

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARBON MONOKSİT (CO) GAZININ BUĞDAY (*Triticum aestivum*) ve HIYAR (*Cucumis sativus*) BİTKİLERİNDEKİ BAZI FİZYOLOJİK ETKİLERİ ve BU ETKİLERİN BİYOKİMYASAL İLİŞKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Yaşar KIRAN

DOKTORA TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

96332

ELAZIĞ - 2000

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARBON MONOKSİT (CO) GAZININ BUĞDAY (*Triticum aestivum*) ve
HIYAR (*Cucumis sativus*) BİTKİLERİNDEKİ BAZI FİZYOLOJİK ETKİLERİ
ve BU ETKİLERİN BİYOKİMYASAL İLİŞKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Yaşar KIRAN

DOKTORA TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Bu tez.....19.10.2000.....Tarihinde, Aşağıda Belirtilen Jüri Tarafından
Oybirliği / Oyçokluğu / Başarılı / Başarısız Olarak Değerlendirilmiştir.

(İmza)

Danışman
Prof. Dr. Dursun ÇOBANOĞLU

(İmza)

Prof. Dr. Davut BAŞARAN

(İmza)

Yrd. Doç. Dr.
Ömer MUMŞUROĞLU

ÖZET

Doktora Tezi

KARBON MONOKSİT (CO) GAZININ BUĞDAY (*Triticum aestivum*) ve HIYAR (*Cucumis sativus*) BİTKİLERİNDEKİ BAZI FİZYOLOJİK ETKİLERİ ve BU ETKİLERİN
BİYOKİMYASAL İLİŞKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI.

Yaşar KIRAN

Fırat Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı
2000, Sayfa: 83

Bu çalışmada, karbon monoksit (CO) gazının deney objelerimiz olan buğday (*Triticum aestivum*) ve hıyar (*Cucumis sativus*) bitkilerinde yol açtığı çimlenme ve fide büyümesi ile ilgili değişimler parametrik olarak tespit edilmiştir. Daha sonra biyokimyasal analizler yapılarak olayların metabolik yönü aydınlatılmaya çalışılmıştır. Bunun için deney ve kontrol bitkileri hormon ve protein analizlerine tabi tutulmuştur. Ayrıca uygulama yapılan fidelerin pigment miktarları kontrolleriyle mukayeseli olarak tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlara göre, CO' in 75, 150 ve 300 ppm' lik konsantrasyonları tohumların çimlenmelerini etkilememiştir. 600 ppm' lik konsantrasyon tohumların çimlenmelerini az da olsa engellemiştir. Fakat 1200 ppm' lik CO konsantrasyonu çimlenmeyi önemli oranda etkilemiş, 1600 ppm' lik konsantrasyon ise gerek buğday ve gerekse hıyar tohumlarında çimlenmeyi irreverzibil olacak şekilde tamamen durdurmuştur.

Yapılan hormon analizleri sonucunda, CO gazı uygulanarak (1600 ppm) çimlenmesi tamamen engellenmiş tohumlarda auksin, gibberellin ve sitokinin sentezlerinin normal tohumlardaki düzeylerine yakın seviyelerde olduğu, ancak inhibitör maddeler (ABA) düzeyinde kısmi bir artışın meydana geldiği görülmüştür. Karbon monoksit (CO) gazı uygulanmış (75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) ve uygulanmamış hıyar fidelerinde protein ve pigment analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda CO gazının artan konsantrasyonlarına bağlı olarak protein miktarında önemli düzeyde azalma tespit edilmiştir. Klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarlarında belirgin bir azalış gözlenirken, karotenoid miktarında artış olmuştur.

ANAHTAR KELİMELEER: Karbon monoksit, çimlenme, fide büyümesi, bitki hormon, protein analizi, pigment analizi.

SUMMARY

PhD Thesis

SOME PHYSIOLOGICAL EFFECTS OF CARBON MONOXIDE (CO) ON CUCUMBER (*Cucumis sativus*)
AND WHEAT (*Triticum aestivum*) PLANTS AND INVESTIGATION OF BIOCHEMICAL RELATIONS OF
THESE EFFECTS

Yaşar KIRAN

Firat university

Graduate School of Natural Applied Sciences

Department of Biology

2000, Page: 83

In this study, changes related to the growth of seedling and germination of cucumber on (*Cucumis sativus*) and wheat (*Triticum aestivum*) plants caused by carbon monoxide were determined parametrically. After that, metabolic side of this phenomenonons were tried to be enlightened by biochemical analysis. For this, test and control plants were subjected to the hormone and protein analysis. However, the pigment amount of experimental plants were obtained by comparing them with control plants. According to the results obtained, concentrations of CO in 75, 150 and 300 ppm did not effect the germination of the seeds The 600 ppm CO concentration was effected the seed germination at a low ratio. The germination was effected at an important level by 1200 ppm CO concentration. Germination of both wheat and cucumber seeds were entirely stopped in 1600 ppm CO concentration irreversibly.

As a result of hormone analysis, in the seeds inhibited by the application of CO (1600 ppm), auksin, gibberelline and cytochinine synthesis were seen to be closer to the level in normal seeds. But a relative increasment was observed at inhibitor substance level.

Protein and hormon analyses were done on both CO gas applied and unapplied cucumber seedlings. According to the results of this analysis, a decreasement was observed in the amount of the protein depending on the increasing concentrations of CO gas. Carotenoid amount was increased while chlorophyll a chlorophyll b, and total chlorophyll amounts were decreased dramatically.

Key words: Carbon Monoxide, germination, seedling growth, plant hormone, protein analysis, pigment analysis.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma konusunu veren ve çalışmalarım süresince yardımlarını esirgemeyen tez yöneticim Sayın Prof. Dr. Dursun ÇOBANOĞLU' na, laboratuvar imkanları konusunda yardımlarını esirgemeyen bölüm başkanımız Sayın Doç. Dr. Kazım BİTMİŞ' e ve çalışmalarımı yönlendirip büyük katkılarda bulunan Sayın Yrd. Doç. Dr. Ömer MUNZUROĞLU' na teşekkürü bir borç bilirim.

Yaşar KIRAN



İÇİNDEKİLER

	SAYFA
ÖZET	I
SUMMARY	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
TABLolar LİSTESİ	XII
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ	XIII
1.GİRİŞ	1
2.MATERYAL ve METOD	20
2.1.Materyalin Temini.....	20
2.2.Karbon Monoksit (CO) Gazının Çimlenme Üzerine Etkileri.....	20
2.3.Karbon Monoksit (CO) Gazının Koleoptil, Hipokotil ve Kök Büyümesi Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması.....	22
2.4.Koleoptil Parçacıklarının Büyümeleri Üzerinde Karbon Monoksit (CO) Gazı IAA Etkileşiminin Araştırılması.....	22
2.5.Hipokotil Büyümesi Üzerine Karbon Monoksit (CO)	

Gazı-Hormon Etkileşiminin Araştırılması.....	24
2.6.Karbon Monoksit (CO) Gazının Çimlenmekte Olan Buğday Tohumlarındaki İçsel Hormon Sentezi Üzerine Etkilerinin Araştırılması.....	26
2.6.1.Hormon Ekstraksiyon İşlemi.....	26
2.6.2. Biyolojik Testler.....	28
2.6.2.1.Buğday Koleoptili Parçacığı Dik Büyüme Testi.....	28
2.6.2.2.Marul Hipokotili Büyüme Testi.....	29
2.6.2.3. Turp Kotiledon Genişleme Testi.....	30
2.6.2.4. ABA' in spektrofotometrik Yöntemle Belirlenmesi.....	30
2.7. Toplam Protein Miktarının Lowry Metodu ile Saptanması.....	30
2.8.Klorofil ve Karotenoid Tayini.....	32
3.SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	35
3.1. Karbon Monoksit (CO) Gazının, Tohum Çimlenmesi ve Dıştan Uygulanan Büyüme Maddeleri arasındaki İlişkiler.....	35
3.2. Karbon Monoksit (CO) Gazının Kök, Koleoptil veya Hipokotil Büyümesi Üzerindeki Etkileri.....	38
3.3. Hipokotil Büyümesi Üzerinde Karbon Monoksit (CO)	

Gazı-Hormon Etkileşimi.....	46
3.4. Koleoptil Parçacıklarının Büyümeleri Üzerinde Karbon Monoksit (CO) Gazı IAA Etkileşimi.....	54
3.5. Karbon Monoksit (CO) Gazının İçsel Hormon Sentezi Üzerindeki Etkiler.....	61
3.5.1. Karbon Monoksit (CO) Gazının İçsel IAA ve ABA Sentezi Üzerindeki Etkileri.....	61
3.5.2. Karbon Monoksit (CO) Gazının İçsel Gibberellin Sentezi Üzerindeki Etkileri.....	66
3.5.3. Karbon Monoksit (CO) Gazının İçsel Sitokinin Sentezi Üzerindeki Etkileri.....	68
3.6. Karbon Monoksit (CO) Gazının Toplam Protein Miktarı Üzerine Etkisi.....	70
3.7. Karbon Monoksit (CO) Gazının Klorofil a, Klorofil b, Toplam Klorofil ve Karotenoidler Üzerine Etkisi.....	72
4.KAYNAKLAR.....	79

