileşikleri	70
ekil 4.11. Kontrol grubu sera havasındaki PAH bileşikleri	70
ekil 4.12. Sıcaklık ile PAH konsantrasyonunun arasındaki ilişki.....	71
ekil 4.13. PAH Konsantrasyonu ve PAH bileşikleri arasındaki ilişki	73
ekil 4.14. Gaza maruziyet sayıları ve PAH konsantr. arasındaki ilişki	74
ekil 4.15. 1. sıra meyve boyu ve PAH konstr. arasındaki ilişki	75
ekil 4.16. 3. sıra meyve boyu ve PAH konstr. arasındaki ilişki	75
ekil 4.17. 5. sıra meyve boyu ve PAH konstr. arasındaki ilişki	76

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Emisyonların yıllara göre durumu	20
Çizelge 2.2. Dizel motorundan kaynaklanan partikül madde oranları.....	21
Çizelge 2.3. Öncelikli kirletici seçilen aromatik hidrokarbon bileşikleri	25
Çizelge 2.4. Bazı PAH'lar ve özellikleri.....	28
Çizelge 2.5. Hava kirleticilerin bitkilerde oluşturdu u zararlar.....	35
Çizelge 4.1 PAH'ların istatistiksel verileri	62



1.G R

Egzoz gazları, yanma i lemi sonucunda meydana gelen ve kullanılması mümkün olmayan gaz halindeki atık maddelerdir. Motorların yanması sonucu meydana gelen egzoz gazı; karbondioksit, azotdioksit, kükürtdioksit ve su buharı gibi zararsız maddelerin yanı sıra, insan sa lı ı ve çevre için tehlikeli olan Hidrokarbonlar (HC), Karbonmonoksit (CO) ve Azotoksit (NO_x)'leri bünyelerinde bulundurlar. Bu zararlı maddeler modern bir motordan salınan toplam emisyonların sadece küçük bir kısmını olu turmaktadır. Bu kısım dizel motorlarında % 0,2 ve benzin motorlarında % 1,1'dir. Egzoz gazının büyük bir kısmı azot (N), su (H₂O), ve karbondioksitten (CO₂) olu ur. Bu zararlı maddelerin önemli bir kısmını azaltmak için üç yollu katalizör kullanılmaya ba lanmı tır (Anonim 2018).

Motorlu ta ıtların egzozundan çıkan zehirli metaller, gerek toprak, bitki örtüsü ve gerekse açıkta satılan gıdalar üzerinde, ciddi bir kirlilik sorununa neden olmaktadır (Odoh 2011). Yıpranmı tekerlek lastikleri, yakılan yakıtlar, korozyona u ramı aküler, ya kaçakları ve radyatör gibi metalik parçalardan çıkan Kadmiyum (Cd), Kur un (Pb), Nikel (Ni), Bakır (Cu), ve Çinko (Zn) metalleri yol kenarlarında yeti en bitkilerin kirlenmesine neden olan ba lıca metallerdir (Dolan2006). Teknolojinin hızla geli mesi, hızlı nüfus artı ı ve egzoz gazının hızlı bir ekilde yayılmasına ba lı olarak daha ciddi sorunlar (çevre kirlili i) ba göstermi , bu da çevrede ve ya am kalitesinde hızla artan bir dü ü e neden olmu tur. Çevremizde di er faaliyetlerden ve insan kaynakları sonucu olarak, bu metallerin seviyesinde son 10 yıl içinde çok büyük bir yükseli olmu tur ve bu da insan sa lı ını tehlikeli bir hale getirmi tir.

Ta ıtların neden oldu u emisyonların azaltılması konusundaki ilk çalı malar 1968 yılında Californiya'da ba lamı tır. Avrupa Birli i 13 Ekim 1998 tarihinde tüm üye olan ülkelerin Euro-On-Board-Diagnosu (EOBD) kullanma zorunlulu nu getiren EU yönergesini kabul etmi lerdir. EOBD, egzoz gazının elektrikli bile enlerini, yapı parçalarını ve parça sistemlerini, bunların devre dı ı kalma durumlarını ve hatalı fonksiyonlarını, tanımlanmı emisyon sınır de erlerinin a lıp a lmadı ı konusunda dizel motorlarının kontrolünü sa lamaktadır. Dizel motorların yanması sonucu olu an egzoz gazındaki kirleticilerin en önemlileri partikül maddeler (PM), azotoksitler (NO_x), hidrokarbonlar (HC) ve karbonmonoksit (CO) 'tir (ahin ve Erman 2006). Dizel araçlar, motorlarının termal verimlerinin yüksek olması nedeniyle benzinli

araçlardan daha az Hidrokarbon (HC) ve yanmamış Karbonmonoksit (CO) salarlar. Bunun yanında PM ve NO_x emisyonları da yüksektir (Jian ve ark. 2008). Dizel motorlarında sıkı tırmalı yanma prosesi ile termal verimi yüksek bir motor meydana gelir. Bununla birlikte sıkı tırmalı yanma prosesi sonucu meydana gelen NO_x emisyon seviyesi ile yüksek sıcaklık artmaktadır. Bunun sonucunda benzinli araçlardan atmosfere yayılan bir ton egzoz gazının 18,42 kg'ı NO_x iken, dizel araçlarda bu oran 123,71 kg oldu u saptanmıştır (Saraço lu ve ark.1977).

Dizel motorlardan çıkan partikül maddelerin astım, bronit, ve akciğer kanseri gibi sağlık sorunlarına yol açtığı sanılmaktadır. Kimi kuruluşlar dizel motorlardan çıkan egzoz gazının belli kısımların zehirli ve salgın hastalıklara neden olduğunu daire görüşü bildirmişlerdir (Setten ve ark. 2001).

Son zamanlarda hızla büyüyen kentleşme, endüstriyel atıklar ve nüfus artışı ile insan hayatında kolaylık sağlayan teknolojilerin sayısındaki artış çevre kirliliğindeki önemli faktörlerden biri olmuştur. Bunun yanında egzoz gazlarının tüketiminde olduğu gibi sebze ve meyveler üzerinde de zararlı etkileri olduğu bilinmektedir.

Buna paralel olarak; bu projenin temel amacı; Egzoz gazının sebze ve meyveler üzerinde bırakmış olduğu zehirli maddelerin belirlenmesidir. Bunun için serada aynı ortam şartlarına sahip, kontrol ve deneme grubu kurulmuştur, burada Sakız Kabak (*Cucurbita Pepo*) yetiştiriciliği yapılmıştır. Sakız Kabak (*Cucurbita Pepo*) meyve veriminde bir süreklilik olduğu ve çok erken meyveye yattığından tercih edilmiştir. Yetiştirilen Sakız Kabak (*Cucurbita Pepo*) dizel araçtan belirli günlerde ve belirli saatlerde egzoz gazı verilerek kabak meyvesinde egzoz gazının zararlarına ve Çok Halkalı Aromatik Hidrokarbonların (PAH) QuEChERS yöntemi ile belirlenip GC-MS cihazında okutulması, sonuçların yorumlanmasına dayanmaktadır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLER

2. Kabak (*CUCURB TA PEPO*) Yeti tiricili i

Sakız Kaba ı (*Cucurbita Pepo*) ÷lkemizin hemen hemen her yerinde yeti tirilse de daha çok ılıman ve sıcak iklimlerde yeti tirilmesi uygundur. Ancak kış aylarında da örtü altında yeti tiricili i yapılarak bütün bir yıl boyunca üretimi yapılabilmektedir. Anadolu'da oldukça fazla miktarda yeti tirilen bir sebzedir. Sebze yi yemeklerde kullanılmaktadır. Sakız Kaba ının (*Cucurbita Pepo*) meyveleri silindirik, beyazımtırak ya da ye il renkte olup, etli kısmı beyazımsı renktedir. Meyveler 8-12 mm geni li inde, 18 -20 cm uzunlu unda olmaktadır. Sebze olarak tüketilmesinin yanında, çekirdekleri çerez olarak, kabu u ve ye il aksamı hayvan yemi olarak, meyvesi ise yemeklik di nda tur u yapımında kullanılmaktadır. Yazın yeti tirilen kabaklar Sakız, Asma Kaba ı, Girit ve Su; kışın yeti tirilenler ise Kestane ve Bal cinslerinden olmaktadır. (Anonim2016).

Sakız Kaba ı (*Cucurbita Pepo*), A vitamini bakımından çok zengin bir sebzedir. Besleyici, serinletici özelli i olan, müsekkin, idrar ve balgam söktürücü oldu u kadar yumu atıcıdır. Böbrek yetmezli i, idrar yolu iltihabı, hemoroid, dizanteri, kalp hastalıkları ve eker hastalı ı tedavisinde de i ik ekillerde kullanılmaktadır (Anonim 2016).

Kök: Kabak, tek yıllık bir bitkidir. Genç dönemde bir adet kazık kök ve bunun etrafında 5-6 adet oldukça yüzeysel olarak geli en yan kökler yer alır. Bitki zamanla büyüdükçe yan kökler de hızla büyür ve saçaklanmı bir hal alır ve topra a yüzeysel bir ekilde tutunur. Kökler bitkinin geli me durumuna ve toprak yapısına ba lı olarak 1-1,5 m yanlara do ru yayılarak topra a tutunurlar. Köklerin büyük bir kısmı topra ın 30 cm'lik derinli e kadar inerler(Nacar 2015).

Gövde: Sakız Kaba ı gövdesi otsu olmasına ra men çok kuvvetlidir. Kök kesiti kö eli, ilk ba larda koyu ye il iken zamanla açık ye ile ya da kahverengi renge dönü ebilir. Bitki gövdesi üzerinde ele batan sert dikenler ve tüyler bulunur. Yazlık kabak yeti tiricili inde gövdenin kısa ve kolsuz olması tercih edilir. Bitki genellikle 50-100 cm'lik bir çapa sahip olarak toplu bitki görünümündedir (Nacar 2015).

Yaprak: Yapraklar oldukça büyük olmasıyla birlikte oval, be gen ve kalp eklindedir. Ayrıca yaprakları parçalı ve dikenli olanlarını da görmek mümkündür. Yapraklar uzun bir sapla gövdeye ba lanır. Yaprak saplarının üzeri boyuna çizgili, oluklu dikenli ve tüylüdür. Yaprak sapının orta kısmında derin bir kanal vardır. Yaprak sapının içi bo ve yuvarlaktır (Nacar2015).

Çiçek: Kabaklarda çiçekler gövde üzerinde bulunan yaprak koltuklarında olu ur. Tek evcidlidir yani erkek ve di i çiçekler aynı bitki üzerindedir fakat, farklı yerlerde bulunur. Erkek çiçeklerin sapsarı di i çiçeklerin sapsarına göre daha uzun ve incedir. Çiçekler, yaprak koltuklarında 3-4 tane olacak ekilde büyürler. Kabak çiçekleri, taç ve çanak yapraklar birle ik uç kısımları be parçalı ekilde ve sivridir. Çiçeklerin çanak yaprakları ye il, taç yaprakları açık sarıdan koyu sarıya do ru de i en renklerde olabilir (Nacar 2015).

Meyve: Sakız Kaba ı (*Cucurbita Pepo*) meyvelerinde ekil, irilik, meyve eti ve meyve dilimlilik özellikleri bakımından çe itler arasında önemli farklılıkları görmek mümkündür. Girit ve Sakız Kaba ı (*Cucurbita Pepo*) çe itlerinde meyveler, sebze olarak de erlendirildi i zamanlarda meyve hasadı, kabak meyvesinin boyunun 15- 25 cm uzunlukta ve eni ise 3-10 mm çapında oldu u zamanlardır (Nacar 2015).

Tohum ve Çimlenme Özellikleri: Kabak tohumlarının renkleri çe itlere göre beyaz, süt beyaz, gri beyaz, kırmızı- kahverengi, kahverengi, kur uni ve esmer yana ı renklerinde görmek mümkündür. Kabak tohumları çimlenme özelliklerini artlar sa landı ında 5-10 yıla kadar korurlar. Tohumlar toprak sıcaklıkları 10°C'den itibaren kolaylıkla çimlenmeye ba lar, en yüksek çimlenme sıcaklıkları 20- 25°C'dir. Tohumlar 4-8 gün sonra çimlenmeye ba larlar (Nacar 2015).

klim: Sakız Kaba ı geli me döneminde ılıman, geli me döneminde serin, verime yatma döneminde ise sıca ı seven bitkiler grubunda yer alır. So uk ve sert iklimleri sevmez. So uklardan fazlasıyla zarar görür. Bunun yanında çok a ırı sıcaklardan da ho lanmaz ve a ırı sıcaklıklar meyve verimini de fazlasıyla etkiler. Kabak yeti tiricili i için ilkbahar ve sonbahar mevsimleri en uygun zamanlardır. Havaların sıcak oldu u dönemlerde sulama düzenli yapılmalıdır. Açık havada yeti tiricilik yapıldı ında tohumların ekimi ilkbahar son donlarının geçtikten sonra yani toprak sıcaklı ı 10°C'yi geçtikten sonra yapılması en uygun zamanlardır. Kabak bitkisi ı ıktan ho lanan bir

bitkidir. Gölge yerlerde yeti tiricilik yapıldı ında bazı sorunlarla kar ıla mak mümkündür. Gölge alanlarda narin bir yapı kazanır, bitki üzerinde di i çiçek olu umu ve meyve ba laması oranı azalır. Kabaklarda vejetasyon süresi yazlık çe itlerde 100-130 gün arasında de i ir. Uzun süreli sıcaklık ve çok a ır nem mantari hastalıkların olu masına ve hastalıkların hızla yayılmasına neden olur. Bundan dolayı yeti tirme yerinin ve döneminin iyi seçilmesi gerekmektedir (Anonim 2016).

Toprak iste i: Kabak yeti tiricili inde toprak iste i pek önemli olmamakla beraber kumlu ve çok a ır topraklarda yeti tiricili i istenmez. Geçirgen, su tutma kapasitesi yüksek, organik ve mineral maddeler bakımından zengin, tınlı yapıya sahip topraklarda mükemmel bir ekilde yeti ir. Toprak yapısının kumlu olması bitkiye erkencilik sa lar. Bitkinin iyi bir ekilde geli ebilmesi için toprak pH'sı 6-7 civarında olmalıdır (Nacar 2015).

Toprak Hazırlı ı, Ekim, Dikim, Çapalama ve Sulama: Kabakta üretim zamanı ve iklim artları dikkate alınarak toprak i leme düzenli olarak mutlaka yapılmalıdır. Fidelerin ekim önce toprak bir- iki defa i lenmelidir. Tırmık ile tarla tesviye yapılmalıdır. Toprak sıcaklı ı yeterli yüksekli e yani 10-12°C'ye geldi inde ekim ve dikim rahatlıkla yapılabilir. Kabak çe itlerinden olan (Sakız ve Girit) çe itler olarak kullanılır. Tohumların viyollerde çimlendirilmesi; viyollere torf ya da çimlendirme harcı doldurulur, her bir viyol gözüne veya torbaya 1-2 adet tohum ekilir. Büyüyen fideler 4-5 yapraklı olduktan sonra yeti tirme yerlerine dikilir ve gerekli sulama i lemi yapılır. Fazla alana yayılmayan ve toplu halde büyüyen kabaklar en az 60-80 cm sıra arası 50-60 cm sıra üzeri mesafeler olacak ekilde dikim yerlerine dikilir. Do rudan topra a tohum ekiminin yapılması dü ünüldü ünde ise, yazlık kabak ekiminde toprak sıcaklı ı 10-12°C oldu unda ekimi yapılabilir. Yazlık kabak ekimlerinde 70-80 cm sıra arası, 50-60 cm sıra üzeri mesafesi olacak ekilde her oca a 2-3 tohum olacak ekilde ekilir. Tohumlar ekildikten 4-8 gün sonra çimlenmeye ba laryarak toprak yüzeyine çıkar. Bitkiler büyüdükçe, özellikle dallanması ve yayılması istenen çe itlerde çıkan ilk sürgün 5-6 yapraklı oldu unda sürgün ucu kesilerek dallanması te vik edilir. Bitkinin narin bir yapısı oldu undan çapalama yapılırken dikkat edilmelidir. Kabak meyveleri hızlı büyüdü ü için istenen verimin alınması için sulama 3-4 günde bir aksatılmadan yapılmalıdır. Kabak bitkileri susuz kaldı ında yapraklarının anormal bir ekilde pörsüyüp a a ıya do ru sarkması ile anla ılır (Nacar 2015).

Gübreleme: Topra ın organik besin maddelerince kabak yeti tiricili i için bir avantajdır. Ekim ve dikim i lemi yapılmadan 1 ay öncesinden dekara 4-6 ton arasında iyice yanmı çiftlik gübresi verimesi uygundur. Kabak yeti tiricili inde dekara 10-15 kg fosfor, 8-12 kg azotlu gübre, 4-8 kg kireç, 10-12 kg potasyum verilmesi iyi verim alınması açısından önemlidir (Nacar 2015).

Tarımsal Sava ım: Kabak yeti tiricili inde yabancı otlarla sava ım çok önemlidir. Çapa yardımıyla topra ın havalandırılması, yabancı ot temizli i ve bitkilerin bo az doldurulması i lemleri rahatlıkla yapılabilir. Kabaklarda görülen en önemli hastalıklar; Fusarium, Erysiphe Cichoracearum, Zucchini Yellow Mosaic Virus (ZYMV), Pseudoperonospora Cubensis, kabakta görülen zararlılar ise; Afid, Nematod, Akarlar ve Tripslerdir. Hastalık ve zararlılarla mücadele zamanında yapılmalıdır. Yeti tiricilikte hastalık ve zararlılara dayanıklı çe itler kullanmak i lerimizi kolayla tıracaktır.

Olgunluk, Hasat ve Depolama: Yazlık kabak çe itlerinde hasat büyüklü ü meyvenin normal büyüklü ünün 1/3'ü oldu u yani 15-25 cm oldu u zamanlardır. Turfanda kabak yeti tiricili inde kabak meyveleri tercihe göre daha küçük hasat edilebilir. Hasat büyüklü üne gelmi olan meyvelerin sapları bir makas yardımıyla ya da bıçakla kesilerek hasat edilir. Taze kabaklar hasat edildikten hemen sonra pazara satı a gönderilir. Yazlık kabaklar sıcaklık 4-8°C, nemin ise % 80-90 olması durumunda yakla ık 25-30 gün kadar so uk havada muhafaza edilebilirler (Anonim 2016).

Verim: Yazlık kabakların yeti tiricili inde, ekolojik ko ullar ve üretilen çe idin özelli ine ba lı olarak bitki ba ına ortalama 2-4 kg ürün almak mümkün olmaktadır. Bir dekardan 6-8 ton yazlık kabak hasat etmek mümkündür (Anonim 2016).

2.2. Hava Kirlili i

Dünyada yapılan ara tırmalar sonucunda hava kirlili inden 3 milyondan fazla insan her yıl ölmektedir. Elde edilen bu de erler dünyadaki toplam ölümlerin (ortalama 55 milyon) % 5'ini kapsamaktadır (YTÜ 2016). Hava kirlili inin kontrolsüzce artması yakıt tüketiminin hızla artması gibi problemleri günümüzde küresel ölçekte ya anan çevresel problem haline gelmektedir. Atmosferde sayıları sürekli artan hava kirleticileri, günümüzün en önemli sorunu olarak iklim de i ikli i ve kuraklı a neden olan en büyük problemlerin ba ında gelmektedir. Co rafik konumlarına ve kirletici

kaynaklarına göre dünyanın de i ik bölgeleri, bu sorunu farklı boyutlarda ya adı nı göstermi tir (Karpuzcu 2007).

Hava kirlili i, atmosferde bulunan kirleticilerin insanlar, hayvan ve bitki ya amına; çevre kalitesine, ki isel ve ticari e yalara zarar veren miktar ve sürede bulunması olarak tarif edilebilir (Karpuzcu 2007). Hava kirleticilerinden çıkan; hidrojenkükürt (H_2S), kükürtdioksit (SO_2), karbonmonoksit (CO), karbondioksit (CO_2), azotmonoksit (NO), azotdioksit (NO_2), hidrojenflorür (HF) gibi gazlar ve bunun yanında toz (duman, metalik duman, uçucu kül, sis) halindeki partiküller, birinci derece hava kirleticileri olarak tanımlanmaktadır. Atmosferde daha sonra olu an ketonlar, aldehitler, kükürt trioksit (SO_3), Ozon (O_3), sülfürik asit (H_2SO_4), asitler ve bununla birlikte endüstriyel duman gibi bile ikler de ikinci derece hava kirleticileri olarak tanımlanmak mümkündür (Karpuzcu 2007).

Havada bulunan kirletici gazların zararlı etkilerini; küresel boyutta, bölgesel boyutta ve yerel boyutta olmak üzere üç kategoride incelenmek mümkündür (Karpuzcu 2007). Örne in, ozon tabakasının incilmesi ve yeryüzünün tamamını etkileyen sera gazı etkisi gibi olaylar küresel boyuttaki etkilerini göstermektedir. Asit ya murları da yine hava kirlili inin bölgesel ölçekteki zararlı etkilerinden oldu unun kanıtıdır. Sanayi bölgelerinde görülen hava kirlili i de kirlili in yerel etkilerinin bir kanıtıdır.

Evrende görülen hava kirlili inin, insan sa lı ı, bitki ve hayvan sa lı ı üzerinde sayısız olumsuz etkileri vardır. Bunun yanı sıra, mimari ve sanatsal yapılar üzerinde tahrip edici ve bozucu etkileri vardır. Bitkiler açısından bakıldı nda olumsuz etkileri, büyümelerini engelleyici ve meyve verimini azaltıcı hatta öldürücü etkisi olmaktadır. Hava kirlili i, hem ekonomik açıdan hemde canlıların sa lı ı açısından tehlike verici bir unsurdur. Atmosferdeki hava kirlili inin insan sa lı ı üzerindeki etkileri, kirli havanın solunmasıyla ortaya çıkar. Havanın do al yapısını kirleten, zararlı maddelerin solunması, akci erleri tahrip edici ve hücreleri öldürücü etkileri vardır. Ki inin solunumu esnasında hava içerisinde bulunan parçacıklar ve dumanlar, teneffüs esnasında yutulur ve akci ere ula ır. Solunum sisteminde biriken bu parçacıklar, akci er kanserlerine neden olabilmektedir. Öte yandan di er yakıtların ve kömürlerin yanmasından olu an is ve dumanın; astım, çe itli burun ve bo az hastalıkları yani solunum yolları ile ilgili hastalıklara neden oldu u bilinmektedir. Canlılar iddetli hava

kirlili ine maruz kalma ile hava kirlili inin dü ük miktarlarına uzun süre maruz kalma durumlarında birbirlerinden farklı etkiler göstermektedir.

Ölüme yol açan hastalıkların ba ında, dünya üzerinde solunum yolları hastalıkları dördüncü sırada yer almaktadır. Çevreden gelen kirletici maddeler ilk önce insanın solunum sistemine girer. Buradan kirleticiler akci erlere geçerek dola ım sistemine girer ve bu sebeple insan metabolizmasında bulunan di er fizyolojik yapılara zarar verir (YTÜ 2016).

Hava kirlili inin insan sa lı ı üzerinde olumsuz etkileri sonucunda; u durumlarla kar ıla ılmı tır.

- Akci er kanserinde artı ,
- Kronik astım vakalarında artı ,
- Nefes daralmasında artı ,
- Balgamda ve öksürükte artı ,
- Üst solunum yollarında artı ,
- Burun, bo az ve göz tahribatında artı ,
- Soluk almada dü ü ,
- Artı gösteren ölüm vakaları,
- veriminde ve üretiminde dü ü ,
- Yapılan sa lık tedavi masraflarında artı (YTÜ 2016).

Çevrede bulunan hava kirlili inin olumsuz etkilerini ve zararlarını ve bunları önleme çalı maları her ülkede ilk olarak, atmosfere verilen egzoz gazı emisyonlarının miktarını belirlemek için envanter hazırlamaktadır. Hava kalitesinin belirlenmesinde egzoz gazı emisyon envanteri, sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Yöntemin maliyeti çok fazla olmadı ından dolayı, tercih edilmektedir. Egzoz gazı emisyon envanteri, emisyon faktörlerininve aktivite istatistiklerinin belirlenmesiyle kolaylıkla hazırlanabilmektedir.

2.2.1. Hava Kirlili i Kaynakları

Havayı kirleten kaynaklar; insan ve do al faaliyetleri sonucu olu an kaynaklar olmak üzere iki grupta incelemek mümkündür. Hava kirleticilerin bilinen do al kaynakları; deniz ve okyanuslarda olu an tuz spreyleri, bitkilerin olu turdu u tozlar (mantar sporları, çiçek tozu zerreleri), ormanların yanması sonucu olu an dumanlar ve volkanik patlamalarda meydana gelen ince tozlardır. Do al olarak meydana gelen gaz halindeki

kirleticilere örnek olarak karboksil hemoglobinin ayrılması sonucu oluşan Kükürt (S), karbonmonoksit (CO), amino grubu asitlerinin bakterilerle teması sonucu meydana gelen metil gazları, azotoksitler ve H₂S örnek olarak verilebilir (Karpuzcu 2007).

İnsan faaliyetleri sonucunda meydana gelen kirleticiler, ısınma sonucu (sıvı, katı ve gaz sobaları, kalorifer kazanları ve kombi) sanayi kuruluşlarından (endüstriyel süreçler, termik santraller ve katı atık yakılan tesisler) ve ulaşım vasıtalarından (uçaklar, motorlu taşıtlar, demiryolları ve gemiler) sonucu oluşurlar. Isınmadan kaynaklanan kirletici emisyonlar, parçacıklar halinde olan kirleticiler olup yanma dumanları, kükürt, azot oksitler ve uçucu küllerdir. Isınma araçlarından ortaya çıkan kükürt oksitler, kullanılan yakıttaki kükürt miktarının bir sonucudur. Havanın kirlenmesine neden olan kükürt bileşiklerinden önemli olanı SO₂ gazıdır. Bunun yanında SO₂ gazı atmosferdeki çeşitli kükürt bileşenlerindedir. Kükürt bileşenleri arasında, asit aeroselleri, H₂S gazı ve diğer aerosol ise sülfat tuzlarıdır. Azotoksitler yüksek sıcaklıkta atmosferde bulunan azotun ısıl olarak bağlanması sonucunda meydana gelir. Azot atomları oksijen atomlarıyla birleşerek sekiz türlü azotoksit oluşturabilirler. Bunlar arasında NO₂ ve N₂O gazlarının miktarları atmosferde fark edilebilir büyüklükte olup, temel kirlenmeyi oluşturan emisyonlar ise sadece NO₂ ve NO molekülleridir. Özellikle yüksek sıcaklık ve basınçtaki yanmalar atmosferdeki azotu NO haline dönüştürür (Karpuzcu 2007). NO, oksijenle yavaş tepkimeye girdiğinde veya hızlı bir şekilde ozon (O₃) ile oksitlendiğinde NO₂ ekline dönüşür. Isınma nedeniyle meydana gelen diğer kirleticiler; aldehitler, karbonmonoksitler, organik asitler ve amonyak (NH₃)'dir (Karpuzcu 2007).