ŞEKİLLER LİSTESİ

SAYFA

Şekil 1.1. Atmosferdeki Karbon Monoksitin Gazının Meydana Geldiği Başlıca Kaynakları.....	12
Şekil 3.2.1. Çimlenme ve Gelişme Ortamlarına CO Gazı (75, 150, 300, 600, 1200 ppm) İçeren ve İçermeyen (Kontrol) Buğday Fidelerinin 72 Saat Sonra Ölçülen Kök ve Koleoptil Uzunlukları.....	40
Şekil 3.2.2. Çimlenme ve Gelişme Ortamları CO Gazı (75, 150, 300, 600, 1200 ppm) İçeren ve İçermeyen (Kontrol) Hıyar Fidelerinin 72 Saat Sonra Ölçülen Kök ve Hipokotil Uzunlukları.....	43
Şekil 3.3.1. Tohumları Islatmadan 48 Saat Sonra 75 Ppm Karbon Monoksit Gazı Verilen (DK1, DK2, D1 ve D2) ve Bundan 24 Saat Sonra Kotiledon Yapraklarına GA ₃ Uygulanan (K1, DK1 ve D1) ve Uygulanmayan (K2, DK2 ve D2) Hıyar Fidelerinin GA ₃ Uygulamasından 48 Saat Sonraki Hipokotil Boylarının Kontrol Bitkileri (K1 ve K2) İle Mukayeseli Ölçüm Sonuçları.....	48
Şekil 3.3.1. Tohumları Islatmadan 48 Saat Sonra 75 Ppm Karbon Monoksit Gazı Verilen (DK1, DK2, D1 ve D2) ve Bundan 24 Saat Sonra Kotiledon Yapraklarına GA ₃ Uygulanan (K1, DK1 ve D1) ve Uygulanmayan (K2, DK2 ve D2) Hıyar Fidelerinin GA ₃ Uygulamasından 48 Saat Sonraki Hipokotil Boylarının Kontrol Bitkileri (K1 ve K2) İle Mukayeseli Ölçüm Sonuçları.....	49

- Şekil 3.3.3.** Tohumları Islatmadan 48 Saat Sonra 300 ppm Karbon Monoksit Gazı Verilen (DK1, DK2, D1 ve D2) ve Bundan 24 Saat Sonra Kotiledon Yapraklarına GA₃ Uygulanan (K1, DK1 ve D1) ve Uygulanmayan (K2, DK2 ve D2) Hıyar Fidelerinin GA₃ Uygulamasından 48 Saat Sonraki Hipokotil Boylarının Kontrol Bitkileri (K1 ve K2) İle Mukayeseli Ölçüm Sonuçları.....50
- Şekil 3.3.4.** Tohumları Islatmadan 48 Saat Sonra 600 Ppm Karbon Monoksit Gazı Verilen (DK1, DK2, D1 ve D2) ve Bundan 24 Saat Sonra Kotiledon Yapraklarına GA₃ Uygulanan (K1, DK1 ve D1) ve Uygulanmayan (K2, DK2 ve D2) Hıyar Fidelerinin GA₃ Uygulamasından 48 Saat Sonraki Hipokotil Boylarının Kontrol Bitkileri (K1 ve K2) İle Mukayeseli Ölçüm Sonuçları.....51
- Şekil 3.3.5.** Tohumları Islatmadan 48 Saat Sonra 1200 ppm Karbon Monoksit Gazı Verilen (DK1, DK2, D1 ve D2) ve Bundan 24 Saat Sonra Kotiledon Yapraklarına GA₃ Uygulanan (K1, DK1 ve D1) ve Uygulanmayan (K2, DK2 ve D2) Hıyar Fidelerinin GA₃ Uygulamasından 48 Saat Sonraki Hipokotil Boylarının Kontrol Bitkileri (K1 ve K2) İle Mukayeseli Ölçüm Sonuçları.....52
- Şekil 3.3.6.** Tohumları Islatmadan 48 Saat Sonra 1600 Ppm Karbon Monoksit Gazı Verilen (DK1, DK2, D1 ve D2) ve Bundan 24 Saat Sonra Kotiledon Yapraklarına GA₃ Uygulanan (K1, DK1 ve D1) ve Uygulanmayan (K2, DK2 ve D2) Hıyar Fidelerinin GA₃ Uygulamasından 48 Saat Sonraki Hipokotil Boylarının Kontrol Bitkileri (K1 ve K2) İle Mukayeseli Ölçüm Sonuçları.....53
- Şekil 3.4.1.** Atmosferlerinde CO Gazı Bulunan (75 ppm) ve Bulunmayan (Kontrol) Kabinlerde, Çeşitli Konsantrasyonlardaki IAA Çözeltileri ve Saf Su İçerisinde Bekletilen Koleoptil

Parçacıklarının 18 Saat Sonra Ölçülen Uzunlukları.....	55
Şekil 3.4.2. Atmosferlerinde CO Gazı Bulunan (150 ppm) ve Bulunmayan (Kontrol) Kabinlerde, Çeşitli Konsantrasyonlardaki IAA Çözeltileri ve Saf Su İçerisinde Bekletilen Koleoptil Parçacıklarının 18 Saat Sonra Ölçülen Uzunlukları.....	56
Şekil 3.4.3. Atmosferlerinde CO Gazı Bulunan (300 ppm) ve Bulunmayan (Kontrol) Kabinlerde, Çeşitli Konsantrasyonlardaki IAA Çözeltileri ve Saf Su İçerisinde Bekletilen Koleoptil Parçacıklarının 18 Saat Sonra Ölçülen Uzunlukları.....	57
Şekil 3.4.4. Atmosferlerinde CO Gazı Bulunan (600 ppm) ve Bulunmayan (Kontrol) Kabinlerde, Çeşitli Konsantrasyonlardaki IAA Çözeltileri ve Saf Su İçerisinde Bekletilen Koleoptil Parçacıklarının 18 Saat Sonra Ölçülen Uzunlukları.....	58
Şekil 3.4.5. CO Gazı Bulunmayan Atmosferde Çimlendirilip, Fide Büyümesinin Belirli Bir Aşamasından Sonra 600 ppm CO Gazına Maruz Bırakılan (AK ve A) ve Bırakılmayan (Kontrol) Buğday Fidelerinden Alınan Koleoptil Parçacıklarının, Temiz Atmosferde (Kontrol ve AK) veya CO Gazı içeren (600 ppm) Atmosferde (A) Değişik Konsantrasyonlardaki IAA Çözeltileri ve Saf Suyu Karşı 18 Saat Sonra Gösterdikleri Büyüme Davranışları.....	59
Şekil 3.5.1.1. Karbon Monoksit Gazı Uygulanmamış Buğday Tohumlarından Elde Edilen Etanol Ekstraktının Etil Asetat Fazının Kağıt Kromatografisi İle Ayrıştırılması Sonunda Buğday Koleoptili Dik Büyüme Biyotesti İle Ölçülen IAA ve ABA Aktiviteleri.....	63

Şekil 3.5.1.2. Karbon Monoksit Gazı Uygulanması İle Çimlenmesi

Engellenmiş Buğday Tohumlarından Elde Edilen Etanol
Ekstraktının Etil Asetat Fazının Kağıt Kromatografisi İle
Ayrıştırılması Sonunda Buğday Koleoptili Dik Büyüme
Biyotesti İle Ölçülen IAA ve ABA Aktiviteleri.....64

Şekil 3.5.1.3. Karbon Monoksit Gazı Uygulanması İle Çimlenmesi

Engellenmiş ve Karbon Monoksit Gazı Uygulanmamış
Tohumlardan Elde Edilen Etanol Ekstraktının Etil asetat Fazının
İnce Tabaka Kromatografisi Sonunda ABA' e Tekabül Eden
Bölgenin Metanol Eluatında Ölçülen Absorban Değerleri.....65

Şekil 3.5.2.1. Karbon Monoksit Gazı Uygulanmamış Buğday

Tohumlarından Elde Edilen Etanol Ekstraktının Etil Asetat
Fazının İnce Tabaka Kromatografisi İle Ayrıştırılması Sonunda
Marul Hipokotili Büyüme Biyotesti İle Ölçülen
Gibberellin Aktiviteleri.....66

Şekil 3.5.2.2. Karbon Monoksit Gazı Uygulanması (1600 ppm) İle

Çimlenmesi Engellenmiş Buğday Tohumlarından Elde Edilen
Etanol Ekstraktının Etil Asetat Fazının İnce Tabaka Kromatografisi
İle Ayrıştırılması Sonunda Marul Hipokotili Büyüme Biyotesti İle
Ölçülen Gibberellin Aktiviteleri.....67

Şekil 3.5.3.1. Karbon Monoksit Gazı Uygulanan (1600 ppm) ve

Uygulanmayan Buğday Tohumlarından Elde Edilen Etanol
Ekstraktının Etil Asetat İle Ayrıştırılması Sonunda Geriye Kalan
ve Bazik Maddeleri İçeren Su Fazlarında Turp Kotiledon
Genişleme Biyotesti İle Belirlenen Sitokinin Aktiviteleri.....69

Şekil 3.6.1. Standart Absorban Değerleriyle Elde Edilen Kalibrasyon Kurvesi.....	70
Şekil 3.6.2. Karbon Monoksit Gazı Uygulanan (75, 150, 300,600, 1200 ve 1600 ppm) ve Uygulanmayan Hıyar Fidelerinden Elde Edilen Protein Miktarları (mg/g).....	71
Şekil 3.7.1. Karbon Monoksit Gazı uygulanan (75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) ve Uygulanmayan (Kontrol) Ortamlarda 15 Saat Süreyle Gelişmeye Bırakılan Hıyar Fidelerinin Yapraklarında, Yaş Dokunun Gram Başına Miligram Olarak Hesaplanan Klorofil a Miktarları.....	74
Şekil 3.7.2. Karbon Monoksit Gazı uygulanan (75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) ve Uygulanmayan (Kontrol) Ortamlarda 15 Saat Süreyle Gelişmeye Bırakılan Hıyar Fidelerinin Yapraklarında, Yaş Dokunun Gram Başına Miligram Olarak Hesaplanan Klorofil b Miktarları.....	75
Şekil 3.7.3. Karbon Monoksit Gazı uygulanan (75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) ve Uygulanmayan (Kontrol) Ortamlarda 15 Saat Süreyle Gelişmeye Bırakılan Hıyar Fidelerinin Yaraklarında, Yaş Dokunun Gram Başına Miligram Olarak Hesaplanan Toplam Klorofil Miktarları.....	76
Şekil 3.7.4. Karbon Monoksit Gazı uygulanan (75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) ve Uygulanmayan (Kontrol) Ortamlarda 15 Saat Süreyle Gelişmeye Bırakılan Hıyar Fidelerinin Yapraklarında, Yaş Dokunun Gram Başına Miligram Olarak Hesaplanan Karotenoid Miktarları.....	77