2.3. Egzoz Gazı

Sanayilemiş bölgelerdeki hava kirliliğinin yaklaşık % 60-70'nin motorlu taşıtlardan kaynaklandığı bilinmektedir (Borat ve ark. 1992). Bu kirleticilerin özellikleri ve yoğunlukları motor kalibrasyonuna, motor tipine, yakıt bileşimine, kullanım tarzına ve atmosferik şartlara bağlıdır (Çakıroğlu 1996). Bir insanın günlük ihtiyacı olan 15 m³ temiz havayı bir taşıtın kendi başına 10 dakika süre içerisinde tehlikeli duruma getirmesi, yaşadığımız kentlerdeki yüz binlerce aracın neden olduğu hava kirliliğinin boyutunu düşünmek bizlere yeterli bir fikir vermektedir (Meb 2011).

Ulaşım araçlarının sebep olduğu ilk akla gelen kirleticiler egzoz gazlarıdır. Araçların sebep olduğu egzoz gazları, kurun ve duman taneciklerinden oluşur. Duman, motorda meydana gelen yetersiz oksijen neticesinde oluşan eksik yanmanın ürünüdür. Kurun emisyonları ise, benzine yanma vuruntusu olarak karıştırılan “kurun tetraetil” den dolayı meydana gelmektedir. Ulaşım araçlarının neden olduğu gaz halinde bulunan kirleticiler; HC, NO_x ve CO gazlarından oluşur. HC gazı motorda oluşan eksik yanmadan, yakıt deposundaki ve karbüratördeki buharlaşması sonucu meydana gelmektedir.

Yanma odasındaki sıcaklık 1800 K'nin üzerine çıktığında, içten yanmalı motorlarda havanın içerisindeki oksijen ve azot kimyasal olarak birleşerek azot oksitleri neden olur. Azot, sekiz farklı oksit türünde halde hava kirliliği açısından NO₂ (azotdioksit) ve NO (azotmonoksit) bunlar arasında en önemlileridir (EPA 1982). Dizel araçların motorlarının yanması sonucunda, azotoksitin de bulunduğu egzoz emisyonları meydana gelir. Azotoksitin içeriği %5'i NO₂, %90'ı NO, ve kalan %5'i N₂O (diazotmonoksit), N₂O₅'ten (diazotpentaoksit) ve N₂O₃ (diazottrioksit) oluşur. Çevre artlarında NO-NO₂'yi oluşturacak yapıdadır. Egzoz gazlarının akış hızı yavaş olması halinde dizel egzozundaki NO, NO₂'ye dönüşecektir (Borat ve ark. 1994). NO_x'ler de, karbonmonoksitler gibi kandaki hemoglobin ile birleşmektedirler. Akciğer dokusunda hasara ve hatta felce neden olabilirler. Fotokimyasal sis oluşumunu etkilemektedir. Atmosferdeki su ile birleşerek asit yağmurunun oluşumunu tetiklemekte, bitkilere ve toprağın yapısına zarar vermektedirler. Havada oksijenle birleşerek NO₂ oluşturur. NO₂ akciğerlerde nemle birleşerek nitrik asite dönüşür ve zamanla akciğerlerde birikerek solunum ve akciğer yolu hastalıklarına yol açar. NO_x emisyonları ile ilgili olarak yapılan bir çalışmada 150 ppm ve üzerindeki NO_x'in ölümcül etkisi olduğu belirtilmiştir, 300 ppm ve üzerindeki konsantrasyonlarda ise göğüs ve boğaz ağrısını takiben, akciğer ödeminden ölümün gerçekleştiği belirtilmiştir (Watanabe ve ark. 1997).

Araçlardan kaynaklanan kirleticiler incelendiğinde, içten yanmalı motorlarda yanma sırasında yakıt içindeki hidrokarbonların, hava içindeki oksijen ile birleşerek bazı bileşikler meydana getirdikleri ve egzoz ile dışarı atılan bu bileşiklerin oksijen, su, karbondioksit ve % 99'unun azot gibi gazlardan meydana geldiği görülür. Egzoz

gazının bile iminin geri kalanını olu turan çevre ve insan sa lı na zararlı bile iklerin ise, normal ko ullarda egzoz gazlarının sadece % 1' ini olu turdu u bilinmektedir.

çten yanmalı motorlar kullanıldı ı zaman zararlı egzoz gazlarının çıkması her zaman normaldir. Bu nedenle zararlı egzoz gazlarının her zaman en aza indirilmesi gerekir. Herhangi bir araç bir insanın gereksinimi olan 15m³ havayı sadece 10 dakikada sa lı a zararlı hale dönü türebilmektedir. Benzinli motorlarda tam yanma gerçekleş ti inden egzoz gazından çıkan zararlı gazlar azalmaktadır. Bunun yanında karı ımın tam yanabildi i gerekli durum (14,7 /1 Stoichiometrik hava/yakıt oranı yada lamda:1) tam olarak gerçekleş ir. Yanma sonucu aç ı a yalnızca su (H₂O) ve karbondioksit (CO₂) meydana gelir. Ortaya çıkan bu maddeler zararlı de ildir. Fakat bilim adamları (CO₂) atmosferin ısınmasına neden oldu nu açıklamaktadırlar. Fosil yakıtlarda yanma sonucu ortaya çıkan karbondioksit'in (CO₂) ortadan kaldırılması olanaksız bir durum oldu undan, gazın daha az çıkması için bazı metotlar ortaya atılmı tır. Egzoz gazından havaya salınan bazı kirleticiler hidrokarbonlar, nitrojen oksitleri, kükürtdioksit (SO₂) (dizel motorlarda), karbonmonoksit, azotoksitler ve kur un bile iklerini saymak mümkündür. Motorlu araçlar çevre kirlili inden kükürtdioksit (SO₂) kirlili inin % 55' inden ve karbonmonoksit kirlili inin % 75' inden, hidrokarbon kirlili inin % 40, asit ya murlarının % 18' inden, azot kirlili inden ise % 29' u sorumlu olmaktadır. Yapılan incelemeler sonucunda hava kirlili inin % 60'ından daha fazlasını egzoz gazlarından meydana geldi ini göstermektedir. Bazı ehirllerimizde egzoz gazı kirlilik oranları % 70'in üzerindedir (Ankara % 65, İstanbul %72, zmir % 52) (Özen ve Onural 2014).

Emisyon olu umunda en önemli faktörlerden biri motorların i letme artlarıdır. Motorun kendi iç sürtünmelerini yenecek ekilde minimum devir sayısında çalı tı ı rölanti durumunda (devir sayısı 700-900 d/d), HFK (Hava Fazlalık Katsayısı <1) artları bulunmaktadır. Bu artlarda eksik yanma, so uk cidarlar ve dü ük basıncın olu turdu u dü ük yanma hızından dolayı, HO ve HC de erleri fazlasıyla yüksek oldu u görülmektedir. ehir içi e imli yollarda a a ı do ru yol alınd ı nda, virajlarda yapılan yava lama ile silindir içinde motor hızına ba lı bir vakum meydana gelir. Silindire gönderilen havanın azalmasıyla olu an fakir karı ım, buji çaktı nda alev cephesi olu turamaz ve egzoza yanmamı HC gönderir. Ayrıca eksik yanma nedeniyle CO emisyonları da bu a amada oldukça yüksektir. vmelenme a amasında içeriye

yakıt/hava karı ımı girmektedir. Zengin karı ım özellikleri ve devir sayısının artması nedeniyle artan sıcaklık ve basınç etkisiyle NOx' ler yo un olarak görülür. Normal seyir halinde iken (90 km/h sabit hızda) HFK>1 oldu unda HC ve CO' ler daha az, NOx' ler daha yo undur (Tok 2010).

Hava kirlili ine sebep olan motorlu ta ıtlardan kaynaklanan kirlilik oranları bazı ülkelerde;

A.B.D = % 40

Almanya = % 47

Türkiye (stanbul) = % 72 dir.

Motorlu araçlarda kullanılan benzinin yapısında bulunan kur unun %70'i egzoz gazından havaya kur un tanecikleri halinde salınmaktadır. Motordan dı arıya salınan gazlar çevreyi daha sonra kirletmektedir. Egzozdan salınan kur un zamanla yere çökerek topra ın üzerinde birikmeye neden olur. Ayrıca egzoz gazından salınan karbonmonoksit ve azotdioksit havadaki nem ile temasa girerek asit ya murlarına neden olmaktadır.

Bunlara örnek olarak; mermer yüzeylerinde dökülmeler, kararmalar ve çatlamalara neden olmaktadır. Bunun yanında egzoz gazı sentetik kuma larda kimyasal tepkimeye girerek elyaf yapısını bozmaktadır (Özen ve Onural 2014).

2.3.1. Dizel Motorlar

Rudolf Diesel, a ır ya larla veya kömür tozu ile çalı an dizel motorunu 1892'de buldu. Zamanla yapılan çalı malar sonucunda bulunan bazı aksaklıkları gideren ve 1897 yılından sonra çok iyi çalı ır bir hale gelen bu dizel motorun özellikleri a a ıda sıralandı ı gibidir.

Silindirlerin so utulması etrafında dola an su ile oluyordu.

Sıkı tırma sonrasında basıncını 35-40 atmosfere çıkartılan hava içersine yakıt, 70 atm. basınçtaki havayla püskürtülüyor ve iyi bir karı ım meydana getirilerek silindirdeki ısı ile yanması sa lanıyordu.

Dizel motorda termik verim % 24'e kadar çıkmı tı.

Genle me sonrasında yanmı olan gazlar basınçla dı arı salınmaktadır.

Bugüne kadar dizel motorlar üzerinde de i iklik yapılması çabalarına kar ın, Rudolf Diesel'in koydu u kurallar de i medi inden bu motorlara dizel motorları adı verilmi tir (Güngör 2011).

Ham petrolün damıtılması sırasında 200-300 °C kaynama aralı ında alınan bir ürün olan motorin dizel yakıtıdır. Dizel motorları belirli evsafıta bir yakıtla çalı acak ekilde dizayn edilmi lerdir. Dizel motorları ve sıkı tırma ile çalı an makineler, gazya ı ile destile ham petrol arası dü ük uçuculuk özelli ine sahip bir yakıtla çalı ırlar (Baraescu 1983). Dizel motorun çevreye saldı ı zararlı emisyonların ba ında kanserojenik ve mutojenik etkilere sahip olan katı parçacıklarda (partikül maddeler) bulunmaktadır. Benzinli motorlar ile dizel motorlar kar ıla tırıldı ında HC ve CO emisyonlarını daha az içerdi i, dizel araçlarda SO₂ ve NO_x emisyonları daha fazla oldu u görülmü tür (Munzuro lu 2010).

Dizel motorların çevreye saldı ı partikül maddeler ince ve hafif parçacıklar oldu undan dolayı, bunların çevrede gösterdi i etkiler çok önemlidir. Bu parçacıkların yüzey alanları çok geni oldu undan güne ı ı ını çok fazla absorblayabilmektedirler (Munzuro lu 2010).

Dizel motorlarda yanma sonucu olu an egzoz gazındaki kirleticilerin en önemlileri hidrokarbonlar (HC), karbonmonoksit (CO), partikül madde (PM) ve azotoksitler (NO_x)' tir (ahin ve Erman 2006). Dizel araçlar, dizel motorların termal verimlerinin yüksek olması sebebiyle benzinli araçlardan daha az miktarda yanmamı HC ve CO çıkarırlar. Fakat NO_x ve PM emisyonları daha fazladır (Jian ve ark. 2008). Dizel motorlarında sıkı tırmalı yanma prosesi ile termal verimi daha yüksek bir motor elde edilir. Fakat sıkı tırmalı yanma prosesi sonucu olu an yüksek sıcaklık ile NO_x emisyon seviyesi artmaktadır. Benzinle çalı an motorlardan çevreye yayılan bir ton egzoz gazının 18,42 kg'ı NO_x iken, dizel motorlarda bu oran 123,71 kg oldu u bilinmektedir (Saraço lu ve ark. 1977). Partikül emisyonu seviyesinin azaltılabilmesi için yanmanın tam olarak gerçekleşmesi gerekir. PM'nin iklim de i ikli i, sa lık etkileri ve ekolojik etkiler gibi potansiyel ve çevresel etkileri yaygın bir ekilde tartı ılmaktadır (Maricq 2007). Dizel PM'nin kalıcı bron it, astım ve akci er kanseri gibi sa lık problemlerine neden olmasından üphelenilmektedir. Birkaç kurulu dizel egzozunun bazı kısımlarının zehirli ve salgın hastalıklarla ilgisinin oldu una dair bilimsel görü bildirmi lerdir (Setten ve ark. 2001).

Dizel motorları, çalı ma ko ullarına ba lı olarak gri-beyaz, siyah ve mavi olmak üzere üç renkte duman çevreye salarlar. Siyah duman, tam yanmamı yakıt zerrelerinin olu turdu u aerosoldür ve yanma odasına gere inden fazla yakıt verildi ini gösterir. Yanma odası içerisinde sıcaklı ın yüksek oldu u yerlerde oksijenin bulunmaması sonucu sıvı yada gaz fazındaki moleküllerin karbonla arak partiküllere dönü mesiyle olur. Gri-beyaz duman tam yanma artı ı maddelerin olu turdu u nemli aerosol olup, uygun yanma ko ullarının var oldu unu gösterir. Mavi duman ise yanma odasından geçen ya lama ya ının artarak yanmaya katılması halinde görülür, genellikle motorun bakıma ihtiyacı oldu unu gösterir (Tok 2010).

2.3.2. Dizel Motorunun Endüstrideki Önemi

Günümüzde teknolojik geli melerin amacı insan ya amına ucuzluk, kolaylık ve emniyet sa lamasıdır. Dizel motorları da bu nedenle endüstride önemli yere sahiptir. Di er motorlardan, dizel motorları daha avantajlı yönlerinden dolayı endüstrinin birçok kesiminde kullanılmaktadır (Güngör 2011).

2.3.3. Dizel Motorun Kullanıldı ı Yerler

Dizel motorları, dü ük motor hızlarında fazla bir güç üretmektedir fakat ve buna ra men ekonomiktir. Teknolojinin geli mesine ba lı olarak daha sessiz daha verimli çalı an dizel motorlar geli tirilerek ta ıtlarda kullanımı artmı tır. Bu tip motorların kullanıldı ı; otobüs, i makineleri, kamyon, denizaltı, tren, gemi, sabit güç makinelerinde ve tüm deniz araçlarında, jeneratörlerde, lokomotiflerde kullanılmaktadır. Dizel motorların kullanımının artması binek otomobillerde de kullanımında artı sa lamı tır. Yüksek bakım ve fiyat masraflarına sahip olması, ekonomik olması ve ivmelenme performansının benzinli motorlara çok yakın olması sebebiyle daha fazla tercih edilmeye ba lanmı tır. Havacılıkta kullanılan uçakların ço unda dört zamanlı benzinli motorlar tercih edilmektedir. Yapılan çalı malar sonucunda zamanla dizel motorların hafif uçaklarda kullanımı mümkün olabilecektir (Güngör 2011).

2.3.4. Dizel Motorların Avantajları

Dizel motorların di er motorlara kar ı bazı avantajlara sahiptir. Bu avantajları a a ıdaki gibi sıralamak mümkündür.

- Benzine göre Dizel motorlarda kullanılan motorinin daha ucuz olması,

- Dizel motorunun %30 daha az yakıt harcaması,
- Motorinin tutu ma sıcaklı nın benzinli motorlara göre daha yüksek olması yangın tehlikesinin az olması,
- Benzinli motorların verimi % 26-30 iken, dizel motorlarda verimin % 40 olması buna ba lı olarak motor gücünün daha fazla olması,
- Dizel motorlarının çevreye saldı ı egzoz gazlarının çevreyi daha az kirletmesidir.

2.3.5. Dizel Motorların Dezavantajları

Dizel motorların dezavantajları ise,

- Dizel motorlu araçların fiyatları daha fazladır,
- Yakıt sistemleri daha hassastır,
- Dizel motorlar benzinli motorlara göre daha sarsıntılı ve gürültülü çalış ırlar (günümüz gürültü sistemleri azaltılmı tır),
- Araç bakım masrafları daha fazladır,
- Çok a ırdırlar ve fazla yer kaplar.

2.4. Dizel Motor Kaynaklı Emisyonlar

2.4.1 Karbonmonoksit (CO)

Karbonmonoksit gazı, egzoz dumanında % 100, otomobillerde % 93, güç santrallerinde ise % 7 oranında olmaktadır.

Karbonmonoksit renksiz, kokusuz, yüksek toksidik özelli i olan, havanın yo unlu una yakın yo unlu a sahip olan bir gazdır. Çevre çirilenmesinde etkili olan CO emisyonlarının yaklaşık % 60'ını, ehirlerde % 95 kadarına karayolunda kullanılan taşı tlar olmaktadır. CO emisyonlarının kaynakları ise kok yakma fırınları ve endüstri prosesleri gibi yakıtlar olmaktadır (Kılıç ve ark. 2003). Genellikle bunlar zengin yakıt karı ımlarının olu turdu u yanmanın sonunda olurlar. Normalde dizel motorlarda CO emisyon seviyesi çok dü üktür. Çünkü silindire giren hava fazladır. Genelde CO emisyon problemi eski benzinli motorlarda görülmektedir. (Yılmaz 2011). Karbonmonoksidin oksitlenme oranı silindir içerisindeki gaz sıcaklı na, oksijen miktarına, reaksiyonun gerçekleşmesi için gerekli zamanın olu una (motor hızına)

ba lı olarak de i ir. CO'ı kontrol etmenin en etkin yollarından biri hava fazlalık katsayısını de i tirmektir. CO atmosfer de ço unlukla oksitlenerek CO₂'ye dönü ü r.

CO oksitlenme denklemi u ekilde gerçekte ir; $CO + OH \rightarrow CO_2 + H$ (1.1)

Karbonmonoksitin kandaki oksijen ta imasının azaltması sonucunda kanda bulunan oksijen yetersizli i sebebiyle kan damarlarının çeperleri, kalp, beyin ve bazı organlarda fonksiyon bozukluklarına neden olur (MEB 2011).

Yüksek güce sahip dizel motorlarında CO gazı emisyonu, dü ü k güce sahip dizel motorlarına göre daha dü üktür. Bunun sebebi yüksek güçlü dizel motorlarında yanma sonucu sıcaklı ının fazla olması, yanmamı karbon bile iklerinin olu masını azaltmasıdır. (Sinha ve ark. 2003).

2.4.2 Karbonmonoksitin nsan Sa lı na Etkileri

Karbonmonoksit emisyonları insan solunumuna karı tı nda, kanda oksijenin ta imasını engelleyerek kanda oksijen yetmezli ine neden olur. Bunu takiben kan damarlarının çeperleri, kalp, beyin gibi hassas doku ve organlarda fonksiyon bozukluklarına neden olur ve sa lı ı ciddi anlamda etkilemektedir (Strayer ve ark.1983). CO gazı, kanda hemoglobinle birle ti i zaman, kanda bulunan oksijenle birlikte sinirsel davranı problemlerine ayrıca kalp rahatsızlıklarına yol açmaktadır. Bu gaz, zehirleyici özelli e sahip oldu u için vücuda solunum yolu ile alındı nda kandaki alyuvarlar tarafından emilerek kan olu um mekanizmasını bozar. Çok az miktarda teneffüs edilen CO gazı bile ba dönmesi, görmede bulanıklılık ve bulantı gibi sa lık sorunlarını olu turur ve fazlaca teneffüs edildi i zaman da öldürücü özelli i görülür (Strayer ve ark. 1983).

2.4.3. Karbondioksit (CO₂)

Dizel motorlar da yanmanın kalitesi, yanma olayına dahil olan yakıt - hava oranının yanı sıra bu oran CO ile CO₂ üretimini önemli derecede etkiledi i görülmektedir. CO'nın CO₂ gazına dönü mesi sırasında önemli bir ili ki bulunmaktadır. Yakıtın yanması sonucunda yeterli hava de erine ula ılmazsa eksik yanma sonucu CO emisyon seviyesi yükselir (Clark ve ark.1984). CO gazının en üst seviyede olu ması, CO₂ gazının miktarının azalmasına neden olmaktadır. CO gazının CO₂ gazına

dönü mesinde hidroksit (OH) de kritik bir rol oynar ve CO ile OH kökü yine reaksiyona girerek CO₂ gazına dönüür (Clark ve ark. 1984).

Yanma i leminde tam olarak yanma gerçekleşmedi inden bölgesel eksik yanmalar meydana gelir ve CO oluşumu artar, buna bağlı olarak da CO₂ miktarı düşmektedir. Dizel motorlarında gönderilen havanın türbülanslı oluşu yanma kalitesini iyileştirir. Türbülans arttıkça CO miktarı düşmekte ve CO₂ miktarı da yükselmektedir. Sıcaklık ve basınç yükseldikçe, oksitlenme reaksiyonlarına bağlı olarak CO derimimleri artar. Oksijenin parçalanarak CO₂ oluşturmak için CO ile reaksiyona girmesi, yanma nedeniyle sıcaklık artışı ile doğrudan orantılı olarak deşmektedir (Asmus 1993).

2.4.4. Karbondioksit (CO₂)'in Küresel Isınmaya Etkisi

CO₂, gazının yeryüzüne geldiğinde uzun dalga boyuna sahip kızılötesi ışınlarını emme özelliğine sahiptir. CO₂, metan, su buharı ve sera gazlarını, ısı radyasyonlarını tutarak, evrende bulunan canlıların yaşamaları için gerekli ısıyı dengelemektedirler. Buna rağmen CO₂, radyasyonun atmosferdeki geçişine izin verebilmektedir. CO₂ miktarının artmasıyla atmosferdeki fazla kızılötesi ışınlarını emerek ışınların dışarı çıkmasını engeller. Sera etkisi yapıldığı bilinen bu olayın atmosferin fazlasıyla ısınmasına sebep olarak küresel ısınmaya neden olmaktadır. Küresel ısınmaya neden olan gazların emisyonlarını azaltmak için tedbirler alınmazsa, yeryüzündeki ısı her geçen gün daha da artacak ve ileri zamanlarda atmosfer sıcaklığı 1.2 -5 °C arasında artacağı düşünülmektedir (Davydova 2005). Küresel ısınmanın sonucu olarak deniz seviyesinin yükselmesi, kutuplardaki buzulların erimesine ve kara parçalarının da sular altında kalacağı tahmin edilmektedir (Davydova 2005).

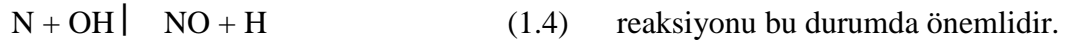
2.4.5. Azotoksit Bileşikleri (NO_x)

NO_x, egzoz dumanında %100, otomobillerde %39, Fabrikalar, petrol rafineleri, güç santrallerinde de % 61 oranında bulunmaktadır. Azotoksitler; azotmonoksit (NO), azotdioksit (NO₂), diazotoksit (N₂O), diazottrioksit (N₂O₃), diazotetraoksit (N₂O₄), diazotpentoksit (N₂O₅) olmak üzere 6 adettir. Azotoksitler arasında NO, kokusuz bir gazdır. Genellikle stokiometrik oranda hava yakıt karışımlarında yanma sonrasında NO oluşmaktadır. NO oluşumunu fazlasıyla arttıran parametreler oksijen ve gaz sıcaklığıdır. İçten yanmalı motorlarda yanma odasındaki sıcaklık 1800 K'nin üzerine çıktığında, havanın içerisinde bulunan oksijen ve azotla reaksiyona girerek azotoksit

olu ur bu da hem çevreye hem de insan sa lı na zararlı bir gaza dönü ür (Ergeneman ve ark. 1998).

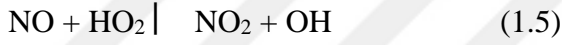


Yukarıdaki mekanizma hava fazlalık katsayısı (HFK) 0.8'den fazla olan hem fakir hem de zengin olan karı ımlar için geçerlidir. HFK TM0.8 olan karı ımlarda ise;



Motorlarda yanma olayı fazla basınç altında oldu u için alev bölgesi çok incedir ($\sqrt{0,1}$ mm) ve alevin bu bölgede bulunma süresi çok azdır. Yakıtın püskürtülmesi neticesinde bile im yanarken sıkı tırma faaliyette oldu undan, alev cephesinin geçti i bölgedeki karı ımın sıcaklı ı yanma olayından sonra daha da artacaktır (Borat ve ark.1994).

Alev bölgesinde bulunan NO a a ıda gösterilen reaksiyonla NO₂'ye dönü ür;



Böylece nitrikasit olu umuna neden olur. Çevre artlarında kararsızdır ve oksijenle birle erek NO₂ yi olu turur. Maksimum Atmosfer de eri 9 mg/m³ tür (Yi it 2009). NO₂, kırmızı - kahverengi karı ımı bir renkte ve keskin kokulu bir gazdır. Daha az yo unlukta bile olması akci eri tahri edebilme özelli ine sahiptir. Hem mukozoya hem de dokulara önemli zararlar verir.

2.4.6. Azotoksit Bile ikleri (NO_x) Emisyonlarının nsan Sa lı na Etkileri

Ta ıtların egzozundan çevreye salınan azotoksitler, havanın bile iminde bulunan nem ile temasa girerek nitrat asidine dönü ür ve bu bile i inde hem insan hemde di er canlıların sa lıklarını önemli ölçüde tehlikeye atmaktadır.

3-5 ppm ki iyi rahatsız edici bir kokusu olu turur.

10-30 ppm hem burnu hem gözleri tahri eder.

30-40 ppm ba dönmesi, a rısı ve öksürmeye sebep olur.

NO₂, atmosferde gaz halinde oldu u için solunum yolu ile canlıların bünyesine girer ve canlıların sa lı ı üzerinde zararlı etkileri oldu u bilinmektedir. Amosferde gaz halinde olan NO₂, solunum yoluyla alındı ında canlıların solunum borularında toplanarak, alt solunum yollarına zararlı etkilere sebep olmaktadır (Rigas ve ark 1997). NO₂ 'nin bulundu u ortamlarda, özellikle Ozonun bulunması durumunda, bu kirleticiler arasında olu an reaksiyonlar sebebiyle insan sa lı ında olumsuz etkilerde bulunur. Özellikle akci erlerin bakteriyel iltihaplanmaya kar ı hassasiyetlerini artırır ve akci erlerde bazı biyokimyasal de i imlere neden olabilmektedir (Morgan ve ark.1997).

2.4.7. Kükürtoksit Bile ikleri (SO_x)

SO_x Otomobillerde (dizel grubu araçlarda) % 1, fabrikalarda, güç santrallerinde, ısıtma sistemlerinde ise % 99 oranında bulunur (Yılmaz 2011).

Araçlarda kullanılan dizel yakıtlarda az da olsa kükürt bulunur.Yakıt içinde bulunan kükürt, araç silindiri içinde yanarak kükürtdioksiti meydana getirir. Kükürtdioksit (SO₂); sert kokulu, renksiz, yanmaz, patlamaz bir gazdır. Günümüzde yakıt içerisindeki kükürt oranı 10 ppm seviyelerine kadar dü ürülmü tür (Kılıç ve ark. 2003). Kükürtdioksit tahri edici özelli ine sahiptir. Buna ra men burun mukozasında kolayca çözülebildi i için ci erleri etkileme olasılı ı dü üktür. Ancak canlıların savunma mekanizmalarını zayıflattı ı için di er kirleticilerin etkilerinin artmasına neden olmaktadır (Yılmaz 2011).

SO₂ oksijen ile çok kolay bir eilde birle ebilir. Bu durumun sonucunda kükürttrioksit meydana gelir. Kükürttrioksit çok zehirli bir gaz olarak bilinir (Kılıç ve ark. 2003).

Kükürtdioksit (SO₂) su buharı ile birle erek sülfürikasit (H₂SO₄) olu tururlar. Sülfürikasit yüksek derecede asidik bir bile en olup canlı ve cansız tüm varlıklara büyük ölçülerde zararlı etkileri oldu u görülmü tür. Yanma sonucunda olu an SO₃ motor henüz so ukken yo unla an su buharı ile reaksiyona girer ve sülfürikaside (H₂SO₄) dönü ür (Meb 2011).

Egzoz gazı emisyon standartlarıyla birlikte Avrupa'da auto-oil programları ile dizel aracı yakıt standardı (EN 590) içine alınarak geli tirilmektedir. Çizelge 4.1 de verilen de erler bu azalı ın yıllara göre durumunu vermektedir.

Çizelge 2. 1. Emisyonların yıllara göre durumu (Meb 2015).

Emisyon seviyesi	Yıllar	Sülfür miktarı ppm	Sülfür miktarı %
EURO 1/ 2	1998	500 ppm	0,050 %
EURO 3	2000	350 ppm	0,035 %
EURO 4	2005	50 ppm	0,005 %
EURO 5 /6	2009/2015	10 ppm	0,001 %

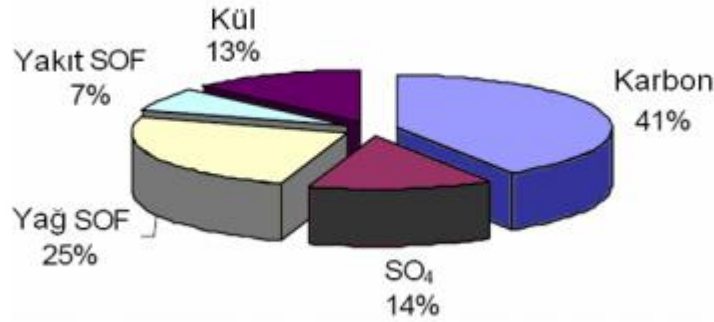
2.4.8. Kükürtoksidin İnsan Sağlığına Zararlı Etkileri

Dizel Motorlardan çıkan SO_x oluşumu, havanın içerisinde (SO₂) ve parçacık madde seviyelerini yükseltmektedir. Bu yükselme ile birlikte çeşitli solunum akciğer fonksiyon bozukluklarındaki ve solunum yolu hastalıklarının artmalarıyla beraber ölüm olayları da görülmektedir. Taşıdığı emisyonları oluşturan gazlar içerisinde insan ve diğer canlılara zarar vermesi yönünden, (SO₂) gazı ilk sırada yer almaktadır (Rivers ve ark. 1993). Bunun sonucunda da bir çok akciğer hastalıkları ve bronit gibi bazı solunum yolu hastalıkları oluşmaktadır. İnsanlar (SO₂) gazını hava ile birlikte teneffüs ettiği zaman akciğerlerde bulunan nem ile birleşerek, H₂SO₃ aside ve daha sonra H₂SO₄ asidine dönüşmektedir (Celia ve Conceicao 2005). Oluşturulan H₂SO₄, solunum yollarında tahriş eden neden olarak akciğerlerde hasarlara ve solunum yolu organlarına bağlı hastalıklara yol açmaktadır (Celia ve Conceicao 2005). Kükürtdioksit gazının hem etkin süresine hemde yoğun olarak, solunum organlarına verdiği zararın yanında insan ölümlerinde neden olmaktadır (Ferrarese al. 2008).

2.4.9. Partikül Maddeler (PM)

Partikül maddeler kül, uçucu organik, katı karbonlu malzemeler ve kükürt bileşiklerinden oluşur. Partikül maddeler, endüstriyel proseslerde, ulaşım araçlarında, ve ısınmada kullanılan yakıtların yanmasıyla oluşur. Dizel motora sahip araçlarda; karbon-hidrojen arasındaki bağlar, karbon, partiküller ve yakıttan oluşan kükürttten kaynaklanan kükürtdioksit ve hidrojen sülfürden meydana gelmektedir (Kılıç 2013). Partikül madde de erinin dümesi için yanmanın düzgün ve kararlı bir şekilde gerçekleşmesi gerekmektedir (Yılmaz 2011). Çizelge 1.3'te ağır hizmet tipi dizel motorlarından kaynaklanan partikül madde kompozisyonunu göstermektedir (Meb 2011).

Çizelge 2.2. Dizel motorlarından kaynaklanan partikül madde oranları (Meb 2011).



Partikül maddeler çapları açısından tehlike sınıflandırmasının içerisinde yer alırlar (Kılıç 2013). Dizel motorlarda olu an Partikül maddeler insanların solunum esnasında ci erlere girerek, ci erlere yükleme etkisi yapar. Bu sebeple ci erin kendini temizleme mekanizmasını yava latabilir ve di er kirleticilerin kanserojen etkilerinin ortaya çıkmasına sebep olabilir. Olu an partiküllerin bir kısmı da toksidik özelliindedir. Toksik özelli i olan partiküller canlılar üzerinde kanserojen etkisi de bulunmaktadır. Partikül madde de erinin dü mesi için mutlaka yanmanın kararlı ve düzgün bir ekilde gerçekleşmesi gerekmektedir (Yılmaz 2011).

2.4.10. Partikül Maddeler'in nsa n Sa lı na Zararlı Etkileri

Partikül maddelerin insanların solunum sisteminde olu turdu u hasarlar, parçacıkların boyutuna göre de i ir. Partikül madde boyutu 2.5 oldu unda, akci er alveollerine ula tı ndan solunum yollarında büyük tahribata, nefes alıp vermede zorlanma ve bunun sonrasında kronik bron ite neden olurlar (Sara Janhall 2007). Bunun yanında akci erlerin hava keseciklerine girmesiyle kan dola mına girer ve kalp ritminin aksamasına neden olur. Katı parçacıklar, kalp damar yolu ve solunum hastalıklarından olu an ölüm oranlarının artı na, kronik bron itin, astımın, allerjilerin, solunum yolu hastalıklarının, ve hastaneye ba vuran hasta sayısında artı a yol açmaktadır (Sara Janhall 2007).

2.4.11. Hidrokarbon (HC)

Yakıtın tam olarak yanmaması, yakıtın tutulmaması ve benzinin (dolum sırasında yada deposunda) buharlaşması sonucunda ortaya çıkarlar. Motora giren yakıt miktarının % 1-1.5'ini kapsarlar (Kılıç 2013). Motorun silindirlerindeki hatalı yanmayla silindire gelen yakıtın bir kısmını ateşleme sırasında yanmadan kalan kısmı ve egzozdan benzin buharı şeklinde atılmasıdır. Hidrokarbonlar, güneş ışığı ve azot oksitinin etkisiyle birlikte ozonu oluştururlar. Bazı hidrokarbonlar mukozada büyük tahrişe neden olurlar, bazıları ise katran ve zift gibi kanserojendir (Meb 2011).

Hidrokarbonlar; yanmamış ve kısmen yanmış hidrokarbonlar olarak, yakıtın yanmasına bağlı olarak oluşurlar. Yanmamış Hidrokarbonlar C_nH_m olarak gösterilirler. Olefinler, parafinler ve aromatik hidrokarbonlardır (Meb 2011). Kısmen yanmış hidrokarbonlar, aldehitler (C_nH_m , CHO), ketonlar (C_nH_mCO), karboksilik (C_nH_mCOOH), karbonmonoksitlerdir (CO) (Meb 2011).

2.4.12. Hidrokarbon (HC)'lerin İnsan Sağlığına Zararlı Etkileri

Yanma sonucu meydana gelen egzoz gazıyla birlikte çevreye salınan yanmamış yada yanmamış hidrokarbonlar genellikle tahriş edici ve kötü bir kokuya sahip maddelerdir. Bu hidrokarbonlar içinde olefinler ve parafinlerin solunum yollarında bulunan mukozayı yani iç deriyi tahriş etme ve bunun yanında bayıltıcı etkileri de yeralmaktadır. Aromatlaşsa, kanser özelliğine sahiptirler. Hidrokarbonların kısmi yanma sonucu meydana gelen aldehitlerin rahatsız edici keskin kokuları sebebiyle burun ve göz için son derece rahatsız edici ve tahriş edici bir özelliğe sahiptirler.

Gaz halinde bulunan hidrokarbonlar güneş ışığıyla ve azot oksitlerle tepkimeye girerek "fotokimyasal sis-smog" olarak isimlendirilen sis tabakasını oluştururlar. Bu sis tabakası solunum sisteminin etkilenmesine ve gözlerin sulanmasına neden olurken, bitkiler için de zararlı etki yapmaktadırlar.

Çok Halkalı Hidrokarbonların solunması sebebiyle sistemik bir etki gösterdikleri ve bu etki limitinin ise en az 25 ppm olduğu belirlenmiştir. HC'lerden insan sağlığına önemli ölçüde etki yapan Çok Halkalı Aromatik Hidrokarbonlar (PAH)'ın ise insan sağlığı üzerinde kanserojenik etkisi olduğu kesin olarak belirlenmiştir. Bulunan yüzlerce PAH arasından en fazla tanınanı benzopiren (Bap)'dır. Benzopiren (Bap), motorlu taşıtlardan

atmosfere hızlıca dağılır. Solunum esnasında vücuda giriş yapan PAH'ların akciğeri tahrip ederek kansere neden olduğu belirlenmiştir.

Önemli PAH'lardan Benzen ise, kimyasal mesleğinden dolayı maruz kalması sonucu lösemiye sebep olduğu tahmin edilen bir Hidrokarbondur. Yalnız lösemiler 40 ppm konsantrasyonun üzerinde maruz kalınmasıyla oluşmaktadır. Ayrıca benzen kemik iliğinde bulunan kan hücrelerini etkileyerek kan hücrelerinin çoğalmasını engeller. Bunun yanında beyaz kan hücrelerini de ortadan kaldırır. Benzen bunun yanı sıra anormal kromozomlara da sebep olur. Benzenin tam anlamıyla nedene olduğu biyolojik etkiler çok iyi bilinmemektedir. 1g/m³ den daha fazla konsantrasyonlarda benzenin solunması, sinir sisteminde bazı bozukluklara ve bazen de karaciğeri tahrip ederek, hastalıklarına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra ksilen ve toluen daha az zehirleyici bir etkiye sahiptirler. 1400 ppm'e yakın toluenin farelerde yapılan deneyler sonucunda; fareler üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı görülmüştür (YTÜ 2016).

2.5. Çok Halkalı Aromatik Hidrokarbonlar (PAH)

Çok Halkalı Aromatik Bileşikler (Polycyclic Aromatic Compounds, PAC), bileşiminde 2 yada daha fazla benzen halkasından oluşan, buna bağlı olarak farklı elementler ihtiva eden ve farklı fonksiyonel bileşikler içeren bir gruptur. Sülfürinasyon, Fotooksidasyon ve Nitrasyon sonucunda kimyasal tepkimelerle yapıları değişerek çok fazla zehirli bir bileşime dönüşmektedirler. Buna örnek olarak, nitrik asit varlığında bazı PAH bileşikleri bunlarla birleşerek nitro-PAH bileşiklerine dönüşebilmektedir (Arı 2008).

PAH'ların toksik, mutajenik ve kanserojenik olduğu bilinmektedir (Wang et al. 2010, Liang et al. 2006, Tsai 2002, Nieva-Cano et al. 2001). PAH'lar günümüzde kimyasal kanserojenlerin en geniş sınıfında yer alırlar (Köseler 2008, Bjørseth, Ramdahl 1985).

PAH'ların, hidrofobik bir yapıya sahip olmalarından dolayı sudaki çözünürlükleri azdır. Ancak yüksek bir oranda lipofilik özelliklere sahip oldukları bilinmektedir (Nieva-Cano et al. 2001). Yapısında dörtten daha az benzen halkası içeren PAH'lar hafif PAH, dört ve daha çok benzen halkası içeren PAH'lar ise ağır PAH olarak ifade edilmektedir (Danyi et al. 2009). PAH'ların moleküler ağırlıkları arttıkça sudaki çözünürlükleri azalmaktadır. Ancak kanserojenik ve toksik özellikleri arttığı bilinmektedir (Wenzl et al. 2006, Ferrarese et al. 2008). PAH'lar, hidrofobik ve kararlı kimyasal yapılarından

dolayı hızlı bir şekilde partiküller üzerine absorblanma eğilimindedirler (Wang et al. 2010).

PAH'ların kaynaklarını hareketli ve sabit olmak üzere iki kategoriye ayırmak mümkündür. Sabit kaynaklar; kömür üretimi, çöplerin yakılması, evsel ısınma, alüminyum üretimi, güç ve ısı üretimi, demir-çelik endüstrisi, asfalt üretimi, petrol rafineri işlemleri, tarım atıklarının yakılması ve orman yangınlarıdır. Hareketli kaynaklar ise; motorlu taşıtların egzoz gazlarını oluşturmaktadır. Kirletici olan kaynaklardan atmosfere salınan PAH bileşiklerinin miktarları ve türleri tamamen farklıdır. Başlıca doğal kaynakları orman yangınları ve volkanik aktiviteler olan PAH bileşikleri, doğal olan kaynaklara oranla çok daha fazlası insan faaliyetleri sonucu oluşmaktadır. En çok bilinen PAH kaynakları ise kömür ve katran üretimi, petrol rafineri işlemleri, fosil yakıt tüketimi, motorlu araçlardan ve endüstriyel işlemlerden kaynaklanan emisyonlardır (Köseler 2008).

Yüksek oranda moleküler ağırlığa sahip olan (4, 5, 6 ve 7 halkalı) PAH bileşikleri ağır yakıtların yakıldığı tesisler, kömür fırınları ve elektrik arklı kalorifer ocakları tesislerinde meydana gelir. Emisyon kaynağının özelliğine bağlı bulunan indikatör PAH'lar ise; çimento tesislerinden kaynaklanan PAH'ların tamamı ise 3 halkalı olan asenaftalin, antrasendir. Endüstriyel atıkların yanması sonucu oluşan PAH'lar indeno (1,2,3-c,d) piren ve krisendir (Arı 2008).

PAH'lar, genellikle yetersiz oksijenin olduğu koşullardaki yanması sonucunda meydana gelirler. Yakıtla havanın yetersiz karışımı ve eksik yanma sonucunda yanmadan çıkış gazına kaçmasına neden olur. Havanın eksik olması sonucunda termal dekompozisyon (yani piroliz) oluşur. Dekompozisyon akıtın orijinalinde bulunmayan yeni hidrokarbonların oluşmasına neden olur. PAH'ların oluşma mekanizması O₂'nin az olduğu alevin kimyasal indirgenme esnasında, yakıttaki hidrokarbonun pirolizi (500-800°C) neticesinde reaktif serbest radikallerin çoğalmasına dayanır. Karışımın soğuma tepkimesi esnasında buhar fazdaki PAH'lar parçacıkların üzerine birikir (Arı 2008). Uluslararası Kanseri Araştırma Merkezi tarafından da (IARC) belirtildiği üzere, sediment vb. ortamlardaki PAH'lar besin zinciri yoluyla insan vücuduna alındığında mutajenik/ kanserojenik etkilerinin gözlenmesi riski bulunduğu ifade edilmiştir (IARC 1986).

ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA), muhtemel olarak insanlar için kanserojene sebep olan benzo[a]antrasen, benzo[a]piren, benzo[b]fluoranthen, chrysene, benzo[k]fluoranthen, dibenzo[a, h] antrasen ve indeno[1,2] 3-c,d piren olarak sınıflandırılmıştır (USEPA 2005). Buna karşılık, Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC), benzo[a]antrasen ve benzo[a]pirenin muhtemel insan kanserojenleri olduğunu belirtirken, benzo[b]fluoranthen, benzo[j]fluoranthen, benzo[k]fluoranthen, ve indeno[1,2,3-c, d]piren olası insan kanserojenleri olarak belirtilmiştir (IARC 1987) (Martorell et al. 2010). Kanserojen potansiyellerine ek olarak, PAH'lar ayrıca nörotoksiktir ve iltihaplanma, oksidatif stres ve plasenta yoluyla vasküler yaralanma nedeniyle fetal beyine zarar verebilirler (Jia et al. 2019).

Doğada 100'den fazla PAH bulunmakla beraber bunlardan 16 tanesi USEPA (Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı) tarafından "Öncelikli Kirleticiler" olarak belirlenmiştir. Bunlar;

Çizelge 2. 3. Öncelikli kirletici seçilen aromatik hidrokarbon bileşikleri

Naftalin (Np)	Asenaftelen (Anp)
Asenaften (Ane)	Floren (Flr)
Fenantren (Phe)	Antrasen (An)
Floranten (Flu)	Piren (Py)
Benzo[a]antrasen (BaA)	Krisen (Chr)
Benzo[b]floranten (BbF)	Benzo[k]floranten (BkF)
Benzo[a]piren (BaP)	Dibenzo[a,h]antrasen (DahA)
Indeno [1,2,2-cd] piren (IcdP)	Benzo[g,h,i]perilen (BghiPy)

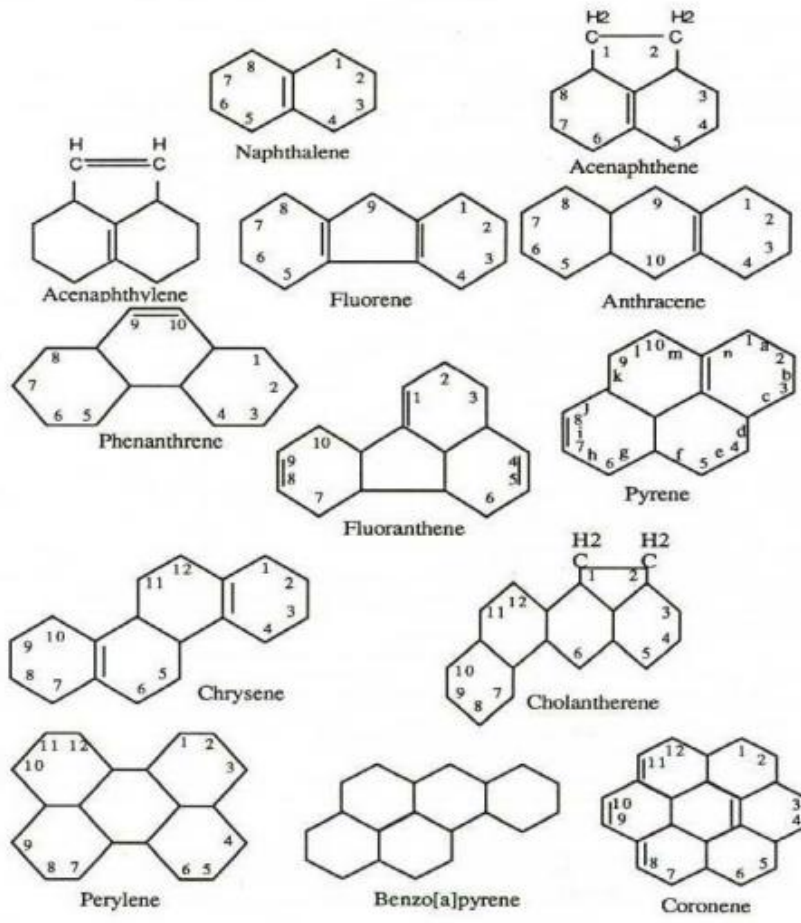
2.5.1. PAH'ların Kimyasal Özellikleri ve Moleküler Yapıları

Çok Halkalı Aromatik Hidrokarbonlar (Polinükleer Aromatik Hidrokarbonlar olarak da bilinir) iki veya daha fazla aromatik (benzen) halkasının bir araya gelmesi sonucunda bir çift karbon atomuna bağlanması nedeniyle oluşmaktadır. Sonrasında hidrojen ve karbon atomlarının tek bir düzlemde yer aldığı bir molekül ortaya çıkmaktadır. Naphthalene ($C_{10}H_8$, MA=128,16 g), iki benzen halkasının bir araya gelmesi ile oluşmakta ve tüm PAH türleri içerisinde en az moleküler ağırlığa sahip türdür. 2 halkalı PAH türlerinden (örneğin naphthalene) 7 halkalı PAH türlerine (örneğin, Coronene ($C_{24}H_{12}$; MA = 300, 36 g) kadar olan türler çevresel açıdan oldukça önem taşır. Bu sıramada oldukça farklı sayıda aromatik halkaya sahip, farklı şekilde dizilmiş farklı PAH türleri yer almaktadır. PAH'lar saf bileşik halinde genellikle beyaz,

renksiz veya soluk sarı-ye il renkte olup, zayıf güzel bir kokuya sahiptirler. PAH'ların ço u yüksek erime ve kaynama noktasına aittir ve hepsi oda sıcaklı ında katı haldedir. Kaynama noktaları ve erime noktaları ve log Kow (oktanol/su da ılım katsayıları) moleküler a ırlı ın artması ile artmakta, çözünürlükleri ve buhar basınçları dü mektedir (Birgül 2013).

PAH'ların kimyasal ve fiziksel karakteristikleri molekül a ırlıklarına ba lı olarak farklılık göstermektedirler. Örnek olarak, PAH'ların buharla maya, oksidasyon ve indirgenmeye kar ı olan dirençleri moleküler a ırlı ın artması ile artarken sudaki çözünürlükleri ise azalmaktadır. PAH'lar biyolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre iki gruba ayrılırlar. Dü ük moleküler a ırlıklı PAH'lar (2 ile 3 halkalı olan PAH türleri örne in naphthalene, fluorene, phenanthrene ve anthracene gibi) aquatik ortamda önemli derecede akut toksisiteye neden olurken, yüksek moleküler yapılı PAH'lar yani 4 ile 7 halkalı olanlar (örne in chrysene ve coronene) toksisiteye neden olmamaktadır. Bunun yanında yüksek moleküler a ırlı a sahip birçok PAH türünün kansere neden oldu u bilinmektedir (Birgül 2013).

Bazı PAH'ların yapıları ve numaralandırılması ekil1 'de verilmektedir.



ekil 2.1 PAH' ların yapıları

Çizelge 2.4. Bazı PAH'lar ve özellikleri (Kural 2012)

PAH Bile i i	Formül	Molekül Kütlesi(g/mol)	Erime Noktası(°C)	Kaynama Noktası(°C)	Buhar Basıncı(kPa)
Naftalen	C ₁₀ H ₈	128,18	80,2	218	1,1x 10 ⁻²
Asetilen	C ₁₂ H ₈	152,20	92-93	265-279	3,9x 10 ⁻³
Asenaften	C ₁₂ H ₁₀	154,20	90-96	278-279	2,1x 10 ⁻³
Floren	C ₁₃ H ₁₀	166,23	116-118	293-295	8,7x 10 ⁻⁵
Antrasen	C ₁₄ H ₁₀	178,24	216-219	340	3,6x 10 ⁻⁶
Fenantren	C ₁₄ H ₁₀	178,24	96-101	339-340	2,3x 10 ⁻⁵
Floranten	C ₁₆ H ₁₀	202,26	107-111	375-393	6,5x 10 ⁻⁷
Piren	C ₁₆ H ₁₀	202,26	150-156	360-404	3,1x 10 ⁻⁶
Benzo(a)antrasen	C ₁₈ H ₁₂	228,30	157-167	435	1,5x 10 ⁻⁸
Krisen	C ₁₈ H ₁₂	228,30	252-256	441-448	5,7x 10 ⁻¹⁰
Benzo(b)floranten	C ₂₀ H ₁₂	252,32	167-168	481	6,7x 10 ⁻⁸
Benzo(k)floranten	C ₂₀ H ₁₂	252,32	198-217	471-480	2,1x 10 ⁻⁸
Perilen	C ₂₀ H ₁₂	252,32	273-278	500-503	7,0x 10 ⁻¹⁰
Benzo(a)piren	C ₂₀ H ₁₂	252,32	177-179	493-496	7,3x 10 ⁻¹⁰
Benzo(e)piren	C ₂₀ H ₁₂	252,32	178-179	493	7,4x 10 ⁻¹⁰
Benzo(g,h,i)perilen	C ₂₂ H ₁₂	276,34	275-278	525	1,3x 10 ⁻¹¹
Indeno(1,2,3-cd)piren	C ₂₂ H ₁₂	276,34	162-163	-	10 ⁻¹¹
Dibenzo(a,h)antresan	C ₂₂ H ₁₄	278,35	266-270	524	1,3x 10 ⁻¹¹
Koronen	C ₂₄ H ₁₂	300,0	438-440	525	2,0x 10 ⁻¹³

2.5.2. PAH'ların Kaynakları

PAH'lar antropojenik ve doğal kaynaklı etkiler olarak organik bileşiklerin eksik yanmaları sonucu oluşurlar. Doğal kaynakları; volkanik patlamalar, doğal petrol sızıntıları, orman yangınları ve biyojenik emisyonlar olmaktadır. Antropojenik kaynaklar ise, hareketli ve sabit kaynaklar olmak üzere sınıflandırılabilir. Hareketli kaynaklar, benzin ve dizel gibi fosil yakıt yakan araçlar iken; sabit kaynakları, endüstriyel aktiviteler amacıyla kullanılan fosil yakıtların yakıldığı buhar kazanları, evsel ısıtma sistemleri (fosil yakıtların yakıldığı kalorifer kazanları, sobalar gibi), kireç odaları, kalorifer kazanları, enerji üretim tesisleri ve atık yakma tesisleri bunlar arasında sayılabilir (Kılıç 2015).