TABLolar LİSTESİ**SAYFA**

Tablo 1.1. Her Yıl Atmosfere Verilen Karbon Monoksitin Kaynaklarına Göre Değerleri.....	13
Tabla 1.2. Ortamdaki CO Konsantrasyonunun İnsanlar Üzerindeki Etkiler.....	19
Tablo 3.1.1. Çimlenme Atmosferlerine CO Gazı Verilen ve Verilmeyen Buğday Tohumlarının Farklı Zamanlarda Belirlenen Çimlenme Yüzdeleri.....	35
Tablo 3.1.2. Çimlenme Atmosferlerine CO Gazı Verilen ve Verilmeyen Hıyar Tohumlarının Farklı Zamanlarda Belirlenen Çimlenme Yüzdeleri.....	35
Tablo 3.1.3. Çimlenme Ortamları 50 ppm Kinetin, 50 ppm Kinetin+50 ppm GA ₃ , 50 ppm GA ₃ ve Musluk Suyu İle Islatılan ve Çimlenme Atmosferine CO Gazı Uygulanan ve Uygulanmayan Buğday Tohumlarının 24 Saat Sonraki Çimlenme Yüzdeleri.....	37
Tablo 3.1.4. Çimlenme Ortamları 50 ppm Kinetin, 50 ppm Kinetin+50 ppm GA ₃ , 50 ppm GA ₃ ve Musluk Suyu İle Islatılan ve Çimlenme Atmosferine CO Gazı Uygulanan ve Uygulanmayan Hıyar Tohumlarının 24 Saat Sonraki Çimlenme Yüzdeleri.....	38

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ**SAYFA**

Fotoğraf 3.2.1. Çimlenme ve Gelişme Süresince Atmosferlerinde CO Gazı İçermeyen (Kontrol) ve 75 ppm CO Gazı İçeren (Deney) Kabinler İçerisinde Yetiştirilen Buğday Fidelerinin 72 Saat Sonraki Görünümleri.....	41
Fotoğraf 3.2.2. Çimlenme ve Gelişme Süresince Atmosferlerinde CO Gazı içermeyen (Kontrol) ve 600 ppm CO Gazı İçeren (Deney) Kabinler İçerisinde Yetiştirilen Buğday Fidelerinin 72 Saat Sonraki Görünümleri.....	41
Fotoğraf 3.2.3. Çimlenme ve Gelişme Süresince Atmosferlerinde CO Gazı İçermeyen (Kontrol) ve 1200 ppm CO Gazı İçeren (Deney) Kabinler İçerisinde Yetiştirilen Buğday Fidelerinin 72 Saat Sonraki Görünümleri.....	42
Fotoğraf 3.2.4. Çimlenme ve Gelişme Süresince Atmosferlerinde CO Gazı İçermeyen (Kontrol) ve 1600 ppm CO Gazı İçeren (Deney) Kabinler İçerisinde Yetiştirilen Buğday Fidelerinin 72 Saat Sonraki Görünümleri.....	42
Fotoğraf 3.2.5. Çimlenme ve Gelişme Süresince Atmosferlerinde 75 ppm CO Gazı İçeren (Deney) ve CO Gazı İçermeyen (Kontrol) Kabinler İçerisinde Yetiştirilen Hıyar Fidelerinin 72 Saat Sonraki Görünümleri.....	44
Fotoğraf 3.2.6. Çimlenme ve Gelişme Süresince Atmosferlerinde CO Gazı İçermeyen (Kontrol) ve 600 ppm CO Gazı İçeren (Deney) Kabinler İçerisinde Yetiştirilen Hıyar Fidelerinin 72 Saat Sonraki Görünümleri.....	44

Fotoğraf 3.2.7. Çimlenme ve Gelişme Süresince Atmosferlerinde CO Gazı İçermeyen (Kontrol) ve 1200 ppm CO Gazı İçeren (Deney) Kabinler İçerisinde Yetiştirilen Hıyar Fidelerinin 72 Saat Sonraki Görünümleri.....	45
Fotoğraf 3.2.8. Çimlenme ve Gelişme Süresince Atmosferlerinde CO Gazı İçermeyen (Kontrol) ve 1600 ppm CO Gazı İçeren (Deney) Kabinler İçerisinde Yetiştirilen Hıyar Fidelerinin 72 Saat Sonraki Görünümleri.....	45
Fotoğraf 3.3.1. Gelişmelerinin Belli Bir Aşamasından Sonra 300 ppm Karbon Monoksit Gazı İçeren (Deney) ve İçermeyen (Kontrol) Kabinlerde Yetiştirilen Hıyar Fidelerinin 96 Saat Sonraki Görünümleri.....	47
Fotoğraf 3.3.2. Tohumları Islatmadan 48 Saat Sonra 75 ppm Karbon Monoksit Gazı Verilen (DK1, DK2, D1 ve D2) ve Bundan 24 Saat Sonra Kotiledon Yapraklarına GA ₃ Uygulanan (K1, DK1 ve D1) ve Uygulanmayan (K2, DK2 ve D2) Hıyar Fidelerinin GA ₃ Uygulamasından 48 Saat Sonraki Görünümleri.....	48
Fotoğraf 3.3.3. Tohumları Islatmadan 48 Saat Sonra 150 ppm Karbon Monoksit Gazı Verilen (DK1, DK2, D1 ve D2) ve Bundan 24 Saat Sonra Kotiledon Yapraklarına GA ₃ Uygulanan (K1, DK1 ve D1) ve Uygulanmayan (K2, DK2 ve D2) Hıyar Fidelerinin GA ₃ Uygulamasından 48 Saat Sonraki Görünümleri.....	49
Fotoğraf 3.3.4. Tohumları Islatmadan 48 Saat Sonra 300 ppm Karbon Monoksit Gazı Verilen (DK1, DK2, D1 ve D2) ve Bundan 24 Saat Sonra Kotiledon Yapraklarına GA ₃ Uygulanan (K1, DK1 ve D1) ve Uygulanmayan (K2, DK2 ve D2) Hıyar Fidelerinin	

GA ₃ Uygulamasından 48 Saat Sonraki Görünümleri.	50
Fotoğraf 3.3.5. Tohumları Islatmadan 48 Saat Sonra 600 ppm Karbon Monoksit Gazı Verilen (DK1, DK2, D1 ve D2) ve Bundan 24 Saat Sonra Kotiledon Yapraklarına GA ₃ Uygulanan (K1, DK1 ve D1) ve Uygulanmayan (K2, DK2 ve D2) Hıyar Fidelerinin GA ₃ Uygulamasından 48 Saat Sonraki Görünümleri.....	51
Fotoğraf 3.3.6. Tohumları Islatmadan 48 Saat Sonra 1200 ppm Karbon Monoksit Gazı Verilen (DK1, DK2, D1 ve D2) ve Bundan 24 Saat Sonra Kotiledon Yapraklarına GA ₃ Uygulanan (K1, DK1 ve D1) ve Uygulanmayan (K2, DK2 ve D2) Hıyar Fidelerinin GA ₃ Uygulamasından 48 Saat Sonraki Görünümleri.....	52
Fotoğraf 3.3.7. Tohumları Islatmadan 48 Saat Sonra 1600 ppm Karbon Monoksit Gazı Verilen (DK1, DK2, D1 ve D2) ve Bundan 24 Saat Sonra Kotiledon Yapraklarına GA ₃ Uygulanan (K1, DK1 ve D1) ve Uygulanmayan (K2, DK2 ve D2) Hıyar Fidelerinin GA ₃ Uygulamasından 48 Saat Sonraki Görünümleri.....	53
Fotoğraf 3.4.1. Atmosferlerinde 75 ppm CO Gazı Bulunan (Deney) ve Bulunmayan (Kontrol) Kabinlerde, Çeşitli Konsantrasyonlardaki IAA Çözeltileri ve Saf Su İçerisinde Bekletilen Koleoptil Parçacıklarının 18 Saat Sonraki Görünümleri.....	60
Fotoğraf 3.4.2. Atmosferlerinde 150 ppm CO Gazı Bulunan (Deney) ve Bulunmayan (Kontrol) Kabinlerde, Çeşitli Konsantrasyonlardaki IAA Çözeltileri ve Saf Su İçerisinde Bekletilen Koleoptil Parçacıklarının 18 Saat Sonraki Görünümleri.....	60

Fotoğraf 3.4.3. Atmosferlerinde 600 ppm CO Gazı Bulunan (Deney) ve Bulunmayan (Kontrol) Kabinlerde, Çeşitli Konsantrasyonlardaki IAA Çözeltileri ve Saf Su İçerisinde Bekletilen Koleoptil Parçacıklarının 18 Saat Sonraki Görünümleri.....	61
---	----

Fotoğraf 3.5.3.1. Turp Kotiledonlarının, Karbon Monoksit Gazı İle Muamele Edilen (Deney Grubu) ve Edilmeyen (Kontrol Grubu) Buğday Tohumlarından Elde Edilen Etanol Ekstraktının Su Fazlarında ve 500 Lüks Işık Altında 60 Saat Sonra Saptanan Durumları.....	68
--	----



1.GİRİŞ;

Varoluşundan beri doğanın kurallarına uymayıp, onu kendi kurallarıyla yönetmeye çalışan insanoğlu, ateşi bulduğu döneme kadar yeryüzünde çok küçük değişmelere neden olduğu halde, ateşin bulunuşuyla birlikte doğayı kendi çıkarları doğrultusunda değiştirme yolunda önemli bir silah elde etmiştir. Doğayı kontrol altına alma hevesi, sürekli kendini yenileme ve daha iyiye ulaşma çabaları; önceleri tükenmesini yada bozulmasını hiç önemsemediği doğal kaynakların büyük bir hızla tahrip edilmesine sebep olmuştur.