PAH'ların doğal kaynakları olarak; im ek çakması, orman yangınları ve volkanların faaliyete geçmesi gibi faaliyetler örnek gösterilmektedir. Volkanik faaliyetler büyük miktarlarda PAH emisyonunun atmosfere karışmasına neden olmaktadır (Ravindra ve di . 2008).

Özellikle şehirlerdeki en önemli PAH kaynağı trafikdir. Tarımsal faaliyetler PAH kaynaklarından önemli derecede etkilenmektedir. Yüksek derecede sanayilemiş bölgelerde veya karayollarına yakın arazilerde yetiilen örneklerde PAH genellikle kırsal alanlardan daha yüksek seviyelerdedir. Böylece serbest bırakıldığında, yüksek PAH'lar tüm çevresel bölümlere yayılabilir hava, su, çökeltiler, toprak ve bitkiler, bunlarda su ve karasal türlerin kirlenmesine neden olmaktadır (Paris et al. 2018).

Hayvan ve bitki dokularında, yüzey sularında, havada, içme sularında, yeraltı sularında, sedimentte, toprakta, havada ve endüstriyel sularda bulunan PAH'ların çevreye yayılmasıyla canlılar PAH'lara maruz kalmaktadırlar (Kılıç 2015).

Günümüzde binaların ısıtılmasında odun ve kömür yakılmaktadır. Bu yanmalarda yüksek oksijen varlığında ve düşük tutulmuş sıcaklıkla birlikte yakıt ve havadaki zayıf karışımlar olmasından dolayı yine de organik bileşikler oluşmaktadır. Davies ve arkadaşları, 1992 yılında evde kullanılan yakıtlarda PAH oluşum faktörlerini çalıştırmış ve evlerde oluşan PAH'ların endüstride olduğundan daha da önemli olduğunu bulmuştur. Bazı araştırmacılar evde yakılan çam odun tipleri ve gazete yakılması sonucu oluşan PAH'ları karıştırmış ve odunun gazeteye göre daha mutajenik PAH oluşumunu gözlemlemiştir (Kayıkçı 2017).

2.5.3. PAH'ların Etkileri

Solunum, beslenme, dokunma gibi yollarla insan vücuduna giren PAH'ların anne sütünden bebeklere geçi i de dahil olmak üzere kanserojenik oldu u kabul edilmi tir. Canlıların bünyelerine aldıkları PAH'lar çe itli dokularda ve kanda tutunurlar. Laboratuvarıda; hayvanlar üzerinde yapılan deneylerde; beslenmeyle alınmasının mide kanserine, solunumunun akci er kanserine, dokunma ile de cilt kanserine neden oldu u saptanmı tır (Arcos ve Argus 1975).

Bilinen PAH'ların, 100 tanesi çevreyi kirleten olarak tanımlanan ve karbon ihtiva eden bile iklerin eksik yanması sonucunda olu an bile ik grubudur. Atmosfer dı havasında fazla olarak görülen birçok PAH bile i inin bilinen bir çok kanserojenik ve mutajenik fonksiyonları bulunmaktadır. Atmosferde partikül ve gaz halinde bulunan PAH'lar hem solunum yardımıyla hemde deri yardımıyla, canlıların yapısına girebilmektedirler. Uluslararası Kanser Ara tırmaları Ajansı'nın (IARC) yaptı ı sıralamaya göre bazı PAH bile ikleri mutajen ve kanserojen oldu unu belirtilmektedir. PAH'lar ilk ba ta akci er, mesane ve derinin yanı sıra vücudun di er organlarına da zarar verebilmektedir. Bazı hayvanlar üzerinde yapılan analizlerde kanserojenik ve mutajenik etkilerinin yanında bazı zehirli etkilerinde oldu u görülmü tür. Yapılan analizler sonucunda PAH'ların DNA yapısını etkileyerek bazı genetik de i ikliklere neden oldukları görülmü tür. Sigara içen veya sigara dumanına maruz kalan ki ilerde yüksek miktarda PAH deri imine, yapılan ara tırmalarda DNA mutasyonlarına rastlanmı tır (Gülçiçek 2011).

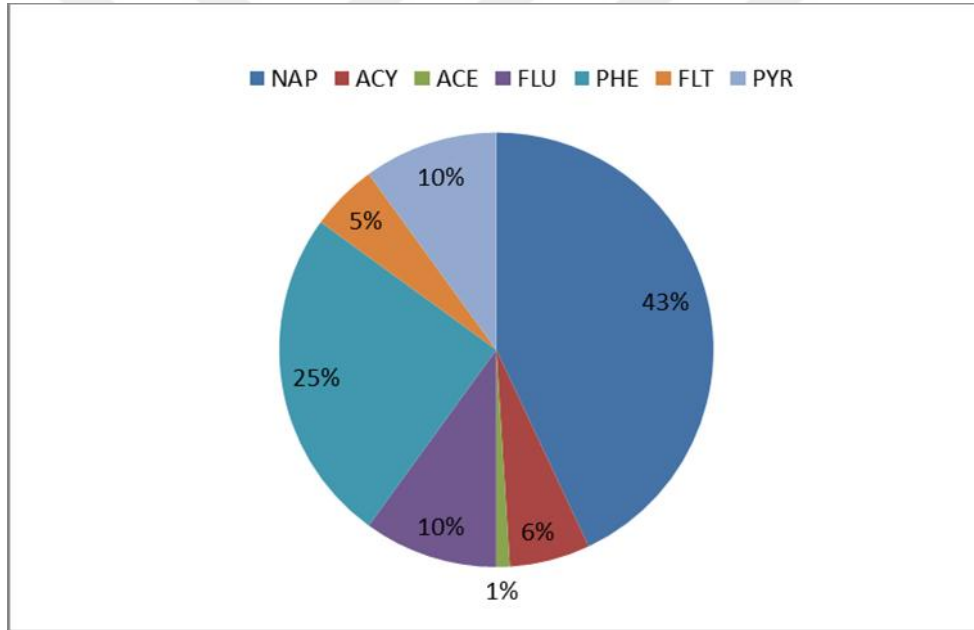
Bazı PAH bile ikleri hücre bölünmesini kontrol eden mekanizmalar üzerinde onarılmaz hasarlara yol açarak memelilerde ve balıklarda tümör olu umuna bu da kansere yol açmaktadır. PAH'lar ya dokularında çözünebildiklerinden biyoakümüülasyon vasıtasıyla besin zincirine girebilmektedirler. Özellikle benzo(a) antrasen, krisen, benzo(b, k)floranten ve benzo(a)piren, indeno(1,2,3-cd)piren ve dibenzo(a,h)antrasen insanlar üzerinde etkili olan kanserojenik PAH bile ikleri arasında saymak mümkündür (Gülçiçek 2011).

2.5.4. PAH'ların Egzoz Gazındaki Genel Seviyeleri

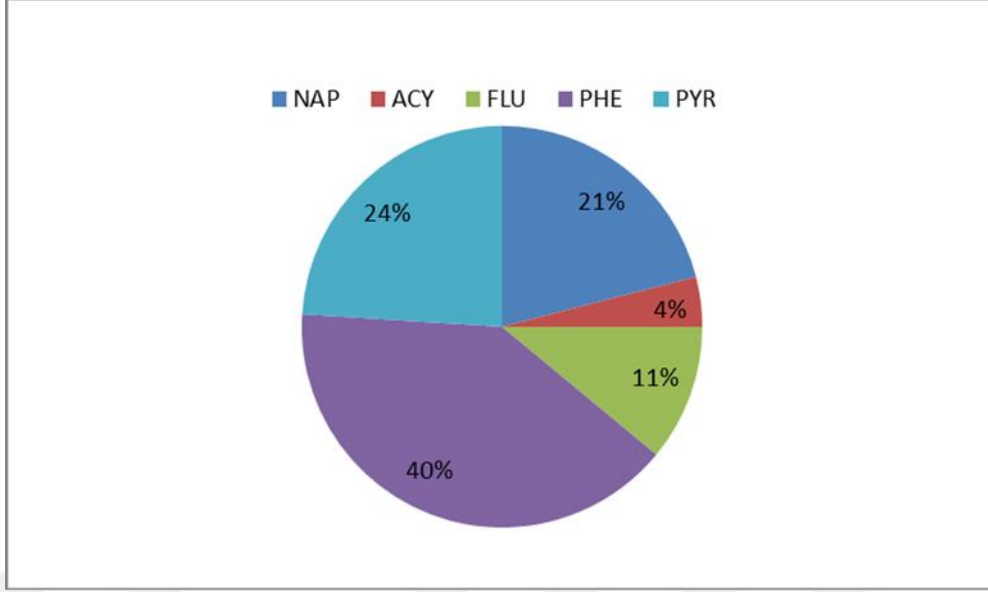
Dizel motorlarda yanma esnasında çok karmaşık bir dizi reaksiyon ve fiziksel süreç içerir. Dizel egzoz gazlarından çok sayıda tehlikeli PAH türü salınmaktadır. Normal araçlardan çıkan egzoz gazındaki PAH oranı ile Dizel araçlardan çıkan egzoz gazları arasında ki PAH oranlarında oldukça fark bulunmaktadır. Genellikle daha yüksek konsantrasyonlara sahip PAH'lar dizel egzoz gazında bulunmaktadır (De Souza ve Correa 2016).

Yapılan araştırmalarda, dizel yakıtta daha yüksek konsantrasyonlarda PAH emisyonları bulunmaktadır.

Bu PAH türleri aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.



ekil: 2.2. Egzoz gazındaki PAH'lar



ekil: 2.3. Dizel araçlardan kaynaklanan PAH'lar

2.5.5. PAH'ların Atmosferik Ortam Genel Konsantrasyonları

Dünya'nın farklı yerlerinde bazı ara tırmacılar atmosferik PAH konsantrasyonlarının belirlenmesi, bu bile iklere kaynaklarının, gaz-partikül da ılımlarının incelenmesinde bazı çalı malar yapmakta ve elde edilen sonuçları yayınlamaktadırlar. Yapılan ara tırmalar atmosferik PAH bile iklere yüksek konsantrasyonlardan nüfusun ve trafi in fazla oldu u, kok tesisleri ve aliminyum üretim tesislerinin, aynı zamanda petrol çıkarma veya i leme endüstrilerinin, evsel ısınmalarda kömür yakıtlarında ve hava kirlili ine ba lı olarak sa lıkta duyulan ikeyetlerin fazla oldu u yerlerde yo unla maktadır. Ara tırmaların yapılmak üzere seçilen yerlerdeki sanayi, nüfus, sosyo-ekonomik ko ullar, iklime ba lı olarak farklı analizler ve sonuçlar içerse de sonuç olarak o bölgede ya ayan insanların atmosferik PAH bile iklere ne kadar maruz kaldıklarını belirleme yönündedir (Kayıkçı 2017).

PAH'ların toprak, hava ve su ortamından ba ka bir ortama geçi i uçuculuk, çözünme, buharla ma, ıslak/kuru çökeltme ve de gaz adsorpsiyon proseslerine ba lı olarak, farklılık göstermektedir. Dolayısıyla PAH'ların atmosferde gösterdi i davranı ları gaz/partikül da ılımı oldukça yakından ili kilidir (Pankow ve Bidleman 1992, Mastral ve ark.2003). Partikül karakteristikleri (boyut da ılımı, kimyasal kompozisyonu ve karbon içeri i), atmosferik artlar (sıcaklık ve nem) ve buhar basıncı ve nem PAH'ların

partikül ve gaz fazı arasında da ılımlı etki eden parametrelerdir (Sitaras ve ark. 2004, Odabaşı ve ark. 2006, Esen ve ark. 2008).

2.6. Egzoz Gazının Bitkiler Üzerine Etkileri

Doğada bulunan bitkiler, fotosentez yaparak oksijen üreten, besin zincirinin ilk basamağını oluşturan, çevreyi yeşil örtüsüyle zenginleştirip güzellik katan, ekosisteme enerji girdisi sağlayan, toprağı kök sistemiyle sağlamlaştırarak, koruyan erozyonu önleyen, dünyada yaşayan canlılara barınak imkânı sağlayan ve daha fazla sayılamayacak yararları ile ekosistem içerisinde çok büyük öneme sahip olan değerli canlılardır (Bingöl ve ark. 2010).

Karataglis ve Geeson'e göre egzoz gazından meydana gelen çok sayıda metal kirlilikleri, canlılarda birikerek ve gıda zinciri halkasına girerek uzun zamanda bazı sorunlara neden olmaktadır. Bu elementlerin yayılmasıyla toprağı karışması, topraktan süzülerek akarsulara ve taban suyuna karışması, kirlenen akarsuların tarımda sulama suyunda kullanılması, kullanım sonucunda toprakta kirliliğin birikmesi ve bunların ürünlere aktarılması ve canlıların yaymalarını olumsuz yönde etkilemektedir. Hem içme, hemde sulama suyunda bu elementlerin belli oranda bulunması doğal bir durumdur. Fakat bu elementlerin canlıların sağlığı için, görmezden gelinen miktarları vardır. Bu miktarları azaltıldığında toksik etkileri, bitkisel organizmalara fizyolojik olduğu gibi morfolojik bozulmalara da neden olmaktadır. Metaller biyolojik gelişim süreci içerisinde bitkilerin bünyelerine katılarak kök, yaprak, tomurcuk ve meyve gibi bitki organlarına taşınarak besin zincirine dahil olurlar (Erdoğan 2005).

Araçların egzozlarından çıkan ağır metaller genellikle toprağı hava ve su yardımıyla taşınmaktadır. Havada bulunan ağır metaller taşınmalarının sayısına bağlı olarak farklılık gösterirler. Hava ortamında bulunan ağır metal konsantrasyonları kırsal ve şehir alanlarında farklılıklar gösterir. Şehirlere bakıldığında, kırsal kesimlere göre konsantrasyon daha fazla olduğu görülür. Şehirlerde çok kalabalık caddelerde Kurun miktarı 1 m³'te 71µg olarak belirlenmiştir. Bu oran kırsal kesimlerde daha azdır. Kirlilik kaynağından daha uzağı gidildikçe "kurun" miktarının azaldığı görülmüştür (Bingöl 1992).

İnsan sağlığının ağır metallere; soluk aldığı havadan birebir, içtiği sudan ve yediği gıdalardan dolaylı olarak etkilendiği görülmüştür. En fazla refüjlerde ve yol kenarında

yapılan tarım ürünlerini etkilemekte ve bunlarda fazlaca birikti i görülmü tür. Bitkiler kirleticileri yaprak, meyve üst kısımlarında ve dokularda biriktirmektedirler. Dü ük yo unluk oldu unda bitki etkilenmedi i halde bünyesinde birikim yapmakta, artan birikimin bitkinin kendisini de etkiledi ini göstermi tir (Dursun ve ark.1998).

Sebzeler, insan diyetindeki en temel ve en yaygın bile enlerden biridir. Bu nedenle, PAH kaynaklarını belirlemek ve sebzelerde alım mekanizmalarını belirlemek önemlidir (Jia et al. 2019). Sebze ve meyvelerde, PAH'ların varlı ı temel olarak yüzeylerinde hava kirlili i partiküllerinin birikmesi ve yapılarının alımından kaynaklanmaktadır. PAH'ların lipofilik ve hidrofobik özellikleri sebebiyle, besin zincirinde birikme e ilimindedirler (Bansal and Kim 2015).

Hava kirleticileri bitkilere çe itli zararlar vermektedirler. Bitkilerin bu gazlara en hassas olan ve etkilenen organları yapraklarıdır. Yapraklardaki stomalar vasıtasıyla yaprak bünyesine giren bu gazlar klorofillerin yapısını bozmaktadırlar. Ayrıca yanık etkisi, serbest asit halinde yüzeysel olarak da görülebilmektedir. Bitkiler de kirletici etkisiyle ortaya çıkan zararlar üç ayrı boyutta görmek mümkündür. Bunlar kronik, akut ve gizli zararlardır. Kronik zararlar öldürücü olmamakla birlikte bitki kalitesini büyük oranda bozmaktadır, akut zararlanmaya u rayan bitkiler ise derhal ölmekte, görünmeyen (gizli) zarar ise zaman içinde ortaya çıkmaktadır. Hava kirlili i, bahçe bitkilerinde döllenme biyolojisini, meyve tutumunu, meyve verimini, kalitelerini ve vejetatif aksamaların geli mesini önemli ölçüde etkilemektedir (Dursun ve ark. 1998).

Bitkilerin kirletici gazlardan etkilenmedi i alt e i i de vardır. Bu e i i a an de erlerde bitkilerde fazla görülmeyen zararlar meydana gelir. Kirletici gazların konsantrasyon de eri arttıkça kirleticinin iddeti ve zararı da artar. Sınırlar genellikle hidrojen floritlerde 0.8, azotdioksitte 40, kükürt dioksitte 30, ozonda 60 ve azot monoksitte 100 mikrogram/m³ olarak kabul edilmektedir (Nuho lu 1993).

Bitkilerin fizyolojik etkilerinin azaldı ı kı mevsimi boyunca dü ük sıcaklık ve ba ıl nem ko ullarında kirletici konsantrasyonları bitkilerin üstünde daha az etki gösterirken; metabolik aktivitelerinin çok fazla oldu u bahar ve yaz aylarında dü ük konsantrasyonlar bile yüksek oranda etki göstermektedir. Çünkü bahar ve yaz aylarında görülen sıcaklık ve yüksek nem havada bulunan partikül maddelerin katalizleyici

etkilerini arttırmakta ve kirleticilerin ikincil ürüne aktarım reaksiyonlarını fazlala tırarak toksisitesini artırmaktadır (Nuho lu 1993).

Çizelge 2.5. Hava kirleticilerin bitkilerde olu turdu u zararlar (Nuho lu 1993).

Köklerdeki zararları	Bitki köklerinin besin maddelerini almasını engellenmekte, kök kısmında çürüme, kök a ırlı nda azalma, kök/ gövde kesitinde de i me görülmektedir.
Gövde ve dallardaki zararları	Yıllık halka geli iminin ve çap artmanın engellenmesi, hacim artı ının engellenmesi, boy uzamasını ve besin maddesi iletim dengesini bozmaktadır.
Yapraklardaki zararları	Stomalardan gaz alı -veri inin bozulması, fotosentezin azalması, klorotik ve nekrotik zararlar, kloroplast ve klorofil yapısının bozulması, hücredeki basıncın de i mesi, transpirasyon dengesinin bozulması, hücredeki madde dengesinin bozulması, enzim konsantrasyonunun de i mesi, enzimlerin inhibasyonu, pigment sisteminde bozulma, sitoplazmik meteryalin ve klorofil yoğunlu unun azalması, yapraklarda kısmen veya tamamen kuruma görülmektedir.

2.6.1. Bazı Hava Kirleticilerin Bitkiler Üzerindeki Etki Mekanizmaları

2.6.1.1. Kükürt Oksitler (SO_x)

Kükürtoksitler, bitkilerde vejetatif geli meyi yüksek oranda olumsuz etkiler, bitkilerin yapraklarına gözeneklerden girerek hücre duvarına zarar verirler. A ırı SO₂ konsantrasyonuna ba lı olarak, bitkinin hücrelerini küçültür ve kloroplastların parçalanmasına neden olarak yapra ın asıl renginde açılmalara sebep olur (Elkoca 2002). Büyük yapraklara sahip bitkilerde damarların arasındaki yaprak dokusu üzerinde beyaz ve saman sarısı lekelere neden olur (Müezzino lu 2003). Kükürt oksitlerin neden oldu u bu etkiler nisbi nemin yüksek oldu u artlarında daha çok görülür. SO₂'in bu zararlı etkileri yapra ı tüketilen bahçe bitkileri ürünleri için çok daha önemlidir.

Bitkilerde görülen protein sentezinde Kükürt Oksitlerin olumsuz bir ekilde etkilendi i görülmü tür. Yapılan bazı çalı malar sonucun da baklagillerde hem tohum hem de yaprakta görülen toplam protein miktarını azalttı ı görülmü tür. Hollanda'da yapılan bir çalı mada bitki gruplarında SO₂'in etkileri üzerinde SO₂ zararına ba lı

olarak sera sebzeçili inde % 1.8, açıkta sebze yeti tiricili inde % 0,9, meyvelerde % 1.0, saksı çiçekçili inde % 2.5 ve kesme çiçek yeti tiricili inde % 0.9 oranında verim kaybına neden oldu u görülmü tür (Elkoca 2002).

SO₂ bitkilerdeki stomaları kapatarak transpirasyonu engellemekte ve ardından, bitkilerin çok fazla su kaybetmesine neden olarak fizyolojik kuraklı a neden olmaktadır (Özkan 1988). SO₂ stomalardan bitkinin asimilasyon organlarına geçi yaparak mezofil dokularında bulunan kloroplastları hasara u ratarak klorofilin içeri inde bulunan demir ile reaksiyona girerek klorofili ayrı tırmaktadır (Çepel ve ark.1980). SO₂ yaprak dokusuna girdi inde, bazı enzimlerin yapısını bozmakta ve metabolik olayları engelleme suretiyle redüksiyon ve oksidasyon reaksiyonları ile protoplazmaya hasar vermektedir. Tüm bu etkiler sonucunda, yapraklarda sararma, renksizlik, yapraklardaki hücrelerde toplu ölümler ve yapraklarda kızarmalar olmakta ve zarara u rayan yapraklar anormal bir ekilde dökülmektedir.

2.6.1.2. Azot Oksitler (NO_x)

Azot Oksitler, bitkinin geli imi yönünden SO₂ ve Ozon kadar tehlikelidir. Azot oksitler, kükürt dioksitle bir araya gelerek asit ya murlarına neden olurlar. Azot oksit konsantrasyonlarının (0.05 ppm) altında kalan bitkilerin büyümelerinde belli bir azalma meydana gelirken, bir kaç saat 2-10 ppm arasında konsantrasyona maruz kalan bitkilerde daha fazla zararlar oldu u görülmektedir. Azot oksitler içerisinde azot dioksit, azot monoksite oranla bitki ve a açların kök geli imini, solunumunu ve fotosentezini önemli derecede azalmalara neden olmaktadır (Elkoca 2002).

Bu nedenle, ta itların daha fazla zarar verdi i büyük kentlerde bitkiler araçların atmosfere vermi oldu u yüksek orandaki azot oksitlerden ciddi anlamda zarar görmektedirler. Azot oksitler ayrıca kükürt dioksitle temasta bulunarak asit ya murlarının olu masına neden olarak bitkilere zarar vermektedir. Asit ya murlarının meydana gelmesinin % 30'unu azot oksitler olu turmaktadır (Eraslan1988). Konsantrasyonlarının (0.05 ppm) olan azot oksitin etkisi altında uzun süre maruz kalan bitkilerin büyümesinde ve geli mesinde gözle görülür bir azalma görülürken, daha uzun sürelerde 2-10 ppm aralı nda konsantrasyonla kar ı kar ıya kalan bitkilerde iddetli zararların meydana geldi i görülmü tür. Bunun yanı sıra yaprak yüzeylerinde

“gümü lenme” denilen beyazlanmaya neden olup sonrasında renk kahverengine dönü erek bitkiye zararlı hale gelmektedir (Serez ve Ata 1988).

Uzun zaman azot oksitle kar ı kar ıya kalmak fotosenteze engel olarak bitkinin büyümesini olumsuz yönde etkiler. Tüm bu kirleticilerin bir araya gelmesi bitkiler üzerine sinerjik etkiye sebep olmaktadır. Yani bitki büyüme ve geli mesini daha büyük boyutta etkilemektedir (Yüceda ve Kaya 2016).

NO₂ genellikle fidanları ve yaprakları etkilemekte bitki dokusunun ve ya mının fazla olmasıyla etkisi azalmaktadır. Koniferler ilkbahar ve yaz aylarında, kış aylarına göre bu gaza daha hassastırlar (Yüceda ve Kaya 2016).

2.6.1.3. Karbon (C) Gazları

Karbon gazları absisyona, kloroza ve epinastiye neden olur. Bunun yanında bu gaza 100 ppm’den daha az seviyesine kar ı kar ıya kalındı nda önemli bir zarar görmezler (Yüceda ve Kaya 2016).

2.6.1.4. Peroksi Asetil Nitrat (PAN)

Yaprakta görülen en etkin belirtileri nekroz ve kloroz olu masıdır. Bununla birlikte bitkilerde solunum ve fotosentez ile proteinlerin ve karbohidratların sentezini ve emilimlerini engellemektedir. PAN zararına u ramı bitkilerde yaprakların erken ya lanması ve buna ba lı olarak yaprak dökülmeleri görülür (Yüceda ve Kaya 2016).

PAN, özellikle büyük yapraklı bitkilerde yaprakların altında parlak, gümü rengi lekelerin olu masına neden olmaktadır. Öte yandan, fotooksidantın sebebiyle yüksek ı ıkta PAN zararları artmaktadır. Bitkide solunumu te vik ederek net fotosentezde büyük kayıplara neden olmaktadır. Bitki türleri arasında PAN’a hassasiyeti açısından varyasyon bulunmaktadır. Örne in soya ve marul da 0.01-0.05 ppm gibi dü ük olan PAN konsantrasyonlarında bazı simptomlar gözlenirken, mısır, bu day aynı konsantrasyonlarda zarar görmedi i gözlemlenmiştir (Hatipo lu ve ark. 1988).

2.6.1.5. Asit Ya murları

Yaprakların stomalarından içeri giren Asit ya murları yapra ın su dengesini kontrol eden stoplazmaların asitle mesine neden olurlar. Yaprak ı yenilen bitkiler ve a açlar SO₂, yaprak alanını bir tabaka ekinde kapatır ve bitkinin fotosentez yapmasını engeller. Bunun sonucunda su kaybeden yaprak ölür. Zamanla zayıf dü en ve yapraklarını kaybeden a aç seyrekle erek rüzgara kar ı koyamaz ve devrilebilir. Böylece a aç sürgünleri geli meden kurumakta, meyve ve çiçek olu turmamakta ayrıca yaprakları dökülmektedir (Yüceda ve Kaya 2016).

2.6.1.6. Partikül Maddeler (PM)

Egzoz gazlarından çıkan ve atmosferde yüksek miktarda bulunan partikül maddeler kloroplastlarda gaz de i imi ve ık transpirasyonunun azalmasına neden olur. Bununla beraber, partikül maddelerin kirlili i; tozla ma, dölllenme, tomurcukların patlaması gibi fizyolojik proselere engel olabilir. Partikül maddelerin bitkilerin genetik yapılarında de i imlere neden oldu u ve patojen enfeksiyonuna kar ı hassasiyetini arttırdı ı rapor edilmi tir (Yüceda ve Kaya 2016).

Partikül maddeler, bitkide, özümleme su dengesinin bozulmasına, verim ve kalitede azalma, geli me bozukluklarına neden olmaktadırlar. Öte yandan, endüstri bölgelerinde ve kalabalık yerle im yerlerinde, salınan tozlar içerisinde yer alan kur un bitkilerce alınarak yaprak, köklerde ve gövde de biriktirilmektedir. Bunun sonucunda bitkide fotosentezde fizyolojik olaylar olumsuz yönde etkilenmektedir (Elkoca 2002).

2.6.1.7. A ır Metaller

A ır Metaller bitkilerin kök ve sürgünlerinin uzaması azalır, yeni çıkan yapraklar kıvrılır, kökler incelir ve yapraklarda kloroz görülerek, hücrelerin büyümesi durur, klorofil sentezi azalır ve hücre organelleri parçalanır. Bitki bünyesinde artan çinko konsantrasyonları hücrelerin geli mesini engeller ve kök ve gövde büyümesini olumsuz yönde etkiler bunun yanında hücrelerde mitoz bölünmeyide engeller (Asri ve Sönmez 2006).

A ır metaller, hücre duvarını ve turgor kararlılı mını olumsuz etkilemekte, yaprak alanını ve stoma hücrelerini azaltması nedeniyle su rejimini ve bitkiyi etkilemektedir.

Bunun yanında köklerin metalleri tutması ve kök gelişimini yavaşlatması sebebiyle bitkilerin anyon ve katyon alımını yavaşlatmakta ve bunun sonucunda bitkinin topraktan besin alımını etkilemektedir (Asri ve Sönmez 2006).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Sebzelerde PAH varlığı ile ilgili birçok çalışmada yapılmıştır. Ancak, ana kaynak olarak egzoz gazı incelemesi yapılmamıştır. Ayrıca, diyetimizin önemli bir parçası olan kabak bitkilerinde PAH'lara ilişkin bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı, egzoz gazının Sakız Kabakı (*Cucurbita Pepo*) üzerindeki etkilerini ve kabak meyvesinde PAH birikimlerini incelemektir.

Sakız Kabakı (*Cucurbita Pepo*) mevsimi ve özellikleri bakımından diğer sebzelerden farklı bir yaz sebzesidir. Yaz ve kış aylarında (serada) kabak üretimi, tüm yıl boyunca rahatlıkla yapılabilir. Fakat Temmuz-Ağustos aylarında hava sıcaklıklarının yüksek olması kabak gelişimini olumsuz yönde etkiler. Ekolojik koşullara, ekim tekniğine, hava sıcaklıklarına ve üretilen çeşitlerin özelliklerine göre, bitki başına 2-4 kg ürün almak mümkündür. Bu çalışmada, sebze hasadında süreklilik ve erken meyveye yatma özelliğinden dolayı Sakız Kabakı (*Cucurbita Pepo*) tercih edilmiştir.

3.1. Kabak Yetiştiriciliği için Seraların Hazırlanması

Örnekleme bölgesi; Uludağ Üniversitesi'nde inşa edilen seralarda gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, kabak üretmek için 2m yüksekliğinde, 4m genişliğinde ve 7 m uzunluğunda deneme grubu ve kontrol grubu olmak üzere iki sera kurulmuştur. Dizel motorun egzozu deneme grubu serasına bağlanmıştır. Seralarda kabak yetiştiriciliği için gerekli; havalandırma, ıslaklık, gölgeleme göz önüne alınarak her iki sera içinde çevre koşulları sağlanmıştır. Sera içinde hava sirkülasyonunun sağlanması için karlıklıklı kapılar bırakılmıştır. Ayrıca her iki sera grubunun ortasına bir adet pasif hava örnekleyicisi (PHÖ) yerleştirilmiştir. Deney grubunda ve kontrol grubundaki pasif hava örnekleyicileri her 10 günde bir yenileriyle değiştirilmiştir. PUF (PHÖ) disk; 14 cm çapında, 12 mm kalınlığında, 360,6 cm² alanda ve 0,0168 g / cm³ yoğunluğundadır. Çalışma alanı ve seraların kurulum yerleri ekil 3.1 de görüldüğü gibidir.



ekil 3.1. Deneme için kurulan seralar

Sakız Kaba 1 (*Cucurbita Pepo*) F1 hibrit tohumları çimlendirmek üzere viyollere alındıktan sonra viyoller uygun arklar altında hergün serada sulaması yapılmı tır. Tohumlar çimlendikten sonra yaklaşık 25-30 gün sonra kabak fideleri arazideki yerlerine dikilecek büyüklü e gelmi tir. Bu a amada toprak analizi yapılarak topra ın hangi elementlerce yetersiz oldu u tespit edilerek, buna uygun gübreleme i lemi yapılarak toprak kabak yeti itricili i için besin maddelerce zengin hale getirilmi tir.

Fidelerin sağlıklı büyümesi için çapalama, gübreleme topra ı kabartma- havalandırma ve yabancı otların temizlenmesi gibi gerekli kültürel i lemler yapılmı tır. Sonrasında, Dikim a masına gelen fideler sıra arası mesafesi 1m, sıra üzeri mesafesi 1m olacak ekilde ekil 3. 2 ve ekil 3. 3 de görüldü ü gibi seradaki yerlerine dikilerek ardından can suyu verilerek büyümeye bırakılmı tır. Fidelere 15 -20 gün sonra ilk çapalama i lemi ve bo az doldurması yapılmı tır. Bunu takiben 2 -3 kez çapalama ve bo az doldurması i lemi, yabancı ot kontrolü yapılmı , topra ın bitki besin maddelerince zenginle mesi için gübreleme ve hastalık - zararlılardan korunması için ilaçlama, seranın hergün camları açılarak havalandırma i lemi düzenli olarak yapılmı tır. Sonrasında meyve vermeye ba layan bitkilerden ilk ürünler toplanmı tır.



ekil 3. 2. Yerlerine dikilen kabak fideleri



ekil 3.3. Büyümeye bırakılan kabak fideleri



ekil 3. 4. Aracın seraya ba lanması



ekil 3. 5. Egzoz gazının seraya verilmesi

ekil 3.4 de oldu u gibi dizel araç seraya ba landıktan sonra, deneme grubuna haftanın üç günü 20 dakika süreyle ekil 3.5 de görüldü ü gibi egzoz gazı verilmi tir. Gaz verme i lemi bittikten sonra 40 dakika kapı ve pencereler ekil 3.6 daki gibi kapalı tutulmu tur. Böylece kabaklar egzoz gazına 1 saat maruz bırakıldıktan sonra her iki grupta bulunan seraların kapıları açıldı ve seraların havalanması sa lanıldı. Deneme ve kontrol grubuna ait bitkileri ekil 3.7 ve 3.8 de görmek mümkündür. Yine egzoz gazına maruz kalan kabak meyveleri ekil 3.9 da kontrol grubu kabak meyveleri de ekil 3.10 da gösterilmi tir. Egzoz gazına maruz kalan kabaklar uygun hasat boylarına geldi inde hasat edilmi toplanan kabaklar rendelenip buzdolabı po etine konularak analiz edilene kadar -20 °C dondurucuda saklandı. Bu duruma bitkilerde; meyve veriminde azalma olup bitkilerin tamamen kuruyup ölmesine kadar devam edilmi tir.



ekil 3. 6. Gaz sonrası sera içi havası



ekil 3. 7. Deneme grubu (egzoz gazı verilen) serasında bitkiler



ekil 3. 8. Kontrol grubu serasında bitkiler



ekil 3. 9. Kontrol grubu kabak meyveleri



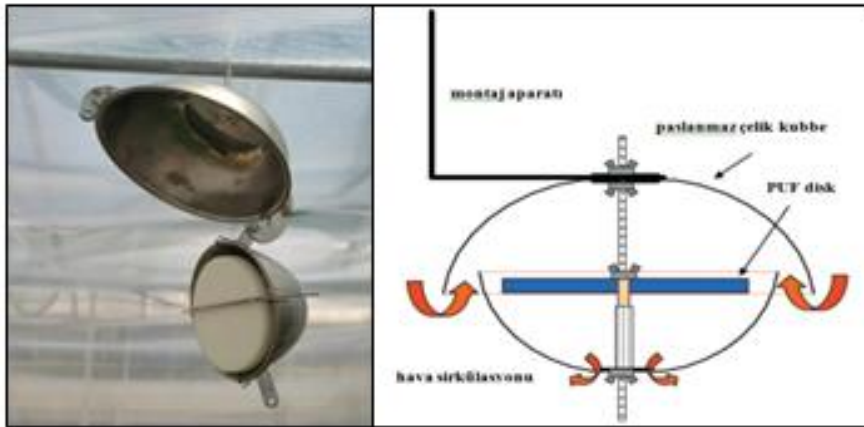
ekil 3.10. Deneme grubu kabak meyveleri

3.2. Temizleme Prosedürleri

Labaratuvarda deney çalı malarının yapılaca ı esnada kullanılacak olan tüm cam malzemeler çe me suyuyla yıkanmı tır. Saf su ile çalkalanmı , metanol (MeOH) ve aseton (ACE) ile çalkalandıktan sonra 110 °C’de kurumaya bırakılmı tır. Cam malzemeler fırından çıkarıldıktan sonra alüminyum folyoya sarılmı ve kullanılıncaya kadar saklanmı tır. Herhangi bir kirlili in bula masını önlemek için tüm malzemeler önce Diklorometandan (DCM) geçirilmı tır.

3.3. Pasif Hava Örnekleyicisi (PHÖ, PUF)

PHÖ, paslanmaz çelikten imal edilmi 18 cm çapındaki alt çukur haznesi ve 23 cm çapında üstü kubbe ekinde kapaktan olu ur. Örnekleyici içerisinde bulunan tutucu yuvaya yerle tirilmı olan PHÖ diski; 14 cm çapında, 12 mm kalınlı nda, 360,6 cm²’lik alanında ve 0,0168 g/cm³ yo unlu undadır. Örnekleyiciye üst kapak ile alt hazne arasındaki bo luktan hava giri çıkı ı sa lanmaktadır. Kubbe yapısı örnekleyiciye giren partikül maddelerin ve havanın rüzgâr hızına ba lı etkileri giri ini önlemektedir. Ve bunun yanında kubbe güne ı ı na maruziyeti ve içine ya ı giri ini de engellemektedir. Böylece hem PAH’ların bozulmasını hemde artan sıcaklıkla desorpsiyona u rmasını önlemektedir.



ekil 3.11. Pasif hava örnekleyici

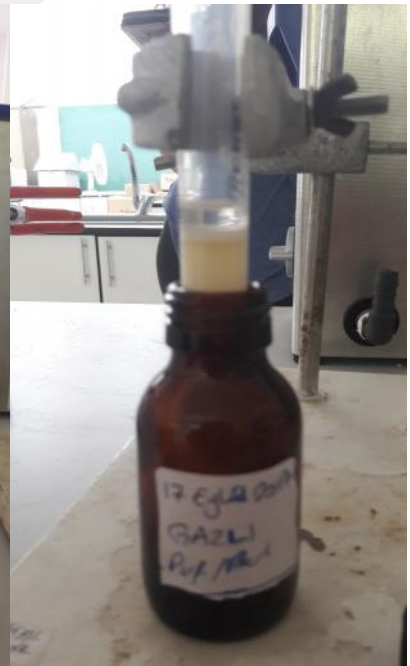
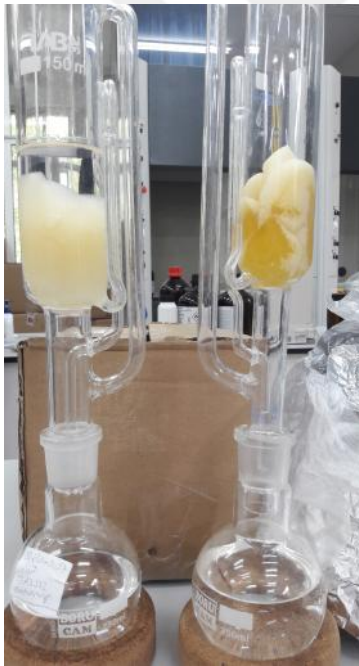
3.4. Pasif Hava Örnekleyicilerinin (PHÖ, PUF) Analiz Yöntemi

PUF örnekleri soxhlet ekstraksiyonu ile ekstre edilmi tır. 250 mL’lik cam balon jøjeye 3’er adet cam boncuklar eklendi ve soxhlet ekstraktörü cam balona takılmı tır. PUF

numuneleri forseps yardımı ile soxhlet ekstraktörüne yerle tirilmi tir. PUF'ler üzerinde sifon olmaması için bir ACE / HEX (1: 1) karı mı ilave edilmi tir. 1 mL surrogat ilave edilip 2 sifon yapıłana kadar 250 ml ACE / HEX (1: 1) karı mı ilave edilmi tir. Hazırlanan numune soxhlet ısıtıcıya yerle tirilmi tir. Soxhlet so utucusu 14 ° C'de çalı tırlmı tır. Soxhlet ısıtıcı, 45-60 dakika boyunca 60-100 C'de sifon için ayarlandı ve 24 saat kadar ekstre edilmi tir. Ekstraksiyon tamamlandı ında ısıtıcı kapatıldı ve cam i eler yakla ık 30 dakika so umaya bırakılmı ve cam i eler so utulduktan sonra, so utucu kapatılıp örnekler toplanmı tır. PUF'de kalan çözücü süzülüp PUF örnekleri çıkarılmı tır.

3.5. PHÖ'nin Ekstraksiyon Sonrası Hacim Azaltımı

Ekstraksiyondan sonra, PAH konsantrasyonun kaybı olmadan çözücü hacminin azalması, döner bir buharla tırıcı (Laborota 4001 model, Heidolph, Almanya) vasıtasıyla gerçekte tirilmi tir. Çıkarılan numune cam i eye alındı ve döner buharla tırıcıya yerle tirilmi tir. Döner buharla tırıcı, 30 rpm'de ve 23-25 °C'de çalı tırlmı tır. Numune hacmi 1 mL'ye dü ürülmü tür. 1mlt ye indirildirilen örnekler SPE Cartridge 1g, 6 ml içinde bulunan kartu a tek kullanımlık pipet yardımıyla alınmı , üzerine 10 ml DCM eklendikten sonra i eye akması sa lanmı tır daha sonra tekrar döner buharla tırıcıda 5 ml ye indirilmi tir. Bunun üzerine tekrar 10 ml Hexan eklenmi , Tekrar döner buharla tırıcı da hacmi 1 ml ye indirilmi tir. Tek kullanımlık pipetler yardımıyla viyallere alınarak, daha sonra GC- MS de okutulmu tur.



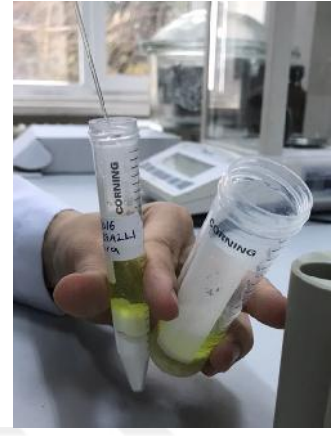
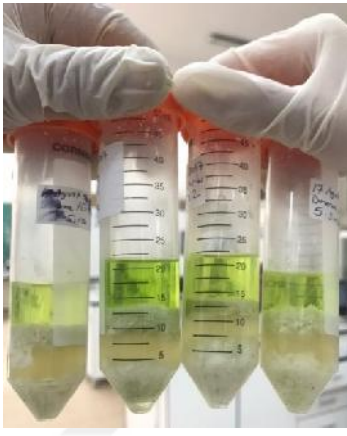
ekil 3.12. PHÖ ekstrasyon basamakları

1. Adım: Ekstraksiyon

1. Analizi yapılacak kabak homojen hale getirilir ve 10 gr örnek tartılarak 50 mL'lik santrifüj tüpüne yerleştirilir.
2. Sonra ekstraksiyon çözücüsü olarak 10 ml Aseton Nitrat ve standart olarak Surrogate çözeltisinden 1 ml ilave edilerek 1 dakika süresince vorteks çalkalayıcıda çalkalanır.
3. Ardından Sodyum Asetat ve tampon tuzları içeren QuEChERS kitinden Magnezyum Sülfat ilave edilerek ve tekrar vorteks çalkalayıcıda 1 dakika çalkalanır.
4. Faz ayrımının gerçekleştirilmesi için örnek 3000 rpm'de 5 dakika santrifüj yapılır.

2. Adım: Clean-Up (dSPE)

1. Santrifüj ardından numunedeki organik asitleri, lipidleri, şekerleri uzaklaştırmak için üst faz PSA, MgSO₄ içeren tüpe aktarılır ve 30 saniye vorteks çalkalayıcıda çalkalanır.
2. Ardından tekrar 5 dakika 3000 RPM' de santrifüj yapılır.
3. Santrifüjden çıkan örnekler tüpe alınır ve dondurucuya bırakılır.



ekil 3.14. QuEChERS yöntemi için basamakları

3.7. Kabakların Ekstraksiyon Sonrası Hacim Azaltımı

Ekstrakte edilmiş örnekler cam balona alınarak döner buharla tırcıya yerleştirilir. Döner buharla tırcı (Laborota 4001 model, Heidolph, Almanya)'nın su ve vakum giri-çıkı vanalarının kapalı olduğu andan emin olunduktan sonra döner buharla tırcı açılıp 30 dev/dak ve 23-25 °C'de çalıştırılır. Vakum pompası ve su vanası açılıp, örnek hacimini 1ml olacak şekilde hacim küçültmesi yapılır. 1ml örnekimiz viyallere pipet yardımıyla alındıktan sonra, viyallere alınan örnek analiz edilmek üzere derin dondurucuda muhafaza edilir.



ekil 3. 15. Döner buharla tırcı (Laborota 4001 model, Heidolph, Almanya)

3.8. GPC Kolonu Hazırlanması

Hassas terazide 6 gr Biabead tartıldıktan sonra 50 ml balona konulmuştur. Biobead'ın üzerine yaklaşık olarak 20 ml 1:1 HEX: DCM (Hekzan: Diklorometan) çözücü karışımı konulmuştur ve iğnenin ağız hava almayacak şekilde kapatılarak hafifçe çalkalanarak çökeleceğe konulmuştur. Çalkalama Polar çözümcüler kullanıldıktan 2 gün bekletilmiştir.

Bu işlem; numunelerdeki PAH'ları diğer organik maddelerden ayırmak için yapılır. Kolonun hazırlanmasında; Cam sütunları (5 mm) cam yünü (toz kimyasalları tutmak için), 60 cm uzunluğunda ve 20 mm iç çapa sahip olan cam sütunların ucuna yerleştirilir.

Kolonun yarısına kadar HEX: DCM (Hexan: Diklorometan 1:1) ile doldurulmu ve musluk açıldı cam yünden hava çıkmasına izin verilmiştir. Musluk kapatıldı ve bekletilen biobead kolona dökülmü tür. Fazla solvent musluktan akıtılarak biobeadin cam yünden geçip geçmedi i kontrol edilmiştir.

3.9. GPC Kolonu ile Temizleme İlemi

Yapılan testler sonucunda elde edilen GPC prosedürü olarak; GPC prosedürü uygulamadan önce en az 30 mL HEX: DCM kolonlardan geçirilerek kolonlar temizlenmiştir.



ekil 3.16. GPC kolonu temizleme

3.10. Örneklerin GPC Kolonundan Geçirilmesi

GPC kolonu temizlendikten sonra solvent 1mlt kala viyalde bulunan örne imizi pipet yardıyla GPC kolonu içine eklenmiştir. Solvent, örne imizi emdikten sonra üzerine 15 mlt HEX: DCM (1:1) ilave edilmiştir. Sonrasında GPC kolonunun çemesi açılarak 15 mlt akıtılarak atık olarak değerlendirilmiştir. Tekrar GPC kolonu içine 35mlt HEX: DCM (1:1) ilave edilmiştir, kolon çemesi açılarak i ere toplanmıştır. Toplanan bu örnek cam balon içine alınarak Döner Buharla tırıcıda hacmi 1mlt olacak ekilde hacim küçültme ilemi yapılmıştır. Hacmi küçültülen örne imiz viyalere alınmıştır, a ızları sıkıca kapatılmış, üzerilerine tarihleri yazılarak ve gerekli notlar alınarak GC- MS'de analiz edilinceye kadar -20 °C'de derin dondurucuda saklanmıştır.



ekil 3.17. GC-MS de okunmaya hazır örnekler

3.11. Surrugate Standardının Hazırlanması

Surrugate standartları tamamen laboratuvar artlarında hazırlanmış döteryumlu bileşikler olup kesinlikle doğada bulunmamaktadır. Surrugate ilavesindeki amaç tamamen deneyden, çalınma ortamından, çalınmalardan veya malzemelerden gelebilecek hataların oranını tesbit edip analiz sonuçlarındaki PAH konsantrasyonlarına, Eksilen surrugatte oranında ilavelerin yapılması gerçekleştirilmiştir. Genelde 500 ppm konsantrasyonda ki surrugate vialleri öncelikli olarak çalınma artlarına uygun biçimde 250 ppm ve 50 ppm lik ara stoklar şeklinde hexan ile 1 ml ye seyreltilip -18 derecede buzdolabında muhafazaları gerçekleştirilmiştir. Ekstrakte işlemlerinde her örnek için 50 ppm lik ara stoktan 40 mikrolitre enjekte edilerek genelde 2 ppm lik standart çalınması örneklerine uygulanmıştır.

3.12. Kalite Güvenirlilik /Kalite Kontrol

Çalınma boyunca, tüm ekipman ve cam eşyalar sırasıyla musluk suyu, saf su, aseton (ACE), diklorometan (DCM) ile temizlenmiştir. Her amaçta teflon, cam ve paslanmaz çelik malzemeler kullanılmıştır.

Geri kazanım verimleri %30 ile %120 arasında olan örnekler PAH bileşiklerinin hesaplanmasında dikkate alınmışlardır. Belirlenme limiti (the limit of detection LOD)

ahit ortalaması ile 3 standart sapma de erinin çarpılması ile hesaplanmıştır (Birgül 2013).

Genel olarak örneklerdeki PAH miktarı LOD de erlerine denk olarak oldukça yüksektir. LOD de erinden fazla çıkan PAH de erleri hesaplamalarda kullanılmış ve örneklerde ahit de erleri uygulanmıştır. Örneklerin hazırlanması, saklanması ve ta nmasında olu abilecek herhangi bir kirlenmenin görülmesi amacıyla PUF kartu ları, XAD-2 reçineden ve cam elyaf filtrelerden ahit olan numunelerden alınmıştır. Akı ve Konsantrasyon de erlerinde olası kirlenmelerin olu aca ı olumsuz etkileri en aza indirmek için örnek de erlerinden ahit ortalaması çıkartılarak ahit düzeltmeleri uygulanmıştır (Birgül 2013).

3.13. PAH'ların Analizi

PAH'ların analizi Uluda Üniversitesi Çevre Mühendisli i Hava Kirlili i Laboratuvarı'nda Agilent 7890A model gaz kromatograf (GC) ve buna ba lı Agilent 5975C inert XL üç eksenli kütle detektörüne sahip kütle spektrofotometresi (MS) ile yapılmıştır. Uygulanan her örne in enjeksiyon hacmi 1 µL olup enjeksiyonlar splitless modda gerçekleştirilmiştir. GC-MS'de kapiler kolon (HP5-MS, 30m×0,32 mm×0,25 µm) kullanılmıştır.

PAH türlerinin varlı ı de erlendirilen iyonlar içinde hedeflenen iyonun miktarına ba lı olarak do rulanmaktadır. Elde edilen PAH bile ikleri verim düzeltme standardı kalibrasyon prosedürüne göre yapılmıştır.

Toplanan örneklerde acenaphthylene (Acy), naphthalene (Nap), fluorene (Flu), acenaphthene (Ace), phenanthrene (Phe), fluoranthene (Flt), anthracene (Ant), pyrene (Pyr), benz(a)anthracene (BaA), benzo (b) fluoranthene (BbF), benzo (a) pyrene (BaP), chrysene (Chr), benzo (k) fluoranthene (BkF), dibenz (a,h) anthracene (DahA), indeno (1,2,3-c,d) pyrene (IcdP), ve benzo (g,h,i) perylene (BghiP)'nin bulunduğu 16 tane PAH türünün analizi gerçekleştirilmiştir. GC-MS yapılan ölçümlerin do rulu u ve lineerli inin belirlenmesi için 7 farklı seviyedeki (0, 0,1, 0,5, 1,25, 2,5, 5, ve 10 µg/mL) kalibrasyon standardıyla kalibre edilmiştir. Her durumda kalibrasyon e risinin r^2 de eri $> 0,99$ 'dur. 25 örnek enjeksiyonun hemen sonrasında orta seviyedeki kalibrasyon standardı tekrar okutulmuş ve sistem performansının kontrolü yapılmıştır. Cihaz belirleme limiti (Instrument detection limits, IDLs) en alt seviyedeki üç

kalibrasyon standardı içinde piklerin alanı ile sinyal/gürültü oranlarına ba lı olarak belirlenmi tir. 1 µL'lik enjeksiyon ile belirlenebilen PAH miktarı injection 0.1 pg'dır.



4. BULGULAR

Sebzeler, motorlu taşıtların çevreye saldı ı atıklardan olan egzoz gazından ciddi bir şekilde etkilenmekte ve yapılarında tehlikeli kirletici maddeler biriktirmektedir. Her bitki kirletici gazın etkilenmedi i daha dü ük bir e i e sahiptir ve bu e i in a ılmasıdan sonra, bitkilerde büyük hasar meydana gelmeye ba lar (Elkoca 2003). Bitkiler bu kirleticileri bünyelerine topraktan yapraklardan ve meyveden alırlar ve tüm kirleticileri yapraklarında meyvelerinde ve dokularında biriktirirler. Yapraklar egzoz gazına en duyarlı organlardır. Yaprak yapısına yapraklarındaki stomalardan giren bu emisyonlar klorofilin yapısını bozar (Dursun ve ark. 1998).

Bu çalı mada egzoz gazının zararları açıkça gözlenmektedir. Kabak bitkisi kontrol grubu serasında daha sa lıklı bir geli im gösterirken; Deneme grubunda (egzoz gazına maruz kalan) kabakların yaprakları daha sa lıksız, zayıf, küçük oldu u ve egzozun etkisiyle yanmalar görülmektedir. Buna ba lı olarak meyvelerde daha sa lıksız ve küçük kalmı tır. Çünkü bitki iyi bir geli im göstermedi inden, bu durum meyveyi de etkilemi tir. Egzoz gazından olu an hava kirlili i, bahçe bitkilerinde, döllenme biyolojisini, meyve tutumunu, meyve verimini, kalitelerini ve vejetatif aksamaların geli mesini önemli ölçüde etkilemektedir (Dursun ve ark. 1998). Kontrol grubunda yeti en kabaklar daha sa lıklı geli mi tir. Egzoz gazına maruz kalan kabaklarda meyveler tam olarak hasat olgunlu una eri ememi ve meyve veriminde azalma görülmü tür. Sıcaklıkl ın Temmuz ve A ustos aylarında yükselmesi ve buna ba lı olarak sera içerisinde sıcaklı ın $\pm 15 + 20$ °C fazla olması ve nem de erinin yükselmesiyle verimde azalma görülmü olup, bitkilerde külleme ve mantar hastalıkları gözlenmi tir.