Bu gelişmelere paralel olarak bitki örtüsüne çeşitli nedenlerle büyük zararlar verilmiş, hava, su ve toprağı kirleterek ekosistemi bütünüyle tehdit eder hale gelmiştir. Bir başka ifadeyle insanoğlu doğanın, çok uzun bir zaman sürecinde kurduğu dengeyi, teknolojisi ve atıklarıyla bozmaya başlamıştır. Yeryüzünün varoluşundan beri pek çok değişime sahne olan doğal dengeler, bundan böyle antropojenik faaliyetlerin olumsuz etkileriyle karşı karşıya kalmıştır. Böylece ögeleri arasında çok hassas ve kompleks ilişkiler bulunan ekosistem zinciri kısa veya uzun vadede bozulmaya başlamıştır.

Çevreyi bir ilişkiler zinciri olarak düşünmeksizin kullanmak, ekoteknolojilerin kullanımının yaygın olmayışı, ekonomik ve sosyal yapıdaki dengesizlikler, eğitim yetersizliği, kanun veya yönetmeliklerin eksikliği veya uygulama noksanlıkları çözüm üretecek çevrelerle, bunları uygulayacak kuruluşların aralarında koordinasyon olmayışı ve ekolojinin ekonomik menfaatlerin çok gerisinde bırakılması günümüz çevre sorunlarının başlıca nedenleri olarak sayılabilir.

Çevreyi oluşturan temel unsurlardan hava, su ve toprak arasında bir denge bulunmaktadır. Bu denge sonucu canlılar normal gelişim süreçlerini herhangi bir aksaklık göstermeden bu ortamlarda devam ettirmektedirler. Bu ortamlar için yabancı olan maddelerle, ortamda bulunup da konsantrasyonları alışılmış değerlerin

üzerine çıkan maddeler belirli sınırlardan sonra “ Kirletici “ olarak nitelendirilirler. Hava, su ve topraktan oluşan biyosferde çok yönlü karşılıklı bir etkileşim bulunmaktadır. Bu nedenle bu ortamlardan her hangi birinde meydana gelen kirlenme diğer ortamlara da taşınmakta ve orada da zararlı olabilmektedir. Doğal nitelikli olaylar hariç tutulduğunda çevre kirliliğinin insanların doğrudan veya dolaylı etkileri sonucu ortaya çıktığı bilinmektedir. Kentsel yerleşim, endüstri ve tarım faaliyetleri üç büyük alıcı ortam olan hava, su ve toprağı olumsuz bir şekilde etkilemektedir (Çelik, 1993).

Kirlenme, kendisini daha çok nüfus yoğunluğu fazla ve sanayi kuruluşlarınca zengin şehirlerimiz ve çevrelerinde belli ederken, belli noktalarda da, örneğin bir sanayi kuruluşunun kırsal bir alanda tek başına sorumlu olarak bulunduğu yerlerde de, günlük bir problem haline gelebilmektedir.

Çevre sorunlarının en önemlilerinden biri de insanların, hayvanların ve bitkilerin ortak olarak teneffüs ettikleri, varoluşlarını ve gelişmelerini borçlu oldukları havanın kirlenmesidir.

Hava kirlenmesi denince akla troposfer gelir. Troposfer antropojenik ve doğal faaliyetlerin içinde gerçekleştiği atmosferin en küçük hacimli ve toprağı saran tabakasıdır. Antropojenik ve doğal faaliyetler sonucu bu tabakaya birtakım yabancı maddeler karışır. Karışan bu yabancı maddelerin konsantrasyonlarının canlılar üzerinde ölçülebilir bir değişiklik meydana getirebilecek düzeye ulaşmasına hava kirliliği denir. Kirlenme, partiküllerden (çok küçük katı parçacıkları ve çok küçük sıvı parçacıkları) ve gazlardan veya bunların karışımlarından ileri gelir. Meteorolojik olaylar, kirleticileri atmosferde enine ve boyuna olarak çeşitli yönlerde dağıtır. Enine dağıtımlar bazen on binlerce kilometreyi bulabilir. Ancak boyuna dağılımlar oldukça sınırlı olup yaklaşık 25-30 km kadardır. Çünkü, atmosfer olayları bu kısımda yoğunlaşmıştır. Atmosfer bütün kirleticilerin (özellikle gazların ve partiküllerin) atılabileceği veya depolanabileceği sonsuz bir boşluk veya çöplük değildir. Onun da belli bir fiziksel ve kimyasal kapasitesi vardır. Esas kirlenme troposfer tabakasında meydana geldiğine göre bu tabakadan sızan gazlar bunun hemen üzerindeki stratosfer tabakasının da bir miktar kirlenmesine neden olur.

Böyle bir kirlenme canlıları doğrudan etkilemezse de, dolaylı olarak etkiler. Çünkü ozon tabakası atmosferin bu kısmında bulunur ve ozon, kirlenmenin etkisiyle parçalanır (Gündüz, 1994).

Hava kirlenmesi, ana kaynağı yanma olayı olan modern hayatın getirdiği problemlerden birisidir. Dünyadaki enerjinin % 30' u hidrolik ve nükleer santrallerden, geriye kalan % 70' lik bölümü ise fosil yakıt adı verilen kömür, petrol, gaz ve gaz buharının sentetik türevlerinin yakılması ile elde edilmektedir.

Bugün taşıtlardan, güç santrallerinden, endüstriyel kuruluşlardan, meskenlerden, katı atıkların yakılmasından ve diğer kaynaklardan meydana gelen kirleticilerin önemli olanlarını altı grupta toplayabiliriz.

Karbon oksitler

Azot oksitler

Kükürtlü bileşenler

Hidro karbonlar

Aldehitler

Partiküller

Kirleticileri ayrıca primer ve sekonder olarak da sınıflandırabiliriz. Kaynaklardan doğrudan doğruya çıkan bileşenlere primer kirleticiler, atmosferde sonradan oluşan kirleticiler bileşenlere ise sekonder kirleticiler adı verilir.

Hava kirlenmesine sebep olan gaz kirleticiler, normal sıcaklık ve basınç altında gaz formunda bulunan maddeler ile normal basınç ve sıcaklık altında katı veya sıvı halde bulunan maddelerin buharlarından meydana gelir. Gaz halindeki kirleticilerden en önemlileri;

Karbon monoksit (CO),

Hidro karbonlar (HC) ve Halo karbonlar (XC)

Hidrojen sülfür (H_2S),

Azot oksitler (NO_x),

Kükürt dioksit (SO_2)

Ozon (O_3) ve diğer oksitleyicilerdir.

Bu tür zararlı maddeler atmosfere karıştıktan sonra, rüzgarların ve diğer meteorolojik olayların etkisiyle arazinin topoğrafik yapısına bağlı olarak çok uzak mesafelere taşınmakta, bir ülkeden başka bir ülkeye geçmekte ve böylece kirli havanın etki ve zarar alanı genişlemektedir (Müezzinoğlu, 1987).

Hava kirliliği üzerinde yapılan çalışmalara genel olarak bakıldığında, insan ve hayvan sağlığı üzerine etkileri konusunda yapılan araştırmaların veya şikayetlerin ön planda yer aldığı görülmektedir. Ancak bitki sağlığı üzerine çevre kirliliğinin veya daha dar anlamda hava kirliliğinin olumsuz etkileri henüz yeterince araştırılmamıştır.

Bu konuda yapılan sınırlı sayıdaki araştırmalardan elde edilen verilere göre polutantlar, bitkiler için toksik maddeler olmakla beraber ancak belli bir doza ulaşınca bitkileri etkileyebilmektedirler. Polluantlar bitkilere ya yakıcı olarak etki yaparlar, örneğin; asitler gibi, ya da özümleme, solunum ve terleme gibi hayati olaylarını aksatmak suretiyle bitki yaşamını tehdit ederler. Bunun sonucu olarak da önce bitkilerde büyüme ve gelişme duraklar, sonra belirtiler ortaya çıkar. Şayet bitkinin bünyesi toksikanta dayanıklı ise ya da toksikantın dozu düşükse, bitki tolerans gösterir ve bir süre dayanır, hiçbir belirti göstermez. yani dıştan bakıldığında hasta olduğu anlaşılmaz. Toksikant madde devam ettiği sürece, bitki düzelemeden canlılığını sürdürür. Ancak bu bitki hastalanmaya başlar, büyümede geri kaldığı gibi, ürün vermede de geri kalır. Böyle hallerde bir madde bitki üstüne toksikant etki yapmaktadır. Bu etkiye kronik etki denir. Şayet toksin etkisi kuvvetli ya da dozu yüksek ise bitkide zarar birden oluşur. Belirtiler meydana çıkar ve kolayca görülür. Bu tip zarara da akut zarar denir. Akut zararları diyagnostik olarak tanımlamak kolaydır. Ancak, kronik zararları pratik olarak tanımlamak güçtür (Cireli, 1973).