Buna ba lı olarak egzoz gazından çıkan emisyonlar kabak bitkisinde ciddi hasarlara neden olmu tur. Bitkinin stomalarını kapatan partikül maddelerin a aç, çim ve di er bitkilerde meydana getirdi i etkilerin açıklandı ı çalı mada da; bitkinin gaz kirleticilerinin içerisinde girmesine izin verdi ini, toz partiküllerinin bitkilerde solunum ve terlemeyi etkiledi i ve bu etkilerden dolayı üretimde azalma ve vejetasyon topluluk yapısında de i imler meydana geldi i belirtilmi tir (Farmer 1993). Buna ba lı olarak fotosentez, büyüme geli me ve meyve verimini etkilemi tir.



Kabak üretiminde kontrol grubu



Kabak üretiminde deneme grubu



ekil 4.1. Egzoz gazının kabak bitkileri üzerine etkileri (kontrol grubu ve deney grubu).

4.1. Elde Edilen istatistiksel Veriler

Deneme ve kontrol grubu seralarında toplanan kabak ve hava örneklerinin istatistiksel de erleri çizelge 4.1 de verilmi tir. İlk sıralardan toplanan kabaklarda (Egzoz gazına maruz kalan) ortalama toplam PAH $191.472 \pm$ standart sapma (SS) ng- /- g'dır. L-PAH' lar ve H-PAH'ların ortalama de erleri sırasıyla 186.663 ng-/-g ve 4.889 ng- /- g olarak belirlenmi tir. Üçüncü sıradaki numunelerdeki ortalama PAH konsantrasyonları $126.678 \pm$ SS ng/g'dır. L- PAH'lar ve H- PAH'ların ortalama de erleri sırasıyla $125.768 \pm$ SS ng/g ve $0.9097 \pm$ SS ng/g olarak belirlenmi tir. Be inci sıradaki numunelerde ortalama PAH konsantrasyonları $149.3818 \pm$ SS ng/g'dır. L-PAH'lar ve H-PAH'ların ortalama de erleri sırasıyla $141.086 \pm$ SS ng/g ve $8.296 \pm$ SS ng/g olarak belirlenmi tir. Kontrol grubu kabaklarında, ortalama konsantrasyon $124.78 \pm$ SS ng/g'dır. PAH'ların moleküler a ırlıkları arttıkça, sudaki çözünürlükleri azalmı tir. Kabak yüksek su içeri ine sahip bir sebzedir. Bu nedenle bünyelerinde büyük oranda sadece hafif PAH türlerini tuttıkları görülmü tür.

Deneme grubu sera havasında ortalama konsantrasyon de eri $10.402.981$ ng/ m³'tür. Kontrol grubu sera havasında ortalama konsantrasyon de eri 357.685 ng/ m³ olarak bulunmu tur. Kontrol grubu havasındaki PAH konsantrasyonu incelendi inde, kontrol grubunun egzoz gazına maruz kalmadan önce tam olarak izole edilemedi i anla ılmı tir.

Her iki seranın kapıları, havalandırma amacıyla gaza maruz kaldıktan sonra açılmı tir. Deneme grubu serasına gaz verildikten sonra seraların havalandırılması sırasında bir miktar kontrol grubu seraya da bula ma oldu u belirlenmi tir.

Sebzelerde PAH konstrasyonu birçok çalı malara konu olmu tur. Bununla birlikte bu ölçümlerde farklı ko ullar ve farklı kaynaklar vardır. Burada ölçülen sebzelerdeki PAH konsantrasyonları benzer çalı malardaki sonuçlarla kar ıla tırılmı tir.

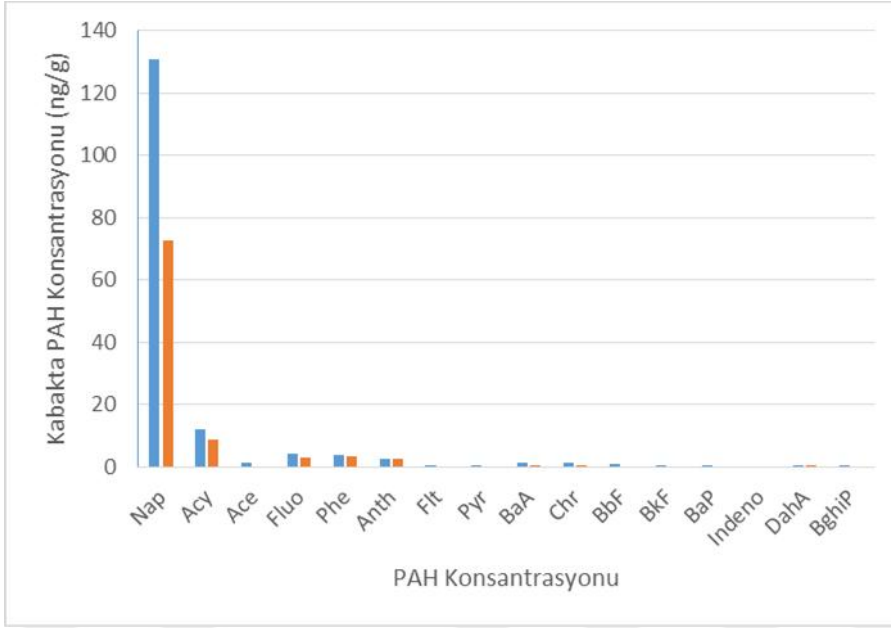
Bu çalı mada ölçülen ortalama ₁₆ PAH konsantrasyonu de erleri; Pakistan'daki sebzelerde bildirilenlere benzer çıkmı tir. Mardan'da turpta 402 ng /g, Nowshera'da hardalda 393 ng /g, Peshawar' da marulda 333 ng /g, Pe aver'de marulda 333 ng /g, Charsadda'da karnabaharda 276 ng /g' dır. Bununla birlikte, Pekin'deki sebzelerde bildirilen konsantrasyonlar ise bu çalı mada elde edilenlere göre daha dü ük rapor edilmi tir (Pakchoi $47,7$ ng/g, Çin lahanasında $30,1$ ng/g havuçta $18,0$ ng/g, turpta $15,4$

ng/g, patatesde 10,06 ng /g) (Chen ve di .2019). Bu alı mada, elde edilen ortalama de erler, kabak sebzisinin bazı sebzelerden daha az kirletici olması nedeniyle olabilir.



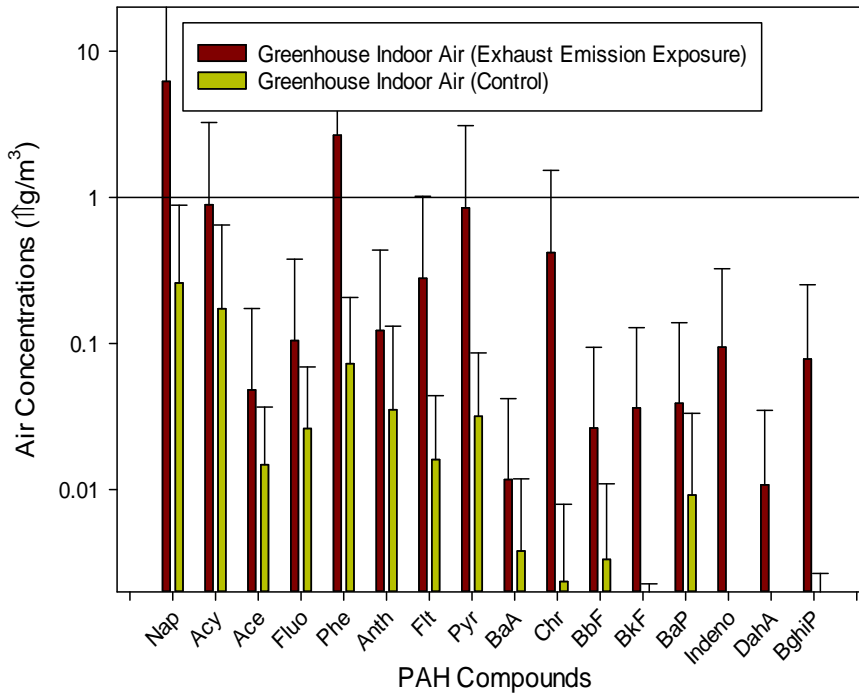
Çizelge 4.1. PAH'ların istatistiksel verileri

	Kabaktaki PAH						Sera havasında PAH					
	1.sıra (egzoz gazınamaruz kalan kabak)		3.sıra (egzoz gazına maruz kalan kabak)		5.sıra (egzoz gazına maruz kalan kabak)		kontrol		Deney grubu serası		Kontrol grubu serası	
	Mean	Std. dev	Mean	Std. dev	Mean	Std. dev	Mean	Std. dev	Mean	Std.dev	Mean	Std. dev
Nap	159,11	77,79	105,99	105,98	116,39	85,05	72,80	75,10	5439,07	14373,14	237,33	594,30
Acy	10,63	9,60	12,20	14,47	13,45	18,58	8,95	11,03	781,01	2064,75	13,81	30,81
Ace	1,83	4,33	0	0	2,31	4,92	0	0	42,13	110,04	10,21	18,72
Fluo	4,88	2,17	3,62	3,36	4,43	3,29	3,09	2,08	91,75	239,04	20,04	39,74
Phe	5,82	1,65	2,91	3,23	2,46	3,02	3,40	3,25	2331,04	6149,7	33,25	77,71
Anth	4,37	1,90	1,03	1,92	2,02	2,48	2,78	2,66	107,77	274,39	2,98	6,21
Flt	0	0	0	0	0,13	0,41	0	0	245,01	646,18	8,10	17,55
Pyr	0,48	1,60	0	0	1,30	3,91	0	0	743,55	1963,92	15,57	32,05
BaA	1,30	1,75	0,20	0,39	1,88	4,36	0,55	0,42	10,25	26,45	0,88	1,38
Chr	0,20	0,44	0,02	0,06	3,44	5,73	0,05	0,14	367,26	971,14	2,15	5,31
BbF	1,41	3,33	0,31	0,87	0,78	1,63	0	0	23,12	59,33	3,02	7,27
BkF	0,53	1,69	0,36	0,96	0,67	1,52	0	0	31,76	80,77	0,37	0,49
BaP	0,75	1,85	0	0	0	0	0	0	34,12	87,57	9,07	22,70
Indeno	0	0	0	0	0	0	0	0	80,84	197,62	0,23	0,22
DahA	0,04	0,10	0,01	0,01	0,05	0,11	0,01	0,02	9,02	20,08	0,18	0,26
BghiP	0,07	0,22	0	0	0	0	0	0	65,23	145,48	0,41	0,52
L-PAHs	186,66	97,47	125,76	128,98	141,08	117,36	91,03	94,13	8792,79	23211,08	317,64	767,51
H-PAHs	4,80	11,01	0,90	2,31	8,29	17,70	0,63	0,59	1610,18	4198,57	40,03	87,80
Total PAH	191,47	108,48	126,67	131,29	149,38	135,07	91,66	94,72	10402,98	27409,65	357,68	855,31



▭ Kontrol grubu(gazsız)
 ▭ Deneme grubu (gazlı)

ekil 4.2.Kontrol grubu ve deneme grubu PAH konsantrasyonu



▭ Sera içi havası (deneme grubu)
 ▭ Sera içi havası (kontrol grubu)

ekil 4. 3. Deneme ve kontrol grubu sera havasındaki PAH konsantrasyonu

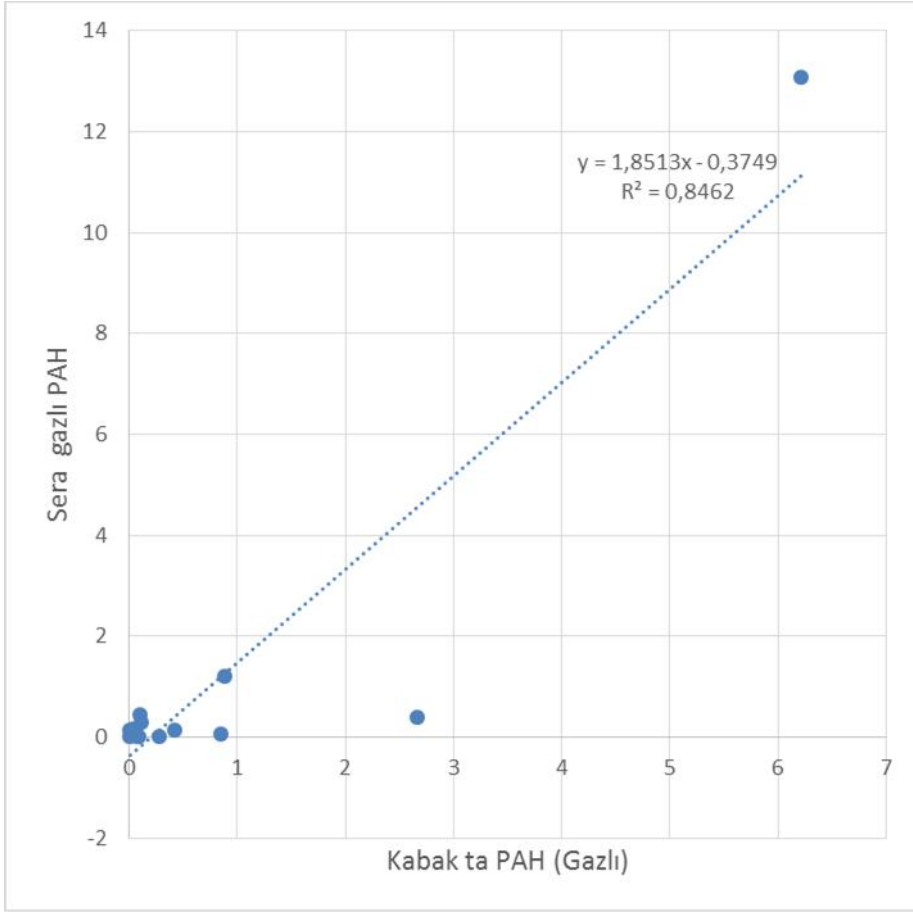
Kabakta yapılan analizler sonucu elde edilen PAH konsantrasyonları ile sera içi havada ölçülen PAH konsantrasyonları arasında bir ili ki tespit edilmiştir. Deneme serası havası ile bu serada yeti tirilen kabaklarda bulunan PAH' lar arasında yüksek ve anlamlı bir ili ki vardır ($r^2 = 0,846$, $p < 0,05$). Ayrıca, kontrol grubunda hasat edilen kabaklarındaki PAH' lar arasındaki ili ki de anlamlı çıkmıştır ($r^2=0,754$, $p < 0,05$).

Egzoz gazına maruz kalan kabaklarda tespit edilen 16 PAH konsantrasyonu, kontrol grubu kabaklarının 16 PAH konsantrasyonundan daha yüksektir. Kontrol grubu serasının da az da olsa egzoz gazından etkilendiği gözlenmiş olup, yapılan analizler sonucunda kontrol grubu serasında da hafif PAH türlerinin tespit edildiği görülmüştür. Bununla birlikte aynı PAH türleri deneme grubunda yeti en kabaklarda daha yoğun olarak tespit edilmiştir. BaP, BbF, BghiP, Flt, Pyr, türleri egzoz gazına maruz kalan kabaklarda tespit edilmesine rağmen, kontrol grubunda hiç tespit edilmemiştir.

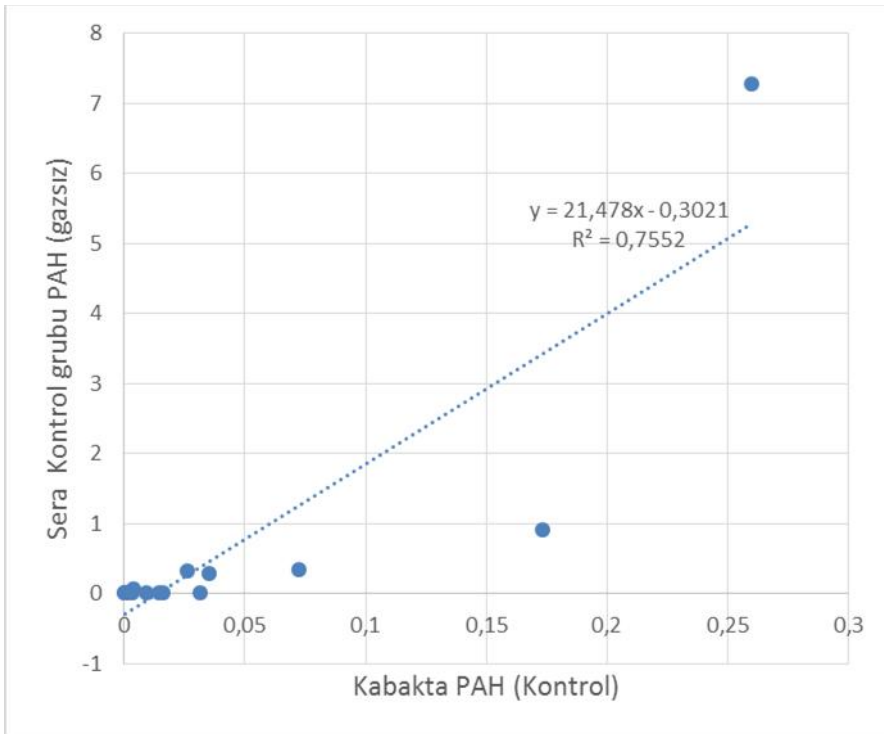
Indeno, deneme grubu serası havasında BaP'tan daha fazla bulunmuştur. Kabakta BaP birikimine rağmen Indeno kabak meyvesinde bulunamamıştır. DahA, kontrol grubu serasının havasında bulunmamıştır, ancak kontrol grubu serasında yeti en kabakların yapısında görülmüştür. Burada kontrol grubu serasında yeti tirilen kabaklar, deneme serasının egzoz gazı emisyonlarından, ortam havasından veya topraktan etkilenmiş olabileceği değerlendirilmiştir.

Deneme ve kontrol grubu serasında yeti tirilen kabaklarda tespit edilen PAH türlerinin sera havasında bulunan PAH'lara oranları hesaplanmıştır. Bu oran kontrol grubu serasında 0,0011- 3,195 aralığında olduğu belirlenmiştir. En düşük değer 0,0011 Acy' ye ait olduğu görülmüştür. En yüksek değer 3,195 DahA olarak, Kasım 2017 tarihinde hasat edilen kabaklara ait olduğu görülmüştür.

Deneme serası için elde edilen sonuçlar 0,0273 ila 4,1418 olarak bulunmuştur. En düşük oranlar A ustos ayında hasat edilen kabaklarda Acy ve en yüksek oran Kasım ayında hasat edilen kabaklarda Chr olarak belirlenmiştir.



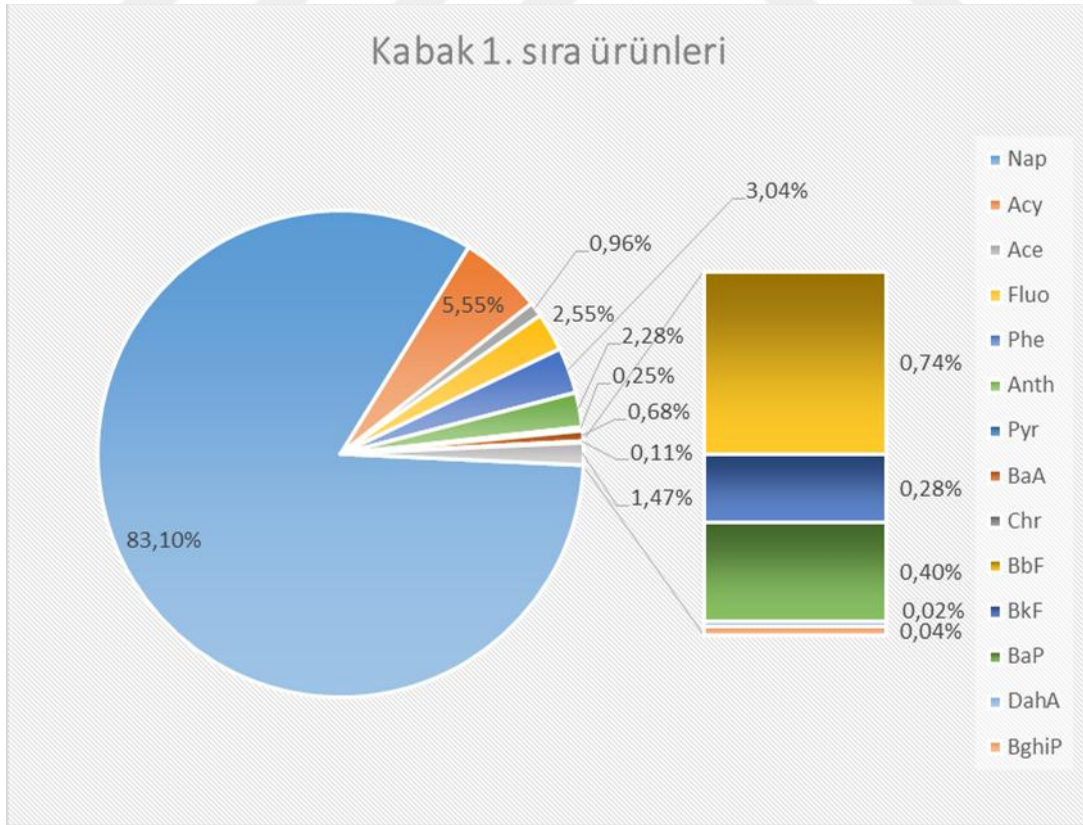
ekil 4.4. Deneme grubu sera havası ve kabakta PAH konsantrasyonu



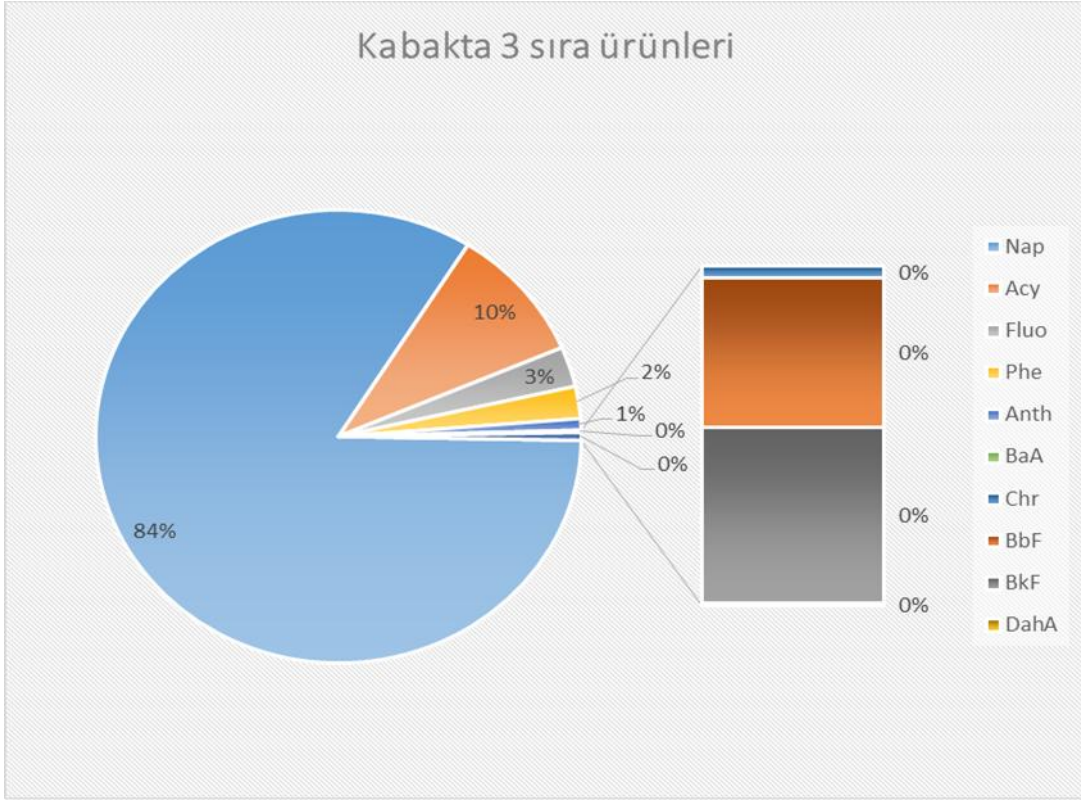
ekil 4.5. Kontrol grubu sera havası ve kabaktaki PAH konsantrasyonu

Bu çalı mada, analiz için hasat edilen kabakların egzoz gazına maruz kalma mesafeleri de iktir. Dolayısıyla bu durum egzoz gazı kayna ındaki emisyonların kabakları ne ölçüde etkiledi i de i kenlik göstermi tir. Deneme serasında bulunan kabaklarda 1. sıra, 3 sıra ve 5. Sıra kabaklardaki $_{16}$ PAH konsantrasyonları sırasıyla 2.297,011 ng / g, 1.013,051 ng / g ve 1.493,818 ng / g oldu u tespit edilmi tir. En dü ük PAH konsantrasyonun 3. Sırada yani ortada bulunan kabaklarda oldu u belirlenmi tir. Egzoz gazı kayna ına yakın olan 1.sıra ve sera odasının sonunda bulunanve birikime yol açan ve 5.sırada yeti tirilen kabak örneklerinde PAH bile iklerinin daha fazla oldu u belirlenmi tir. Bunun yanı sıra 3.sırada hasat edilen kabaklarda yapılan analizler sonucunda PAH bile iklerinin minimum seviyede oldu u tespit edilmi tir.

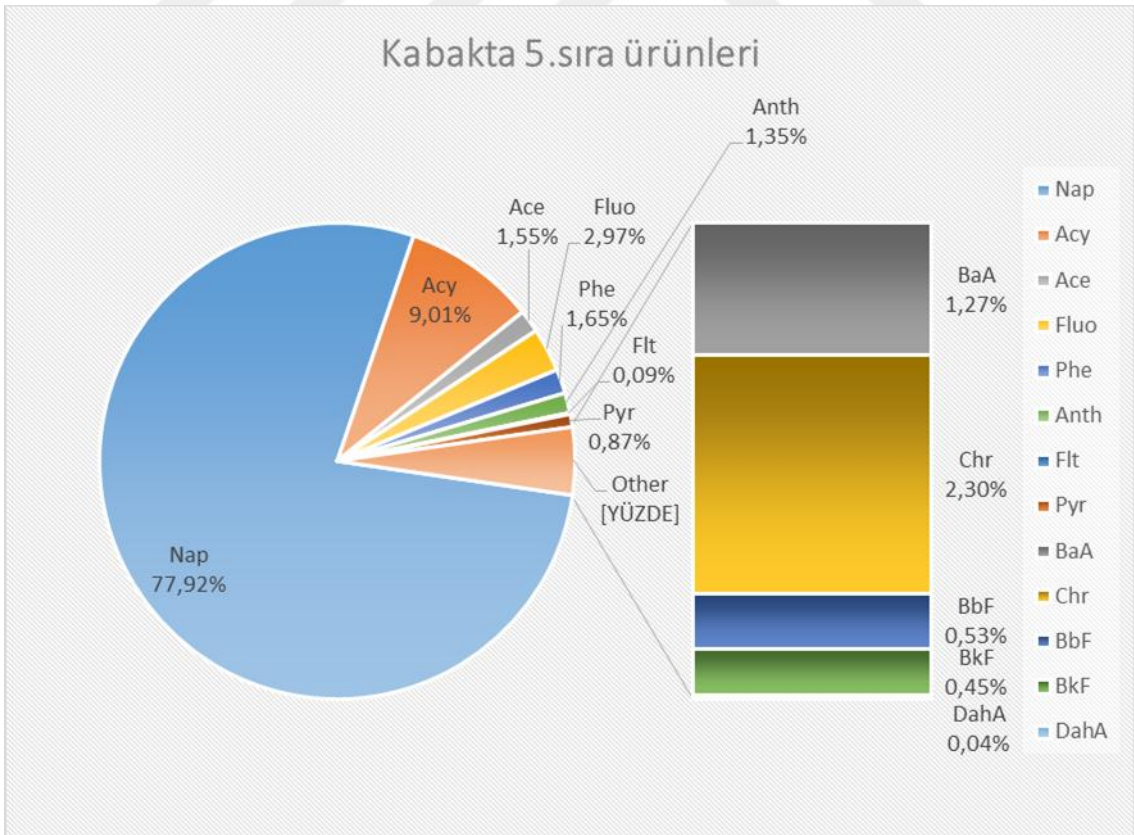
Trafi in yo un oldu u, yolun farklı mesafelerindeki bazı bitki türleri; Yenedünya- *Eriobotrya Japonica*, Portakal- *Citrus Sinensis* ve Guava- *Psidium Guajava* ve Okalıptus- *Eucalyptus sp.* ile yapılan çalı malarda; havada bulunan Pb, CO, SO₂, NO₂ ve toz partikülleri gibi tüm pigmentlerin yoldan uzakla tıkça, mesafeyle ile orantılı olarak artı gösterdi i belirlenmi tir (Durrani ve ark. 2013). Havadaki CO, Pb, SO₂, NO₂ ve toz partiküllerin trafi in yo unlu u ile orantılı olarak yükseldi i, ancak yoldan uzakla tıkça bu de erlerin azaldı ı belirlenmi tir (Durrani ve ark. 2013).



ekil 4.6. Deneme grubu 1. sıra PAH bile iklerinin yüzdeleri



ekil 4.7. Deneme grubu 3. sıra PAH bile ikleri yüzdeleri



ekil 4.8. Deneme grubu 5. sıra PAH bile ikleri yüzdeleri

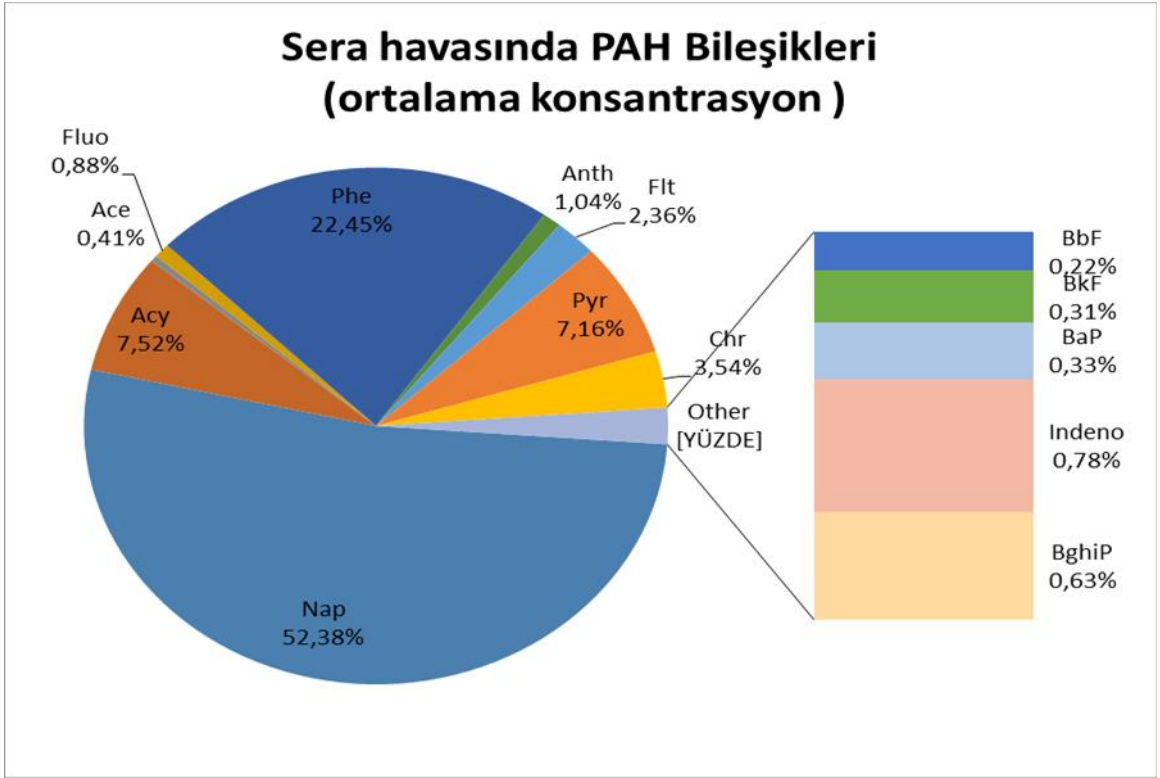
Bu da ılımlar incelendi inde; BaP ve BghiP gibi a ır PAH bile ikleri sadece 1. sırada yeti tirilen kabaklarda görölmektedir. PAH bile iklerinden olan Nap tüm sıralarda yeti en kabaklarda en yaygın görölen bile iktir. Ayrıca bütün kabak sıralarında yakla ık olarak aynı oranda Nap oldu u görölmü tür. Analizlere bakıldı nda benzer ekilde birinci, üçüncü ve be inci kabak sıralarında Fluo bile i i yakla ık olarak aynı miktarda belirlenmi tir. Bu çalı mada, 1 ve 5 sıralardan hasat edilen kabaklarda egzoz gazına maruz kaldı ı daha yo un bir ekilde görölmü tür. Buna ek olarak çalı ma sırasında en verimli mahsüller 3 sırada bulunan kabak bitkisinden hasat edilmi ve buna ba lı olarak kabakların egzoz gazından en az etkilenenler grubu oldu u da belirlenmi tir.

Egzoz gazının seraya verili noktası ekil 4. 9 da verilmi tir.

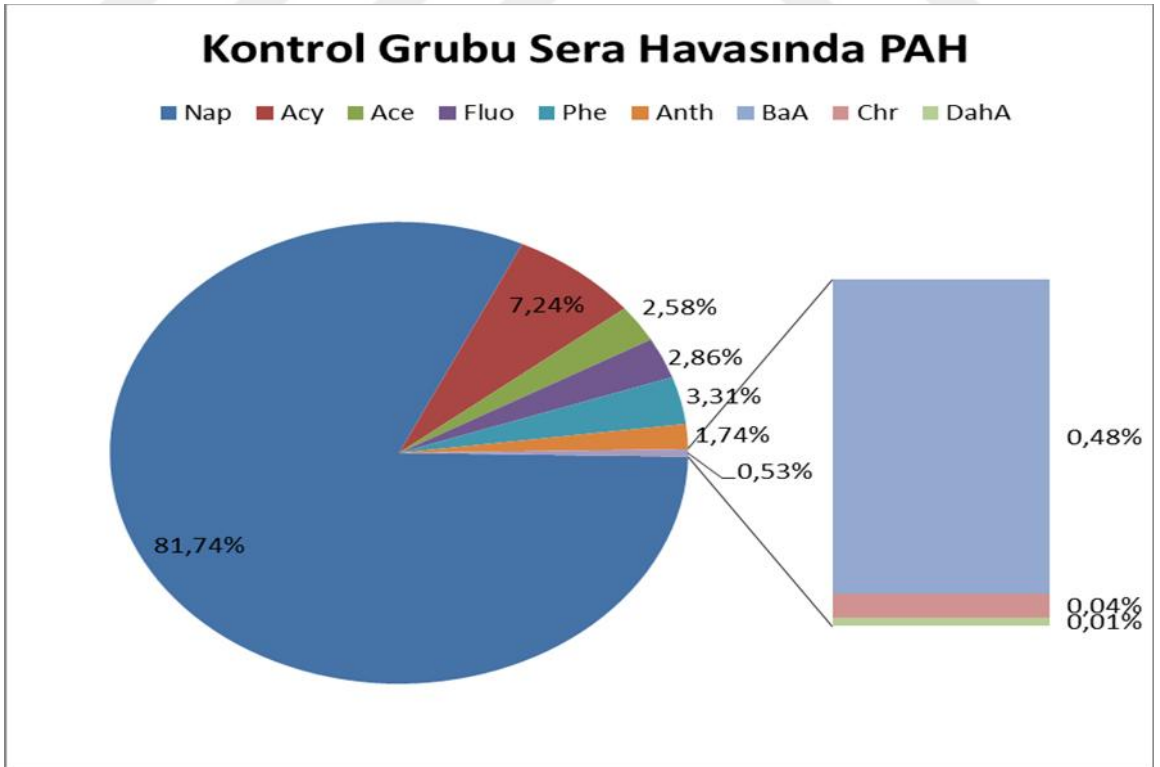




ekil 4.9. Kurulan araç ve egzoz gazının sera içine verilmesi



ekil 4.10. Deneme grubu sera havasındaki PAH bileşikleri.

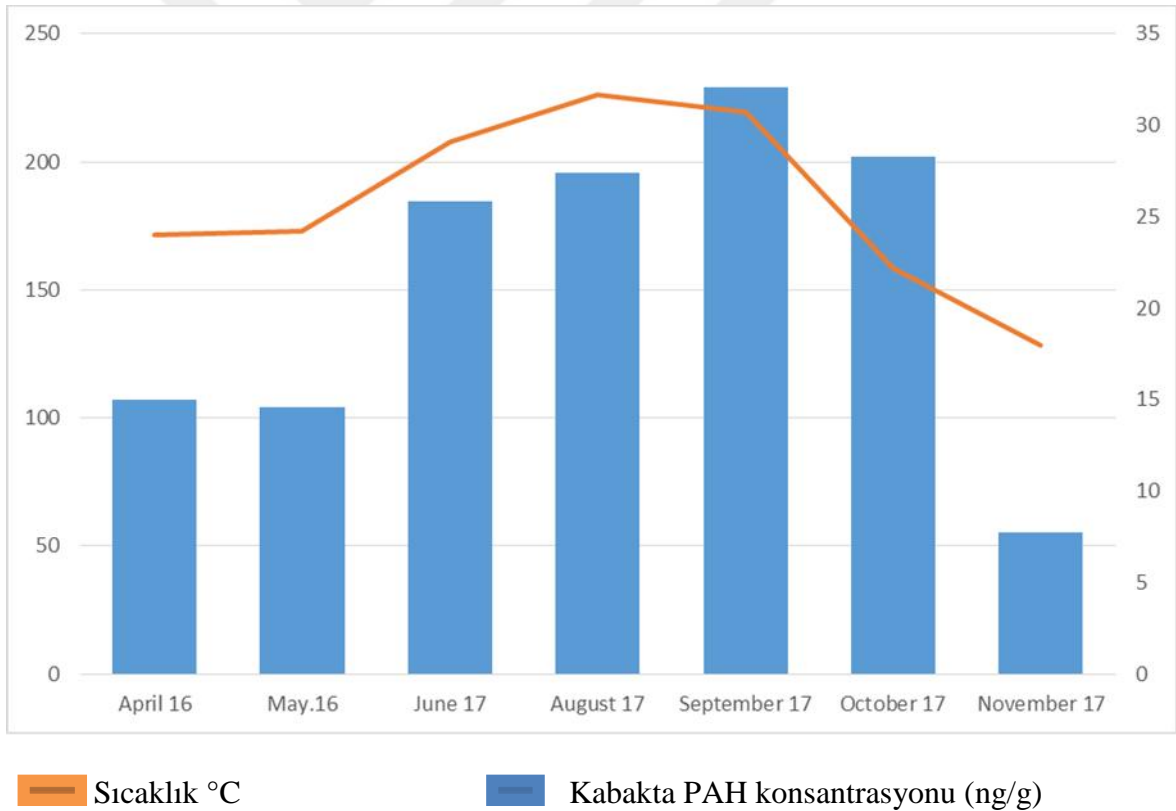


ekil 4.11. Kontrol grubu sera havasındaki PAH bileşikleri

Deneme grubu serası havasındaki PAH bileşikleri ekil 4.10 da görüldüğü gibi tespit edilmiştir. Kontrol grubu sera havasındaki PAH bileşikleri ekil 4.11 de gösterilmektedir.

Dizel araçlarda egzoz gazındaki PAH bileşiklerinin % 40 Phe, % 24 Pyr, % 21 Nap, % 11 Flu ve % 4 Acy den oluşmaktadır (De Souza ve Correa 2016).

Denemenin uygulandığı seranın havasındaki en yüksek türler Nap, Phe, Acy, Pyr ve a ır bir PAH bileşiği olan Indeno % 1'e yakın bir derde bulunmuştur. Bunun yanı sıra DahA tespit edilmemiştir. Bu çalışmada; sera havasındaki Naphthalene dizel egzoz gazı bileşimindeki Naphthalene' den daha yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni ise; Naphthalene ortamda bulunan bir bileşiktir. Dizel egzoz gazı bileşiminde Fluor % 11 oranında olmasına rağmen sera atmosferinde % 1'e yakın bir seviyede olduğu görülmüştür. Bu farklılık pasif hava örnekleyicisi ile egzoz gazı kaynağı arasındaki mesafeden kaynaklanmıştır. Yine bunun yanı sıra Dizel egzoz gazı bileşiminde % 40 oranında bulunan Phe, sera havasında daha az olduğu tespit edilmiştir.



ekil 4.12. Sıcaklık ile PAH konsantrasyonunun arasındaki ilişki

Egzoz gazına maruz kalan kabakların PAH konsantrasyonlarının sıcaklıkla değişimi ekil 4.12'de gösterilmiştir. Kabak sebzesi, iyi bir şekilde gelişip, kaliteli meyve vermesi için seranın iklimleri yetiştiricilik için uygundur. Bu nedenle kabak sebzesi kış mevsiminde sera

ortamlarında, havaların serin olduğu bahar döneminde yeti tiricili ini yapmak en uygun zamanlardır. Yeti tiricili in yapıldı ı dönemler Temmuz, A ustos ve Eylül gibi çok sıcak aylara denk geldi inden, meyvelerin sıcaklıktan oldukça etkilendi i gözlemlenmi tir. Sıcaklıkların a ır ı olması ayrıca sera içerisinde sıcaklı ın daha da artması kabak geli imini yava latmı hatta durma noktasına getirmi tir. Sıcaklıklar 29-35 °C arasında seyir etti i yaz aylarında, sera içerisinde sıcaklık +15 +20 °C kadar artı ı görülmü tür.

Trafi in yo un olduğu bölgede yolun farklı mesafelerinde yeti en bazı bitki türleri özellikle; Yenedünya-*Eriobotrya Japonica*, Portakal- *Citrus Sinensis* ve Guava- *Psidium Guajava* ve Okaliptus- *Eucalyptus sp* ile yürütülen çalı malar sonrasında; havada bulunan Pb, CO, SO_x, NO_x ve toz partikülleri bazı de erlerle fotosentez arasındaki ili kiyi ara tırmı larıdır. Güne li, gölge, yarı gölge bölgelerden alınan yaprak örneklerinde toplam klorofilin 0,004-0,019 g/l, a ve b klorofilinin 0,009-0,01 g/l ve karotinin ise 0,17-0,22 g/l arasında oynadı ı; güne ten gölgeye do ru azalma gösterdi i saptamı tır (Durrani ve ark. 2013).

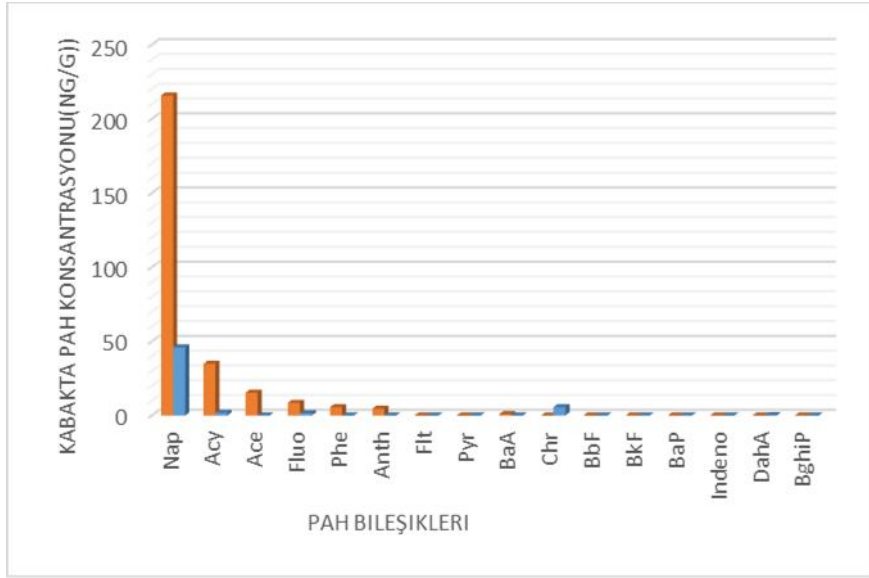
Sera havasında a ır ı sıcaklı ı önlemek için yapılan gölgeliklere ra men, a ır ı sıcaklık ve nem, hastalıkların da hızla yayılmasına neden olmu tur. Bu da bitki geli imini ve meyve geli imini olumsuz yönde etkilemi tir.

Kabakta görülen hastalıklar, egzoz gazının etkisi ve a ır ı sıcaklıklar kabak meyve boyu geli imini olumsuz yönde etkilemi tir. Bu dönemde kabak meyveleri boyları 10 cm kadar büyümü hasat olgunluk boyuna gelmeden bozulup çürüdü ü görülmü tür. Sıcaklıkların dü tü ü bazı günlerde kabak boyları 10 cm yi geçip gerçek hasat boyuna geldi i görülmü tür.

Bahçe ilaç uygulamalarının kontrolsüz ve bilinçsiz bir ekilde gerçekleştirilmesi ve meyvenin program dı ı (tam olgunlu una eri meden, erkenden) hasat edilmesi ilaç kalıntı miktarlarının yüksek olmasına neden olmaktadır (Aslansoy 2012). Pestisit kullanımında hasat öncesi i lemler olarak uygulamanın yapıldı ı bitki çe idi, etkili maddenin kimyasal yapısı ve özellikleri, kullanım dozu, etkili maddenin formülasyonu, pestisit uygulama ile hasat arasındaki geçen süre (bekleme süresi) en fazla dikkat edilmesi gereken konulardır (Tiryaki 2010). Hasat sonrası i lemler arasında yıkama, kabuk soyma ve depolama pestisit azaltılmasında uygulanabilecek i lemler arasında yer almaktadır (Karakaya ve Boyraz 1992). Bu çalı mada da; tam hasat boyuna ula amayan kabakların yapısında PAH miktarını pestisitlerde olduğu gibi tam olarak asimile edemedi i dü ünülmektedir.

Ekim Kasım aylarında, sıcaklı ın dü mesiyle birlikte kabak yeti tiricili i için daha uygun ko ullar olu mu meyveler tam hasat olgunlu u boyuna ula mı tır. Ayrıca bitki sürekli

yapılan kültürel uygulamalar ve gübrelemeler bitkinin kendini toparlamasına neden olur ve bitkide yeni çıkan yapraklar büyümür ve bitki daha sağlıklı hale gelir. Bu da; kabak meyvesinin bünyesinde bulunan PAH konsantrasyonunun fotosentez yardımıyla azaltılabileceği düşünülmüştür.



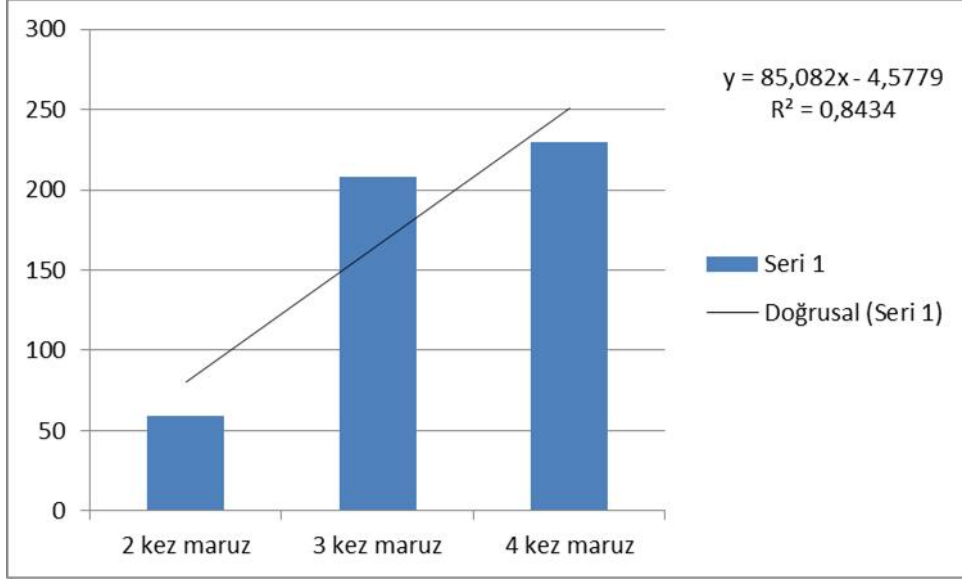
■ 23 A ustos 5. Sıra

■ 21 A ustos 5. Sıra

ekil 4.13 PAH konsantrasyonu ve PAH bileşikleri arasındaki ilişki

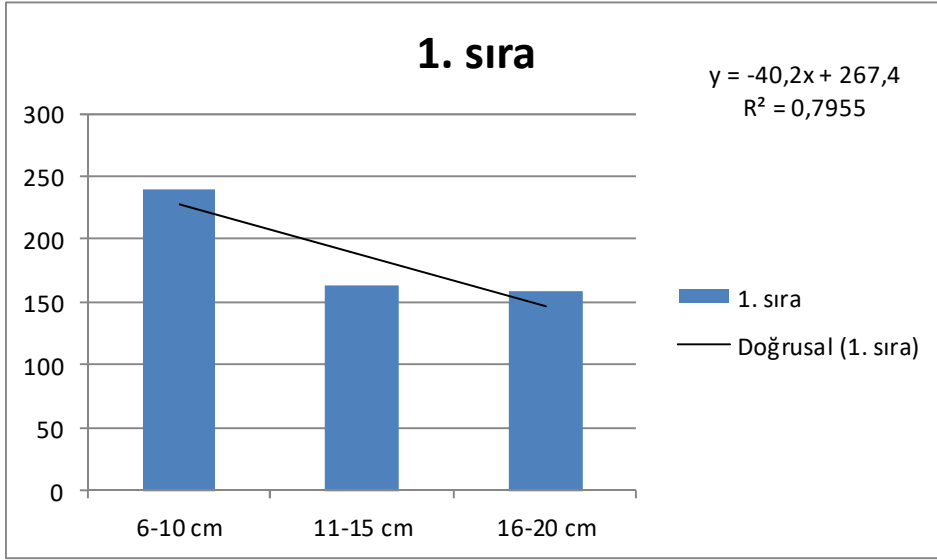
Deneme serasına egzoz gazı uygulaması sonrasında hasat edilen kabaklarda yeterli kadar hasat olgunluğuna gelmemiş olan kabaklar hasat edilmeden yerlerinde büyümeye bırakılmıştır. 21 A ustosta 5. sırada bulunan kabak örneği alındığında, henüz hasat boyuna gelmemiş küçük kabaklar ise bitki üzerinde bırakılmıştır. 21 A ustos'ta hasat edilen 5. sırada bulunan kabak 2 kez gaza maruz kalmış ve havaların serin olması nedeniyle meyve boyu 15-16 cm olan kabaklar hasat edilmiştir. 23 A ustos'ta hasat edilen 5. sırada bulunan kabak 4 kez gaza maruz kalarak meyve boyu 8-10 cm boyunda hasat edilmiştir. Uzun süre egzoz gazına maruz kalan kabaklarda PAH miktarları daha fazla olduğu ekil 4.12. görülmektedir. Ayrıca meyve hasat boyunun 10cm olması bile iminde bulunan PAH miktarını artırdığı görülmektedir.

Kabakların egzoz gazına maruz kalma sayıları ve PAH konsantrasyonunu gösteren grafik aşağıdaki gibidir.