Genel olarak hava kirliliğine yol açan ve yapraklar aracılığıyla bitkiye giren gazlardan önemli olanlarını ve meydana getirdiği zararları şöyle özetleyebiliriz.

Oksidantlar; Atmosferde nitrojen oksitlerle taşıt eksozlarından çıkan hidro karbonların kimyasal reaksiyonu sonucu oluşan ürünlere oksidant adı verilmektedir. Oksidantlar, içinde fitotoksik etkisi olan üç toksik bileşik bulunmaktadır. Bunlar;

nitrojen oksitler, ozon ve peroksiasetil nitrat' tır. Ozon normal olarak atmosferde bulunan ve konsantrasyonu 20-40 ppm olan bir gazdır. Stomalar yolu ile bitkiye giren ozon mezofil hücrelerinde zarara yol açar. Özellikle palizat hücreleri ozona karşı çok hassastır. Ozon zararına uğrayan geniş yapraklı bitkilerde yaprakların üst kısmında kırmızı-kahverengi lekeler oluşur. Neticede yapraklarda kloroz ve çabuk yaşlanma görülür. Buğdaygillerde nekrotik lekeler, bazen de büyük lezyonlar ortaya çıkabilmektedir. İğne yapraklılarda ise kahverengi, sarımsı kahverengi nekrotik lekeler özellikle yaprak uçlarında görülmektedir. Yulaf, patates, soya fasulyesi, tütün, domates ve çam ozona karşı hassas, portakal, nane, biber ve çeltik gibi bitkiler ise ozona karşı dayanıklıdır (Heck ve Brandt, 1977; Öztürk ve Seçmen, 1981). Ozon bir çok bitkide stomaların kapanmasına yol açmaktadır. Diğer taraftan ozon bitkilerde net fotosentezi azaltabilmektedir. Ancak net fotosentezdeki bu azalmanın stoma kapanmasından mı ileri geldiği henüz tam olarak bilinmemektedir (Reich ve diğ., 1986). 0.01-0.13 $\mu\text{L/L}$ arasında değişen ozon konsantrasyonlarının soya fasulyesinde net fotosentezi azalttığı ve bu durumun soyada önemli verim kayıplarına neden olduğu saptanmıştır (Heck ve diğ., 1982). A.B.D.' de ozonun belli başlı tarımsal ürünlerde yılda yaklaşık 3-4 milyar dolarlık ürün kaybına neden olduğu bilinmektedir (Heagle ve diğ., 1986). 0.026-0.104 $\mu\text{L/L}$ arasında değişen ozon konsantrasyonlarının pamukta, konsantrasyon arttıkça kütlü verim, çığır iriliği, yağ oranı ve lif kalite indekslerinin azalmasına yol açtığı da saptanmıştır. Ozon ile muamele gören limon meyvelerinde (1,2 ppm de 1,5 saat) % 26, ozonlu heksen gazında ise aynı meyvelerde solunum (0,2 ppm 15 saat) % 50 oranında artmıştır. Ozonlu heksen ile fasulyelerde yapılan denemelerde fasulyeler kontrollere nazaran 4 defa daha fazla solunum yapmışlardır. Fasulye gibi patateslerde de aynı sonuç alınmıştır. Bu deneylerde hücrelerin semipermeabilitesi bozulmuş ve su ihtiyaçları % 30 artmıştır. Fakat turuncgillerde aynı konsantrasyonda solunum ve özümleme zararları meydana gelmemiştir. 1 ppm Ozonlu heksen gazına 4 saat süreyle maruz kalan fasulyede klorofil miktarı % 4, 24 saat süreyle maruz bırakılan aynı bitkide % 49 oranında bir azalma kaydedilmiş ayrıca fasulyelerin büyümesini duraklattığı da görülmüştür (Todd, 1957). Ozonlu olefinin de fasulyelerde hızlı bir reaksiyon yarattığı ve milyonda birlik miktarı dahi birkaç dakikada zarar yaptığı saptanmıştır (Darley ve diğ., 1956).

Peroksiasetil Nitrat (PAN)' ın kaynakları ozon ile benzerlik göstermektedir. PAN zararına uğramış geniş yapraklı bitkilerde yaprakların alt kısımlarında parlak, gümüş renkli veya bronz renkli lekeler ortaya çıkar. Bitkilerde yaprak dökümü ve erken yaşlanma görülür. Buğdaygillerde; düzensiz, sarımsı veya sarımsı kahverengi lekeler oluşur. İğne yapraklılarda ise kloroz ortaya çıkar. Marul ve soya fasulyesi gibi hassas bitkilerde 0.01-0.05 ppm' lik konsantrasyonlar semptomların ortaya çıkması için yeterlidir. Kabak, mısır, buğday ve menekşe gibi bitkiler ise aynı konsantrasyonlardan etkilenmezler. Yüksek ışık şiddetinde PAN zararı artış göstermektedir. PAN, bir oksidant olması nedeniyle bitkide solunumu artırmakta ve redüktif fotosentez olaylarını engellemektedir (Middleton ve diğ., 1950).

Bitki örtüsü üzerinde nitrojen oksitler tarafından yapılan şiddetli zarar bir kaç saat süre ile 2-10 ppm arasındaki konsantrasyonlarda ortaya çıkmaktadır. 0.05 ppm düzeyindeki nitrojen oksit konsantrasyonunun etkisi altında uzun süre kalan bitkilerin büyümelerinde belirgin bir azalma olduğu gözlenmiştir. Türkiyede yapılan çalışmalarda nitrojen oksitlerin ortaya çıkardığı semptomların ozon semptomları ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Middleton ve diğ., 1950).

Floritler; Flor, yer kürede bol miktarda ve yaygın olarak bulunan bir elementtir. Tuğla fabrikaları, alüminyum, gübre, çelik ve diğer madde işleme fabrikalarında gaz veya partikül halinde atmosfere karışmaktadır. Atmosferdeki konsantrasyonu bölgelere göre farklılık göstermektedir. Endüstri bölgelerinde 0.2-2 ppb konsantrasyonlarında bulunmaktadır. Floritlerin bitkiler üzerine yaptıkları olumsuz etkileri şöyle sıralayabiliriz. Bitkilerde hidrojen florür semptomları bitki gruplarına göre farklılık göstermektedir. Buğdaygillerde yaprak uçlarında kahverengi yanıklar ortaya çıkar ve ölü dokular ile sağlam dokular bir birinden kesin sınırlarla ayrılır. Geniş yapraklı bitkilerde yaprak kenarlarında ve yaprak damar aralarındaki nekrozlarla kendini göstermektedir. İğne yapraklılarda ise, yaprak uçlarında yanıklar görülür. Gladiyol, kayısı, İtalyan eriği ve çam gibi bitkiler floride duyarlı bitkilerdir. Yonca, gül, tütün, pamuk ve domates gibi bitkiler ise floride dayanıklıdır. Florit yaprakta akümüle olduğu gibi aynı zamanda yaprak yüzeyinde de çözünebilir formda absorbe edilebilmektedir. Bu nedenle floridin bitki tarafından alımında stomaların açılıp kapanmasının önemi diğer gazlara göre daha

azdır. 10-50 ppm' lik florit konsantrasyonu bir çok bitki türünde net fotosentezi azaltmaktadır. Fasulye ve pancarda Hill reaksiyonunu da engellediği saptanmıştır (Lendizon and Unsworth, 1981). Floridin bitki fizyolojisi üzerindeki bu etkileri, yaprak büyüklüğünün azalmasına, çiçek ve meyve sayısına, dolayısıyla verim azalmasına neden olmaktadır. Püskül çıkma ile tozlanma arasındaki devrede florit etkisi altında kalan sorgum bitkilerinde tohum veriminin azalmasına, domates, soğan ve mısırdaki genetik anormalliklere neden olduğu belirlenmiştir (Heck ve Brandt, 1977).

Etilen; Egzoz gazında fazlaca bulunan ve bitki hormonu olarak da büyük bir önem taşıyan etilen gazının bitkilerde büyümeyi engellediği, etilen etkisine duyarlı bitkilerde; epinasti, renk kaybı, nekrozis, yaprak ve tomurcuk dökümü gibi olayların belirlenimi tipiktir (Beeveres, 1976).

Etilen genellikle senesens ve meyvelerin olgunlaşmasıyla ilgili bir hormondur. Eksojen olarak verildiği zaman (0.01-1.0 ppm) bitki kısımlarında absisyona sebep olur. Ayrıca, yaprakların sararmasına, anormalliklere, meyvelerin erken dökülmesine, anormal çiçek durumuna ve bazı bitkilerde epinastiye sebep olur (Ota, 1974., Ota ve diğ., 1976). Hava kirleticileri de senesens ve absisyon üzerinde etilen benzeri etkiler yaparlar. Bu yüzden kirletici zararları ile etilen arasında bir korelasyon vardır (Cracker, 1971., Tingey ve diğ., 1976., Bresson ve diğ., 1978). Ayrıca bitki 48 saat süre ile ozona maruz bırakıldığında etilen üretimi başlamaktadır (Uno ve Miyake, 1972). 10-34 ppm arasında ozona maruz bırakılan domates bitkisi yapraklarındaki epinastik hareketler etilen üretiminin artması sebebiyledir (Hodgeson ve diğ., 1973). Domates yapraklarında 10 ppm etilen, yaprak anomalileri yapmaktadır. Nergis ve lalelerin yapraklarında da biçimsizleşme ve kötü çiçek oluşumuna sebep olmaktadır (Beeveres, 1976).