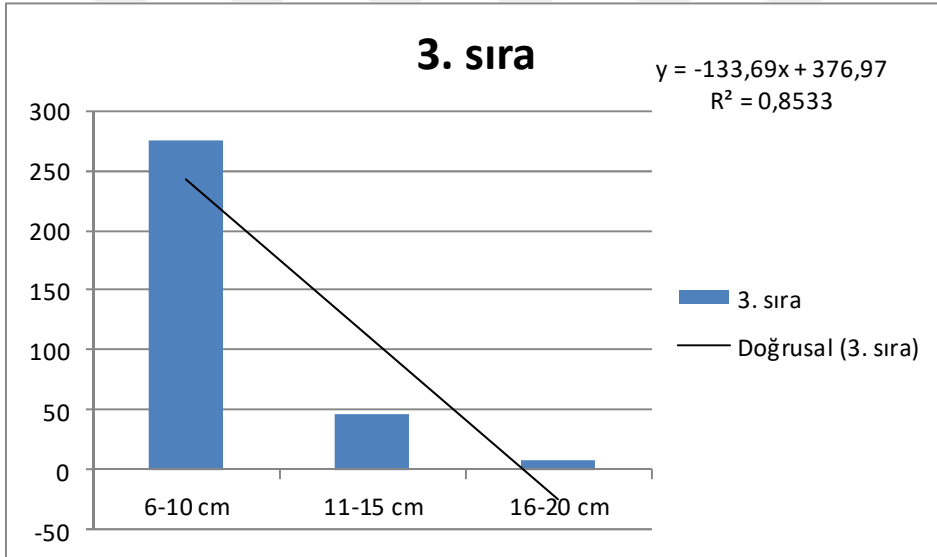


ekil 4. 14. Gaza maruziyet sayıları ve PAH konsantrasyonu ili kisi

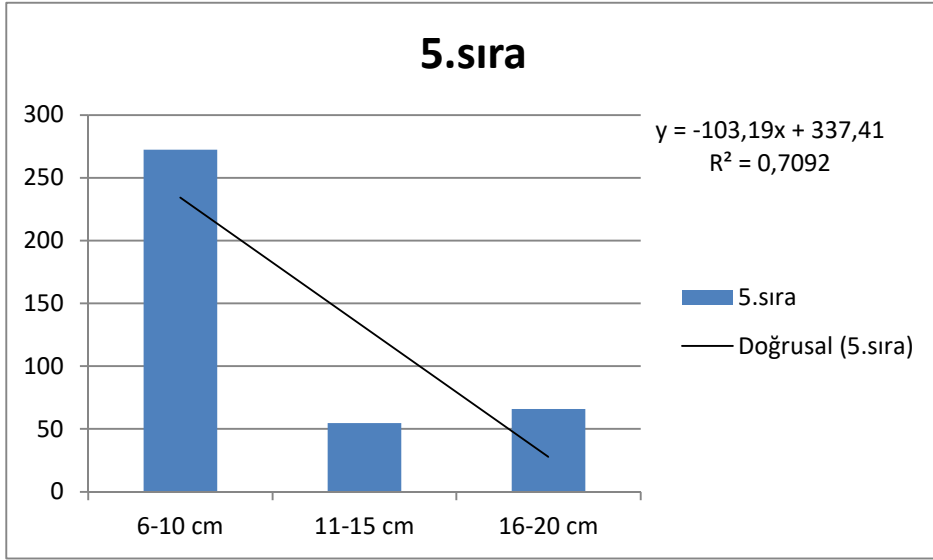
Deneme grubu parsellerinde yeti tirilen kabaklarda verilen egzoz gazına maruz kalma sayılarına göre de erlendirmek mümkündür ve bu da ekil 4.14'de görülmektedir. Bazı ürünler 2 kez, bazı ürünler 3 kez, bazı ürünler ise 4 kez egzoz gazına maruz kalmı tır. Boyları henüz hasat olgunlu una gelmemi ; 8-10cm den daha küçük olan kabaklar bitkiler üzerinde büyümeye bırakılmı tır. Bitki üzerinde kalan küçük meyveler ikiden fazla egzoz gazına maruz kalmı lardır. Havaların çok sıcak olması bitki büyümesinin; buna ba lı olarak da meyvelerin büyümesi daha yava oldu undan egzoz gazına maruz kalma sayısı 4' kadar yükselmi tir. A a ıdaki grafikte de görüldü ü gibi kabak meyvesi egzoz gazına maruz sayısı artıkça bile i inde bulunan PAH konsantrasyonu miktarları da artmı tır ($r^2 = 0,8434$, $p < 0,05$).



ekil 4. 15. 1. sıra meyve boyu ve PAH konsantrasyonu arasındaki ili ki



ekil 4. 16. 3. sıra meyve boyu ve PAH konsantrasyonu arasındaki ili ki



ekil 4.17 5. Sıra meyve boyu ve PAH konsantrasyonu arasındaki ilişki

Yapılan bu denemede, Nisan ayında kabak tohumlarının ekilip, çimlendirilmesi ve büyüyen fidelerin toprağa dikilmesi Mayıs ayında yapılmıştır. Kabak serin iklim sebzesi olduğundan serin iklimlerde daha iyi gelişim göstermektedir. Bitkilerin büyümesi ve hasat dönemleri yaz aylarına denk gelmesi sıcaklık dışı hava ortamında 29-35 °C olduğu aylarda sera içerisinde sıcaklık +15 ile +20 °C daha fazla olduğu görülmüştür. Aşırı sıcaklık ve egzoz gazı yaprak alanlarını küçültüp kurutarak, bitki gelişimini engellemiştir. Buna bağlı olarak üzerindeki meyvelerde tam hasat olgunluğuna gelmeden çürümeye başlamıştır. Yeteri kadar örnek olması açısından meyveler çürümeden belli bir büyüklüğe geldiğinde hasat edilmiştir. Aşağıda verilen ekillerde 1 ve 5 sırada hasat edilen kabaklarda hasat boyları büyüdükçe meyvede PAH konsantrasyonu oranının düştüğü görülmektedir. Egzoz gazının sera içerisindeki hava sirkülasyonu 1 ve 5 sıradaki kabaklarda daha fazla egzoz gazına maruz kalmıştır. 3 sıra da bulunan bitkiler ise arada kaldığından egzoz gazına daha az temasta bulunmuştur. Bu nedenle 3 sıradaki ürünlerde meyve boyu büyüdükçe PAH oranlarının daha da azaldığı görülmektedir.

Bu nedenle PAH oranları meyve boyları uzunluğu arttıkça, azaldığını ekil 4.15, ekil 4.16 ve ekil 4.17'de görmek mümkündür.

5. SONUÇ VE TARTI MA

Sera artlarında kontrollü bir ekilde yapılan bu çalı mada deneme serasına verilen egzoz gazından çıkan emisyonların bitkilerin hem vejetatif hem de generatif orgalarına belirli zararlar verdi i görülmü tür. Haftanın üç günü 20 dakikası etkin 40 dakikası da sera ortamı kapalı tutularak verilen gazda sera havası konsantrasyonunun de erlerinin de yüksek çıkması bunu do rulanı tır. Yeti tiricili in yapıldı ı dönem yaz aylarına denk gelmesi, hava sıcaklıklarının yüksek olmasına; buna ba lı olarak sera ko ullarında sıcaklıkların +15 +20 °C daha fazla artması bitkilerin ve kabak meyvesinin geli imini olumsuz yönde etkilemi tir. Hem hava sıcaklıklarının yüksek olması hem de egzoz gazında salınan emisyonların etkisiyle bitki, kök gövde ve yaprakları etkilenmi , egzoz gazından salınan emisyonlardaki partikül maddelerin bitki stomalarını tıkayarak bitkinin fotosentez yapmasını engellemi tir. Bu nedenle hem bitkinin geli imini hem de meyve geli imini etkileyerek meyvelerin tam hasat olgunlu una gelmesine engel olmu tur. Dolayısıyla gerçek hasat ol unlu una gelmeden toplanan meyvelerde PAH konsantrasyonunun fazla çıkt ı gözlemlenmi ve örneklerde PAH konsantrasyonunun sıcaklı a ba lı olarak çok yüksek çıkt ı gözlemlenmi tir.

Deneme grubu serasında bu durumlar gözlenirken kontrol grubunda yeti tirilen bitkilerde bu olayların daha az bulundu u gözlemlenmi tir. Egzoz gazının az oldu u alanda da meyve analizlerinde PAH birikiminin olması; bu egzoz emisyonlarının ve partikül maddelerin uzak mesafelere ta ındı ının ve bunuda bitki tarafından alınabildi inin göstergesidir. Bu durum aynı anda kirlilik etmeninin bitkiler ve bunun yanı sıra meyveler tarafından tutuldu u ekinde de yorumlanabilmektedir. Bu durum, çalı mada beklenilmeyen bir sonuçtur. Çünkü egzoz gazı emüsyonları deneme grubu serasına da da ılmı tir.

Sera içerisine dikilen 10 bitki gaza maruz bırakıldı ından örnekler 1, 3 ve 5 sıralardan alınmı tır. Alınan kabak örneklerinde 1 ve 5 sıra da bulunan kabaklar egzoz gazından, 3 sırada bulunan kabak örne ine nazaran daha fazla etkilendi i görülmü tür. Yapılan analizler sonucunda da PAH oranının yüksek çıkması bunu do rulanmı tır. Denemede sera içine verilen egzoz gazı 1 ve 5 sırada bulunan kabaklara daha çok etki etmi tir. Sonuç olarak egzoz gazına bitkilerin maruz kalmaları egzoz kayna ından uzakla tıkça azald ı ı görülmü tür. Egzoz gazına maruziyette sıcaklıkta etkili oldu undan Temmuz, A ustos, Eylül aylarında PAH konsantrasyonlarının oranlarının fazla çıkt ı ı görülmü tür.

Elde edilen tüm bu bulgular bitkideki PAH konsantrasyonu birikiminin egzoz gazıdan kaynaklandığının bir göstergesidir. Ortalamalar; kabaktaki PAH birikiminin egzoz gazının yoğunluğunun fazla olduğu 1 ve 5 sırada yüksek olduğu göstermektedir. Bitkilerde görülen birikim değerlerinin ilk sıralardan toplanan kabaklarda (egzoz gazına maruz kalanlarda) ortalama toplam PAH 191,472 ng / g'dır. L- PAH' lar ve H-PAH'lar sırasıyla 186,663 ng / g ve 4,889 ng / g olarak hesaplanmıştır. Üçüncü sıradaki numunelerdeki ortalama PAH konsantrasyonları 126.678 ng/g'dır. L- PAH'lar ve H- PAH'lar sırasıyla 125.768 ng/g ve 0.9097 ng/g olarak hesaplanmıştır. Be inci sıradaki numunelerde ortalama PAH konsantrasyonları 149,3818 ng / g'dır. L-PAH'lar ve H-PAH'lar sırasıyla 141,086 ng/g ve 8,296 ng / g olarak hesaplanmıştır. Bu değerler bitkinin egzoz gazındaki PAH bileşiklerini önemli seviyede bünyesinde biriktirmesi ile açıklanabilir. Kontrol grubu serasında ise egzoz gazı yoğunluğunun hiç olmadığı alanda da PAH bileşikleri belirlenmesi; bu partikül maddelerin uzak mesafelere taşınması ve bitkiler tarafından alındığının bir göstergesidir. Bu olay aynı zamanda, kirlilik etmenlerinin bitkiler tarafından tutulduğu ve bu etkilerin bitkinin meyvelerine de geçmesine neden olduğu ekinde yorumlanabilir.

Ayrıca Kabaklarda yapılan analizler sonucunda yine görülüyor ki; egzoz gazına maruziyet sayısı arttıkça meyvelerin analizi sonucunda çıkan PAH konsantrasyonları miktarında arttığı görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2016.** https://www3.epa.gov/airtoxics/cancer_guidelines_final_3-25-05.pdf (20 Nisan 2019).
- Anonim, 2016.** <http://www.yildiz.edu.tr/~sandalci/dersnotu/TC/tC5.pdf> 2016. (03 Haziran 2018).
- Anonim, 2016.** <http://arastirma.tarim.gov.tr/alata/Belgeler/Diger-belgeler/Yazl%C4%B1kKabakYeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi%C3%87Nacar.pdf>. (03 Haziran 2018).
- Anonim, 2018.** <http://www.ngk.de/tr/ayrintilariyla-teknoloji/lambda-sensoerleri/egzoz-gazi-ile-ilgili-emel-bilgiler/egzoz-gazlari-ve-zararli-maddeler>. (15 Ocak 2019).
- Arı, A. 2008.** Eski ehir Atmosferindeki Polisiklik Aromatik Hidrokarbonların (PAH'ların) Deri imlerinin ve Kaynaklarının Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Eski ehir.
- Arcos, J. C. ve Argus, M. G. 1975.** Chemical Induction of Cancer Structural Bases and Biological Mechanisms Vol. IIA, Academic Press, New York, USA.
- Aslansoy, Z. 2012.** Ozonlama ileminin Limondaki Pestisit Kalıntıları Üzerine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana.
- Asri, F., Sönmez, S. 2006.** A ır Metal Toksikitesinin Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri. *Derim Dergisi*, 23: 36-45.
- Asmus, A. Wellington, B. 1993.** Diesel Engine and Fuel Systems, Third Edition.
- Bansal, V. Ki Hyun, Kim. 2015.** Review of PAH Contamination in Food Products and Their Health Hazards. *Environment International* 'http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.
- Baraescu, R.A., Lusco, J.J. 1983.** Performance, Durability and Low Temperature Evaluation of Fuels.
- Bingöl, Ü. 1992.** Ankara Cadde A ıaçlarından Aesculus Hippocastanum L.'da Kur un (Pb) Birikimi. *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara.
- Birgül, A. 2013.** Bursa Atmosferindeki Poliaramatik Hidrokarbonların (PAH'ların) Seviyeleri ve Çökelme Mekanizmaları. *Doktora Tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Borat, O., Balcı, M., ve Sürmen A. 1994.** Hava Kirlenmesi ve Kontrol Tekni i, Teknik E itim Vakfı Yayınları. 3- 25, Ankara. Derleyen: "Dizel Motorlarında Egzoz Gazları Resirkülasyonunun (EGR) Motor Performansı ve Egzoz Emisyonlarına Etkisinin Deneysel Analizi", *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 26 (21): 127-135.
- Bjorseth, A., Ramdahl, T. 1985.** Handbook of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, Marcel Dekker Inc., New York, USA.
- Çakıro lu, M. 1996.** Derleyen: Haimolu C., ıngür Y., Ö üt H., Motorlu Ta ıt Trafikinde Egzoz Emisyonları. 1. Ulusal Ula ım Sempozyumu, 22 Mayıs 1996, İstanbul.

- Celia, A.A., Conceicao, A.F. 2005.** Effects Air Pollution For Chronic Obsructive Pulmonary Diseases in Porto. *Portugal International Journal of Evironment and Pollution*, 23(1): 42-64.
- Chen, Y. 2018.** Accumulation Characteristics and Potential Risk of PAHs in Vegetable System Grow in Home Garden under Straw Burning Condition in Jilin, Northeast China. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 162 July:647–54.
- Clark, S.J., Wagner, L., Schrock, M.D., Piennaar, P.G. 1984.** Methyl and Ethyl Soyabean Esters as Renewable Fuels for Diesel Engines, *Journal American Oil Chemistry Society*, 61(10): 1632-1638.
- Çepel, N., DüNDAR, M., Ertan, E. 1980.** Samsun- Gelemen Orman Fidanlı ında Görülen Duman Zararları Üzerine Ara tırmalar. *stanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 20(30): 6-42.
- Danyi S., Brose F., Brasseur C., Schneider Y. J., Larondelle Y., Pussemier L., Scippo M.L. 2009.** Analysis of EU Priority Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food Supplements Using High Performance Liquid Chromatography Coupled to an Ultraviolet, Diode Array or Fluorescence Detector, *Analytica Chimica Acta*, 633(2): 293–299.
- Davydova, S. 2005.** Heavy Metals as Toxicants in Big Cities, *Microchemical Journal*, 79(1-2): 133-136.
- De Souza, C. V., Corrêa, S.M. 2016.** Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Diesel Emission, Diesel Fuel and Lubricant Oil. *Fuel*, 185: 925–31.
- Dolan, L. M. J., Van Bohemen, H., Whelon, P., Akbar, K. F. I., O'malley, V. O., Leary, G., Keizer, P. J. 2006.** Towards the Sustainable Development of Modern Road Ecosystem. In *The Ecology of Transportation Managing Mobility for the Environment*, Davenport, J. L. ed. Springer Netherlands, pp. 275-331.
- Durrani, G.F., Hassan, M., Baloch, M.K., Hameed, G. 2013.** Effect of Traffic Pollution on Photosynthesis. *Extension Journal of Environ*, 4: 51-54.
- Dursun, A., Aslanta , R., Pırlak, L. 1998.** Hava Kirlili ının Bahçe Yeti tiricili i Üzerine Etkileri. *Ekoloji Dergisi*, 7-(27): 11-14.
- Elkoca, E. 2002.** Hava Kirlili i ve Bitkiler Üzerindeki Etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(4): 367-374.
- Eraslan, . 1988.** Hava Kirlili ının Kent ve Orman A açlarına Etkisi ve Çevre Mevzuatımız. Çevre'88 IV. Bilimsel ve Teknik Çevre Kongresi, 5-9 Haziran, zmir.
- Erdo an, O. 2005.** Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Fidelerinde Nikel Toksitesinin Humik Asit ile Azaltılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Sütçü mam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Kahramanmara .
- Ergeneman, M., Arslan H., Mutlu, M. 1998.** Ta ıt Egzozundan Kaynaklanan Kirleticiler Birsen Yayınevi, stanbul, 148s. Derleyen: ‘‘Dizel Motorlarında Egzoz Gazları Resirkülasyonunun (EGR) Motor Performansı ve Egzoz Emisyonlarına Etkisinin Deneysel Analizi’’, *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 26: 127-135.

- Esen, F., Cindoruk, S.S., Ta demir, Y. 2008.** Ambient Concentrations and Gas/Particle Partitioning of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in an Urban Site in Turkey. *Environmental Forensics*, 7: 303–312.
- Farmer, A.M. 1993.** The Effects of Dust on Vegetation—a Review. *Environmental Pollution, Volume 79* (1): 63-75.
- Ferrarese, E., Andreottola G., Oprea, I. A. 2008.** Remediation of PAH-contaminated Sediments by Chemical Oxidation. *Journal of Hazardous Materials*, 152(1): 128–139.
- Güngör, Y. 2011.** Raylı Sistemler Teknolojisi Dizel Motorları, Ders Notları, Ankara, 216s.
- Gülççek, A. 2011.** Topraktaki Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH) için Sınır Değerlerin Uygulanabilirliğini Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Hatipoğlu, R., Tükel, T., Koç, M. 1988.** Çevre Kirlenmesinin Bitkiler Üzerindeki Etkileri. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3 (2): 119-133.
- IARC 1987.** Uluslararası Kanser Araştırma Merkezi. <https://www.iarc.fr>.
- Jian, L. J., Z. Zhao, X., Duan, C. 2008.** Simultaneous Removal of NO_x and Diesel Soot Over Nanometer Ln-Na-Cu-O Perovskite-like Complex Oxide Catalyst. *Applied Catalysis B: Environmental* 61–72p.250p.
- Chen, Y., JiaJinpu, Chunjuan, Bi., Junfeng(Jim), Zhang., Zhenlou, 2019.** Atmospheric Deposition and Vegetable Uptake of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) Based on Experimental and Computational Simulations. *Atmospheric Environment* 20 February, New York, USA.
- Karakaya, M., Boyraz, N. 1992.** Gıda Kirlenmesinde Pestisitler ve Korunma Yolları. <http://docplayer.biz.tr/3391422-Gida-kirlenmesinde-pestisitler-ve-korunma-yollari.html>.
- Karpuzcu, M. 2007.** Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü Kültür Yayınları 9.baskı, İstanbul. Türkiye. 250 s.
- Kayıkçı, G. 2017.** Bursa’da İç ve Dış Mekan Hava Örneklerinde Poliaromatik Hidrokarbonların (PAH) İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Kural, G. 2012.** İstanbul Tuzla Bölgesi Atmosferi Alt Tabakasında Çok Halkalı Aromatik Hidrokarbonlar (PAH’lar) Metallerin İncelenmesi. *Doktora Tezi*, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İletmeciliği Enstitüsü, Kimyasal Oceanografi Anabilim Dalı, İstanbul.
- Kılıç, T. ve ark. 2003.** Motorlu Taşıtlar ve Adapazarı’nda Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Emisyonların İncelenmesi, Ders Notları, İstanbul, 210s.
- Kılıç, S. 2015.** İstanbul Haliç Midye ve Sediment Örneklerinde PAH Düzeylerinin Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Kocaeli.
- Köseler, M. D. 2008.** Büyükçekmece Gölü’nde Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH)

Konsantrasyonunun Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, stanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, stanbul.

Liang, H. D., Han, D. M., Yan, X. P., 2006. Cigarette Filter as Sorbent for On-Line Coupling of Solid-phase Extraction to High-Performance Liquid Chromatography for Determination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Water. *Journal of Chromatography A*, 1103 (1): 9-14.

Martorell, I. et al. 2010. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) in Foods and Estimated PAH Intake by the Population of Catalonia, Spain. *Temporal Trend. Environment International* 36(5): 424–32.

Meb. 2011. Motorlu Araçlar Teknolojisi Egzoz Emisyon Kontrolü, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Antalya.

Munzuro lu, Ü. 2010. stanbul Trafiindeki Ticari Taksilerin Emisyon Açısından Olumsuz Etkileri. stanbul, 150 s.

Müezzino lu, A. 2003. Hava Kirliliği ve Kontrolünün Esasları. Dokuz Eylül Yayınları, zmir, 125s.

Morgan, W.K.C., Regeer, R.B., Tucker, D.M. 1997. Health Effect of Diesel Emissions, *The Annals of Occupational Hygiene*, 41(6): 643-658.

Nacar, Ç. 2015. Ziraat Yüksek Mühendisi. Yazlık Kabak Yetiştiriciliği, Erdemli, Mersin.

Nieva-Cano M. J., Rubio-Barroso S., Santos-Delgado M. J. 2001. Determination of PAH in Food Samples by HPLC With Fluorimetric Detection Following Sonication Extraction without Sample Clean-up. *The Analyst*, 126 (8): 1326–1331.

Nuho lu, Y. 1993. Muğla-Kemerköy Termik Santralinin Oluşturduğu Çevre Kirliliğinin Ormanlar Üzerindeki Etkileri. *Doktora Tezi*, stanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Entomolojisi ve Koruma Programı, stanbul.

Odoh, R., Agbaji, E. B., Kagbu, J. A. 2011. Assessment of trace metal pollution in auto-mechanical workshop in some selected local government areas of Benue State, Nigeria. *Int. J. Chem*, 41(3): 78-88.

Özen, A., Onural, . 2014. Egzoz Emisyon Sistemlerinin Neden olduğu Çevre Kirliliği Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu. Antalya.

Özkan, N. 1988. Asit Yağmurları ve Orman Tahribatı. *Orman Mühendisliği Dergisi*, 2(25): 22-25.

Paris, A., Jérôme Ledauphin, P., Jean Luc, G. 2018. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Fruits and Vegetables Origin, Analysis, and Occurrence. *Environmental Pollution* 234: 96–106.

Pankow, J.F., Bidleman, T.F. 1992. Interdependence of the Slopes and Intercepts From log-log Correlations Of Measured Gas-Particle Partitioning and Vapor Pressure I. Theory and Analysis of Available Data. *Atmos. Environ*, 26: 1071-1080.

Ravindra, K., Sokhi, R., Van Grieken, R., 2008. Atmospheric Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Source Attribution, Emission Factors and Regulation. *Atmospheric Environmental* 42: 1071-1080

Rigas, M. L., Ben-Jebria, A., Ultman, J. S. 1997. Longitudinal Distribution of Ozone Absorption in the Lung Effects Of Nitrogen Nioxide, Sulfur Dioxide and Ozone Exposures. *Archive of Environmental Health*, 52: 173-178.

Rivers, K. J., Poassen, C.W.C., Booth, M., Marriott, J.M. 1993. Future Diesel Fuel Quality – Balancing Requirements Institution Mechanical Engineers. Second Seminar MEP 209-225.

Sara, J. 2007. Particle Emissions From Ships Department of Chemistry, Göteborg University [13] Cooper, D.A.

Saraço lu, S., Borat, O., Gönülata, B. 1977. Hava Kirlenmesi ve Kontrol Tekni i. Marmara Bölgesinde Çevre Kirlenmesi Semineri, stanbul Ticaret Odası Seminerler Dizisi No:1, stanbul.

Serez, M., Ata, C., 1988. Kazda ı Ormanlarında Karaçam (Pinus Nigra Arnold Subsp. Pallasiana) ve Kazda ı Göknarı (Abies Equi-Trojani Asher Sint.) Türlerinde Görülen Gaz Zararları. Çevre 88 IV. Bilimsel ve Teknik Çevre Kongresi, 5-9 Haziran, zmir.

Setten, V.B.A.L., Makkee, J., Mouhjn, S. 2001. The Science and Technology of Catalytic Diesel Particulate Filters. *Catalysis Reviews*, p.489–564.

Sinha, P., Hobbs, P.V., Yokelson, D. 2003. Emissions of Trace Gases and Particles From Two Ships in the Southern Atlantic Ocean. New York, USA. p. 163-190.

Strayer, R.C., Blake, J. A., Craig, W.K. 1983. Canola and High Erucic Rapeseed Oil as Substitutes for Diesel Fuel. *Journal American Oil Chemistry Society*, 60 (8): 1587–1597.

ahin, N. R., Erman, C. 2006. Emissions Reduction Techniques for Non-road Diesel Engines. 3rd Automotive Tech. Congress, 21-23 Haziran, Bursa.

Tiryaki, O., Canhilal, R., Horuz, S. 2010 Tarım laçları Kullanımı ve Riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26 (2): 154-169.

Tok, A. 2010. Egzoz Gazı Resirkülasyonunun (EGR) Motor Performansı Üzerindeki Etkilerinin ncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, UÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisli i Anabilim Dalı, Bursa.

Tsai, P. J., Shieh, H. Y., Lee, W. J., Lai, S. O. 2002. Characterization of PAHs in the Atmosphere of Carbon Black Manufacturing Workplaces. *Journal of Hazardous Materials*, 91(1-3): 25–42.

Usepa, 2005. Environmental Protection Agency. Guidelines for Carcinogen Risk Assessment. 630 (20): 22–58.

Yılmaz, H. 2011. Dizisel Motorlarda Emisyon Miktarını Etkileyen Parametler ve Emisyonu Dü ürme Yöntemleri, stanbul.

Yi it, E. 2009. Dizel Motor Emisyonlarının ncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisli i Bölümü, Sakarya.

Yüceda , C., Kaya, L.G. 2016. Hava Kirleticilerin Bitkilere Etkileri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(1): 67-74.

Wang X. Y., Li Q. B., Luo Y. M., Ding Q., Xi L. M., Ma J. M., Cheng C. L. 2010. Characteristics and Sources of Atmospheric Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Shanghai, China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 165(1-4): 295–305.

Wenzl T., Simon R., Anklam E., Kleiner J. 2006. Analytical Methods for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Food and the Environment Needed for New Food Legislation in the European Union. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, 25(7): 716–25.



ÖZGEÇM

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Perihan Cihangir

Doğum Yeri: Bahçe- Osmaniye

EĞİTİM DURUMU

Lisans Örenimi: Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü

Yüksek Lisans Örenimi: Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi ABD.

Bildiği Yabancı Dil: İngilizce

DENEYİM

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl: 2002 ve halen Bursa Uludağ Üniversitesi.

LETİME

E-posta Adresi: pcihangir@uludag.edu.tr