Ağır Metaller; Ağır metaller denildiğinde; Cr, Cu, Hg, Ni, Pb ve Zn anlaşılmaktadır. Doğada mevcut olan bu metaller aslında belli bir doza kadar bitkiler için gerekli olup yüksek dozlarda zararlı etki gösterirler. Bu metallerin doğayı kirletecek doza erişmelerine, maden ocakları, maden işleme tesisleri ve çeşitli endüstriler neden olmaktadır.

Birçok bitki ağır metallere karşı hassastır ve stoma fonksiyonunda bozulma, fotosentez depresyonu, solunum bozukluğu ve büyüme azalması gösterirler. Ağır metallerin toksik etkileri yaşam için önemli enzimleri inaktif hale getirmeleri sonucu ortaya çıkmaktadır. Enzimlerin ağır metallere hassasiyeti elementlere özeldir. Örneğin; *Silene vulgaris* (Adi nakıl)' de nitrat redüktaz enzimi 0.001 mM' luk Cu konsantrasyonu ile % 50 engellenmesine karşılık, Cd ve Zn' nin 0.01 mM' luk konsantrasyonları aynı etkiyi gösterir. *Agrostis tenuis*, *Agrostis caina*, *Festuca ovina*, *Plantago lanceolata* ve *Silene vulgaris* türleri Zn, Cu, Cd ve Ni' e karşı kısmen dayanıklıdır. Bu türler 0.5-8 gr/kg kadar ağır metal alır ve depolayabilir. Bu değer bitkide normal konsantrasyonun 100-1000 katı kadardır (Larcher, 1980).

Partiküller; Hava kirlenmesine neden olan kaynaklardan birisi de gözle görülmeyecek küçüklükteki taneciklerdir. Bu partiküllerin kaynakları; buhar kazanları ve yanma ocaklarından çıkan dumanlar ve kimyasal reaksiyonlar sonucunda ortaya çıkan gazlardır. Bu parçacıklar çok sayıda ve hafif oluşları sebebiyle uzun süre atmosferde kalabilmekte ve yerleşim alanlarında atmosferdeki konsantrasyonları 50-500 gr/m³ arasında değişebilmektedir. Yol kenarları ve trafiğin yoğun olduğu alanlarda bu konsantrasyonlar daha da artabilmektedir. Bu partiküller yapraklarda birikerek, stomaların normal faaliyetlerini göstermemesine ve bunun sonucunda bitkinin su ekonomisi ve özümleme faaliyetlerinin bozulmasına, büyüme ve verim azalmasına neden olmaktadır. Çimento fabrikaları yakınlarında bulunan zeytin ağaçlarında verimin %55.6 azaldığı saptanmıştır (Öztürk ve Seçmen, 1981). Çimento tozlarının zeytinde polen çimlenmesini %25, polen boyunu ise %85 azalttığını saptamışlardır (Bilaloğlu ve Yürekli, 1982). Elma ağaçları ve fasulye bitkisi üzerinde yapılan çalışmalarda, çimento tozu etkisi altında bulunan bitkilerde gelişme geriliği, yaprak incilmesi, stomaların kapanması, üst epidermiste kalınlaşma ve mezofil dokusunda incelme gibi bir takım zararların ve ayrıca fasulye bitkisinde önemli oranda bitki boyunda azalma olduğu rapor edilmiştir (Katırcıoğlu ve İren, 1986).

Kükürt dioksit; Kükürt dioksitin doğal çevre üzerindeki en belirgin tahrip edici etkisi asit yağmurları yolu ile olmaktadır. Asit yağmurları, bitkilerin en önemli

organı olan ve fotosentez ile ham maddelerin üretildiği yapraklardaki mezofilin yapısını bozmakta, hücre çeperini parçalamakta, asimilasyon faaliyetini yavaşlatmakta ve durdurmakta, dolayısıyla bitkilerin büyümesini ve gelişmesini olumsuz yönde etkilemektedir. Diğer taraftan toprakta depolanan asitlerin etkisi ile besin maddelerinin dolaşımı engellenmekte ve dolaylı olarak beslenme yetersizliği ortaya çıkmaktadır. Ayrıca topraktaki zararlı ağır metallerin çözünmeleri sonucu kök sistemi zehirlenmektedir. Böylece bitkilerin metabolik faaliyetlerindeki bozukluklar sonucu bitkiler hastalanmaktadır. Hastalanmış bitkilerin; dona, zararlı böceklerle, kuraklığa ve mantarlara karşı dirençleri kırılmaktadır. Bu çok sayıda ve çeşitteki elementlerin birbirlerini güçlendiren etkileri ile meydana gelen hastalığa “kompleks orman hastalığı”, bu hastalığın sonucunda meydana gelen ölüme de “orman ölümleri” denilmektedir (Akalan, 1984).

Yaprak içine giren SO_2 oldukça toksik bir bileşik olan sülfite daha sonra da sülfata okside olmaktadır. Eğer stomalardan giren SO_2 konsantrasyonu fazla ise sülfitin sülfata oksidasyonu yavaş olmakta ve sülfid konsantrasyonunu arttırarak bitkide akut zararlara neden olmaktadır. Eğer havadaki SO_2 konsantrasyonu düşük ise hücrelerdeki sülfat konsantrasyonunu arttırmakta ve fazla miktarda sülfat birikmesi sonucu bitkide kronik zararlar ortaya çıkmaktadır. Geniş yapraklı bitkilerde SO_2 ' in akut zararı özellikle yaprak kenarlarının ve yaprak damar aralarının beyazlaşması şeklinde kendisini göstermektedir. Buna karşılık iğne yapraklılarda zarar gören dokular sarı kırmızı renk almaktadır. SO_2 ' in bitkilerdeki kronik zararlarında ise, yapraklar soluk, şekilleri küçük, bitkilerin boyları normalden kısa, meyveler küçük ve kalitesiz, ayrıca mezofil hücrelerindeki kloroplastların yok olmasından ileri gelen kloroz, klorofilin tahrip olmasına neden olmakta ve zarar gören yapraklar olgunlaşmadan dökülmektedir (Hatipoğlu, 1990). Yüksek SO_2 konsantrasyonunda yapraklardaki stomaların kapandığı, düşük konsantrasyonlarda ise stomaların açılmaya teşvik edildiği gözlenmiştir. Ayrıca SO_2 ' in hem C3 hem de C4 bitkilerinin fotosentez sistemlerinde CO_2 ' i fikse eden enzimlere bağlanma yeri açısından CO_2 ile rekabet edebileceği bilinmektedir. Bu durum solunumu teşvik ederek net fotosentezde azalmaya neden olmaktadır. SO_2 ' in bitkilerde zararlı olabileceği konsantrasyonlar çevre koşulları ve bitki türüne göre farklılık göstermektedir. 0.05 ppm den sonraki SO_2 konsantrasyonlarının bitkilere

zararlı olabileceği bildirilmiştir. Yapılan araştırmalarda; tütün, ceviz, fasulye, asma, fındık, yonca, salatalık, eğrelti otu, elma, arpa, buğday, pamuk ve kabakgıl bitkilerinin SO_2 ' e karşı hassas; mısır, meşe, akasya ve turuncgillerin ise dayanıklı olduğu saptanmıştır. Düşük SO_2 konsantrasyonlarının bazı bitkilerde büyümeyi ve verimi teşvik ettiği ve bu durumun toprağın düşük kükürt içermesinden ileri geldiği bilinmektedir. SO_2 ' in bazı bitki hastalıkları üzerinde, hastalığı azaltıcı yönde etki ettiği de bilinmektedir. Bu hastalıklar; pas, külleme, odun çürüklüğü, çamlarda ibre dökümü, akça ağaçlarda katran lekesi, elma kara lekesi, gülde siyah leke ve ağaçlarda kök çürüklüğüdür (Hatipoğlu, 1990).

Tez konusunun esasını oluşturan karbon monoksit (CO) gazı hakkında genel bilgiler ve meydana getirdiği zararları aşağıdaki başlıklar halinde özetlememiz mümkündür.

Karbon Monoksit (CO); Karbon monoksit (CO), atmosferde bulunan en yaygın ve en zararlı hava kirleticilerden birisidir. Kaynama sıcaklığı $-192\text{ }^{\circ}\text{C}$ dir. Renksiz ve yanıcı bir gazdır. Yanma ürünü karbondioksittir (CO_2). Yoğunluğu hava yoğunluğunun %96.5' i kadardır. Bu nedenle daha çok atmosferin alt tabakalarında bulunur (Gündüz, 1994).

Tabii koşullarda havada çok az miktarda olup bulunma miktarı 0,1-0,2 ppm' dir. Troposferin tümünde ortalama CO oranı 0,12 ppm' dir (Junge, 1971:Akman ve diğ. den, 1996). Kuzey yarım kürede 0,025 ppm Alaska' da 0,055-0,260 ppm (Cavenagh ve diğ., 1969:Akman ve diğ. den, 1996), Güney pasifikte 0,06 ppm CO tespit etmişlerdir (Robinson and Robbin, 1970).

Karbon Monoksit (CO) Gazının Kaynakları: Karbon monoksit, antropojenik ve doğal olmak üzere iki kaynaktan ortaya çıkar. Otomobil egzoz gazlarında önemli oranda karbon monoksit bulunur. Ayrıca yanmanın iyi olmadığı diğer bütün antropojenik aktiviteler sonucunda da (fabrika, gemi, lokomotif, kalorifer bacalarından) önemli oranda karbon monoksit çıkar ve atmosfere karışır. Böyle antrpojenik kaynaklardan CO meydana geldiği çok eskiden beri bilinmesine rağmen, doğal kaynaklardan CO meydana geldiğinin tespiti oldukça yenidir. 1972 yılına kadar doğal kaynaklardan atmosfere karışan CO in antropojenik

kaynaklardan atmosfere karışanlar yanında ihmal edilecek kadar az olduğu düşünülmekte ve kabul edilmekteydi . Fakat, 1972 yılından sonra yapılan çalışmalar bunun doğru olmadığını ve doğal kaynaklardan atmosfere büyük oranda CO karıştığını göstermiştir. Volkanizma, oksijensiz bazı fermentasyon çevreleri (bataklık, bentik yerler), troposferdeki bazı elektrik yüklerinin boşalması, orman yangınları, çalılıkların ya insanlar tarafından ya da kendiliğinden yanması CO' in başlıca kaynaklarını oluşturmaktadır (Gündüz, 1994).

Bununla beraber, deniz canlılarının CO' in tabii olarak oluşumuna etkileri olmaktadır. Gerçekten Kahverengi alg' ler veya *Fucus* (Esmer Alg) bu gazı üretmektedirler. *Neocystis* cinsi su yüzündeki kısımlarıyla 800 ppm CO üretir. Ayrıca *Physalia physalis* ve diğer *Siphonophora*' ların pnömatoforlarının içinde devamlı olarak çıkmaktadır (Bu hayvanlar pnömatoforları sayesinde okyanusların üzerinde yüzen Meduz' lar grubuna ait koloniler halinde yaşayan *Kinder*' ler dir, bunlar CO' ce zengin bir gaz çıkarırlar; bu gaz deri organının iç çeperindeki epitel doku tarafından çıkarılır) (Wittenberg,1960., Barham ve Wilton, 1964:Akman ve diğ. den, 1996).

Jaffe, (1970) CO' in çeşitli biyolojik kaynaklarını, bu gazın başlıca okyanuslardaki sularda doymuş halde bulunmasına bağlarlar (Akman ve diğ. den, 1996). Swinnerton ve diğ. (1970), CO' in tabii kaynağının başlıca okyanuslar olduğunu belirtmektedirler. Bu araştırmacılara göre okyanuslar yılda 9×10^6 ton CO üretmektedir. Bu miktar diğer teknolojik kaynakların % 5' ne karşılıktır (Akman ve diğ. den, 1996). Swinnerton ve diğ., deniz yüzeyindeki tabakalarda CO yoğunluğunun değişik olduğunu göstermişlerdir. Eğer okyanuslardaki sular bu gaz kaynağı gibi hareket etmiş olsalardı, normal miktarın 10 katı üzerinde bir ağırlıkta olurdu (Akman ve diğ. den, 1996).

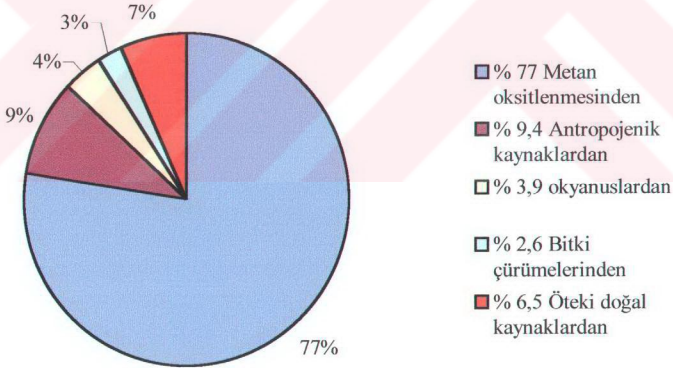
Son zamanlarda CO' in üretiminde tabii diğer bazı olayların bulunduğu gösterilmiştir. Böylece bitkilerin oksidasyon ve uçucu terpenleri dışarı yayılmaları sonucu yılda 61×10^6 ton CO atmosfere verilmektedir (Akman ve diğ. den.,1996). Weinstock ve Nicki (1972) çok miktarda CO' in stratosferde oluştuğunu göstermişlerdir. C^{14} ten oluşan kozmik ışınlar,suyun foto ayrışmasıyla oluşan OH' ın bulunmasıyla, CO₂ oluşumundan önce CO tarafından tutulmaktadır. Bu

araştırmacılar atmosferin yüksekliklerinde CO oluşumunun şu reaksiyona bağlı olduğunu göstermişlerdir.



Sonradan $\text{CH}_3^\cdot$ in değişmesiyle CO meydana gelmektedir. Weinstock ve Nicki çeşitli jeokimyasal süreçler sonucu oluşan CO miktarının, yanmalar sonucu oluşanlardan 15 defa daha fazla olduğunu düşünmektedirler. Bu hipotez yüksek atmosferdeki fizik teorilerine dayanmakla birlikte, bugünkü birçok araştırmacı, yanmaların büyük rolü olduğunu kabul etmekte ve CO' in bu yolla havaya bulaştığını söylemektedirler.

Bugün kabul edilen CO kaynakları ve bu kaynaklardan açığa çıkan CO yüzdeleri şekil 1.1. de verilmiştir (Gündüz, 1994). Şekilde de görüldüğü gibi doğal kaynaklardan atmosfere karışan CO, antropojenik kaynaklardan atmosfere karışandan yaklaşık 10 defa daha çoktur.



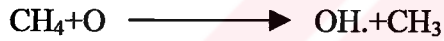
Şekil 1.1. Atmosferdeki Karbon Monoksitin Meydana Geldiği Başlıca Kaynaklar.

Bu yüzdelerin kaynaklara göre ton olarak değerleri tablo 1.2. da verilmiştir (Gündüz, 1994).

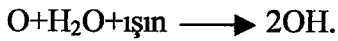
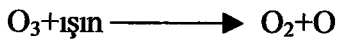
Tablo 1.1. Her yıl atmosfere verilen karbon monoksit kaynaklarına göre değerleri.

KAYNAK	MİKTAR (Yılda Milyon Ton Olarak)
Metan oksitlenmesinden	3300
Okyanuslardan (anaerobik parçalanma)	165
Bitki ve ormanlardan	110
Öteki doğal kaynaklardan	275
Antrpojenik kaynaklardan	400

Atmosferdeki metanın kaynağı, bataklıklara gömülmüş organik maddeler, pirinç ziraatinden geriye kalan artıklar ve ormanlardaki çürümelerdir. Metan, atmosferde çok karışık bir takım fotokimyasal reaksiyonlar sonunda oksitlenir ve karbon monoksit verir. Bu karışık reaksiyonların radikaller üzerinde cereyan ettiği zannedilmektedir.



Reaksiyonda meydana gelen metil radikali daha ileri giden bir takım reaksiyonlarla oksitlenir ve karbon monoksit meydana gelir. Bu reaksiyonlardaki metil radikalini meydana getirmek için gerekli olan oksijen atomu ve hidroksil radikali de şu reaksiyonlar sonucu meydana gelebilir.



Metan hidrokarbonlar içinde en inert olanıdır. Laboratuvar şartlarında düşük sıcaklıklarda metanı oksitlemek çok zordur. Ancak atmosferde olan bir takım karışık fotokimyasal reaksiyonlar onu kolayca oksitler. Görüldüğü gibi atmosferdeki CO' in başlıca kaynağı yeryüzündeki değil, atmosferdeki reaksiyonlardır.

Okyanuslardaki CO' in kaynağının atmosfer olduğu düşünülebilir. Ancak çalışmalar, okyanuslarda çözünmüş halde bulunan CO konsantrasyonunun, atmosferde absorpsiyon sonucu gelecek CO konsantrasyonundan 30-40 kat daha büyük olduğunu göstermiştir. Bu da okyanuslarda bir takım mikroorganizmaların (alg gibi) bu işi yaptığını göstermektedir (Gündüz, 1994).

İnsanlar genellikle atmosferde N₂, O₂ ve soy gazların dışında ne varsa, bunların hep antropojenik kaynaklardan meydana geldiğini zanneder. Bu doğru değildir ve bunun tipik örneği de atmosferdeki karbon monoksitdir .

Antropojenik Kaynaklı Karbon Monoksit Gazı ve Meydana Getirdiği Sorunlar; Antropojenik kaynaklardan atmosfere sızan CO, doğal kaynaklardan atmosfere sızan CO' in yaklaşık onda biri kadardır. Ancak bu oran antropojenik CO' in önemsiz olduğu kanaatini uyandırmamalıdır. Zira doğal kaynaklardan açığa çıkan CO bütün atmosfere dağılır ve seyrelir. Halbuki antropojenik kaynaklardan oluşan CO çok dar bir bölgede meydana gelir. Havayla fazla seyrelmeden teneffüs edilir. Öyleki bazı yerlerde teneffüs edilen havadaki CO' in %95-98' i antropojenik kaynaklardan meydana gelir. Böyle yerlerdeki CO' in konsantrasyonu, havadaki normal konsantrasyonunun yüz katına kadar çıkabilir (Gündüz,1994).

Antropojenik CO kaynakları başlıca beşe ayrılır. Bunlar;

Naklieden (gemi, uçak, otomobil, traktör v.s.)

Binalardan (ısınma, temizlik v.s.)

Endüstriden (demir, çelik, rafineri, kağıt v.s.)

Atıkların yakılmasından (açıkta yakmalar, şehir atıklarının yakılması v.s.)

Karışık (orman yangınları, kontrol altında yakmalar, ziraat atıklarının yakılması, yapısal yangınlar v.s.) (Gündüz, 1994).

Hava kirliliğinin, her geçen gün artarak sağlığımızı ve hatta hayatımızı tehdit edici boyutlara ulaşması ve özellikle mevsim şartlarına bağlı olmayan bir süreklilik göstermesi de, motorlu taşıt egzoz gazlarının önemli bir rolünün olduğunu araştırmalar ve ölçümler göstermektedir.

Bu arada zehirli yoğunluk, şehirlerde araba sayısının fazlaştığı yol kavşaklarında görülmektedir ki buralarda CO yoğunluğu 100 ppm olarak

ölçülmüştür. Bazı uzun tüneller içerisinde bu oran 295 ppm olarak ölçülmüştür. Sadece Amerikada her yıl otomobillerden 102×10^6 ton CO atmosfere verilmektedir. Maksimum miktarda CO, araba motoru henüz soğukken (ilk çalıştığı zaman) veya çok zengin bir karışımla çalıştığı zaman olmaktadır. Bir aracın 23 dakikada ürettiği CO' in % 80' i yola çıktığı ilk 3 dakikada olmaktadır. Bu gaz otomobilden çıkan gazın % 11'ini oluşturmaktadır.

Ankara, İzmir ve İstanbul' da yapılan ölçümler, motorlu taşıt kaynaklı hava kirliliğinin, toplam kirlilikteki payının % 70' leri aştığı ve böylece sanılanın aksine ısınma kaynaklı hava kirliliğinden yaklaşık iki kat fazla bir kirliliğe neden olduğu ortaya çıkmıştır. Otomotiv emisyon kontrol donanımı bulunmayan bir taşıtın 50 lt' lik bir benzin sarfiyatıyla 5-7.5 kg CO, 0.15-0.3 kg hidrokarbon, 15 gr kükürt oksit, 30 gr inorganik katı madde ve 12 gr asit emisyonlarının atmosfere bıraktığı yapılan araştırmalarla belirlenmiştir. Bir insanın günde yaklaşık 15 m^3 lük taze havaya ihtiyacı olduğu düşünülürse, bir tek araç 10 dakikalık süre içerisinde bu havayı teneffüs edilmesi sakıncalı hale getirebilmektedir.

Antropojenik CO' in yaklaşık %75 kadarı nakliye işlerinden kaynaklanır. Antropojenik CO kaynaklarından ikinci büyüklükte olanı karışık olanıdır. Bu kategoride en önemli CO kaynağı da kontrol altında yakmalardır. Bunlar, ormanlardaki çalı ve çirpıların yakılması, mahsul artıklarının, tohumların, otların yakılması v.s. dır. Bu yakmalar bitki örtüsünü kontrol altına almak, zararlı mikroorganizmaları öldürmek, yangın tehlikelerini önlemek ve toprağı temizlemek için yapılır (Gündüz,1994).

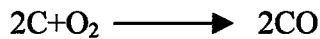
Antropojenik Kaynaklı Karbon Monoksit (CO) Gazının Teşekkülü;
Antropojenik kaynaklı CO başlıca şu kimyasal işlemler sonucu meydana gelir (Gündüz,1994).

Yanmanın tam olmadığı yerlerde

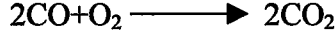
Yanmanın çok yüksek sıcaklıklarda yapıldığı yerlerde

Yüksek sıcaklıklarda CO_2 ile C' un bir arada olduğu hallerde

Birinci reaksiyonda CO_2 yerine CO meydana gelmesinin nedeni

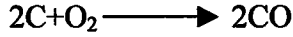


reaksiyonun hızının,

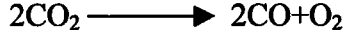


reaksiyonun hızından 10 kat daha büyük olmasıdır. Bu nedenle yanmadan önce CO, onun yanmasıyla da CO₂ meydana gelir. Buna göre ikinci basamak için gerekli O₂ bulunmazsa, yanma tam olmaz ve CO olduğu gibi kalır ve atmosfere karışır.

İkinci reaksiyonda ortamda yanmanın tam olması için gerekli oksijen olduğu halde, sıcaklığın yüksek olması nedeniyle



reaksiyonu cereyan eder, oksijenin fazlası işe yaramaz. Hatta ortamda bulunan CO₂ bile yüksek sıcaklıklarda



reaksiyonu gereğince parçalanır ve O₂ verir. Parçalanma 1750°C' de %1, 1940°C' de ise %5 kadardır.

Üçüncü reaksiyon yüksek sıcaklıklarda ortamda C olduğu zaman gerçekleşir.



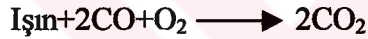
Yüksek sıcaklıklarda parçalanarak CO₂' in çıkardığı oksijen C ile reaksiyona girer ve CO meydana getirir. Bu reaksiyon çoğu zaman istenerek gerçekleştirilir. Çünkü teşekkül eden CO indirgenme işlerinde kullanılır (yüksek ısı fırınlarında olduğu gibi). Ancak bu arada bir miktar CO de atmosfere sızarak onu kirletir

Karbon Monoksit Gazının Konsantrasyonu ve Dağılımı; En büyük CO konsantrasyonuna yerleşim merkezlerinde rastlanır. Bunun başlıca nedeni otomobillerdir. Otomobillerden gelen CO kirlenmesi antropojenik kaynaklı toplam kirlenmenin % 65' i kadardır. Otomobillerden gelen CO kirlenmesi günün saatlerine göre büyük değişiklik gösterir. Yerleşim merkezlerinde gece saat 4-5 en düşük seviyeye (3-4 ppm) inen CO konsantrasyonu sabah saat 7-9 arasında en yüksek (9-10 ppm) seviyeye çıkar ve öğlen saatlerinde tekrar düşer. Öğlenden sonra saat 6-7 arası tekrar yükselir (9-10 ppm). (Bu rakamlar ABD'de Detroit şehrinde yapılan çalışmalardan alınmıştır). Bu da trafik yoğunluğuyla iyi bir uyum

gösterir. Bir başka husus da, haftanın mesai günlerindeki CO konsantrasyonunun Cumartesi günlerinkinden, Cumartesi günlerindeki de, Pazar günlerindeki de daha yüksek olmasıdır (Gündüz,1994).

Karbon Monoksit Gazının Atmosferdeki Sonu; Her yıl atmosfere boşaltılan CO miktarı dikkate alındığında, atmosferdeki CO konsantrasyonunun 4-5 yılda iki katına çıkması gerekir. Ancak böyle bir durum şimdiye kadar gözlenmemiştir. Aksine çok az bir yükselme olduğu tespit edilmiştir. O halde atmosferde karbon monoksiti uzaklaştıran doğal bir olay olmalıdır. Bunun için şu konularda yoğun araştırmalar yapılmıştır (Gündüz,1994).

1-Atmosferde CO ile O₂ arasındaki reaksiyon incelenmiş ve bu reaksiyonun belirli bir zaman aralığında CO' i uzaklaştıracak kadar hızlı olmadığı tespit edilmiştir. Aşağı atmosferde mevcut CO' in % 0.1' inin CO₂'e dönüşmesi için asgari bir saatlik gün ışığına ihtiyaç olduğu sonucuna varılmıştır.



2-Okyanuslarda yapılan çalışmalardan da, okyanusların CO' i depo eden büyük bir depo olmadığı, aksine CO çıkaran bir kaynak olduğu tespit edilmiştir.

3-Bitkiler üzerine yapılan çalışmalarla da yüksek bitkilerin CO' i tutan bir özelliklerinin olmadığı ortaya konmuştur.

4-Topraklar üzerine yapılan çalışmalardan bazı toprakların CO' i havadan uzaklaştırma özelliklerinin olduğu tespit edilmiştir.

Buna göre atmosferden CO' i uzaklaştıran tek doğal olay, bazı topraklarda cereyan eden olaylarla CO' in CO₂' e dönüştürülmesidir. Bu olay ancak 1972 yılında gözlenebilmiştir. Ayrıca bu işi topraktaki bazı mantar türlerinin yaptığı tespit edilmiştir. Bundan başka tarım topraklarının, doğal vejetasyon topraklarından daha zayıf CO yakalayıcıları olduğu gözlemlenmiştir. Bu husus tarım topraklarında organik madde azlığına atfedilmiştir. Bunların da ötesinde tropikal toprakların en çok, çöl topraklarının ise en az CO yakaladıkları görülmüştür. CO' in atmosferden uzaklaştırılma hızı hem toprağın cinsine hem de sıcaklığına bağlıdır. Yapılan çalışmalar bu hızın saatte 7.5-10.5 mg/m² arasında değiştiğini göstermiştir (Gündüz, 1994).

Amerika Birleşik Devletlerinde yapılan bir çalışmanın sonucuna göre, bu ülkenin toprakları, yılda 500 milyon ton CO yakalamaktadır. Bu miktar CO, aynı ülkeden bir yılda atmosfere verilen CO miktarının üç katından daha fazladır. Toprakların bu kadar çok CO yakalamasına karşılık atmosferde hala CO bulunmasının nedeni başlıca şunlardır;

- 1- Bütün topraklar CO' i aynı hızla tutmazlar
- 2- CO' in dağılımı homojen değildir
- 3- En çok CO çıkaran yerlerdeki topraklar en az CO yakalar (Gündüz, 1994).

Karbon Monoksitin Gazının İnsan Üzerine Etkisi; CO konsantrasyonu 100 ppm' in üstün de olan atmosferin insanlar için çok tehlikeli ve hatta zamana bağlı olarak öldürücü olduğu bilinmektedir. Ancak CO konsantrasyonu daha düşük olan atmosferin insanlar için etkisi pek iyi bilinmemektedir. Bundan dolayı çalışmalar halen bu konsantrasyonlarda yapılmaktadır. Bu konsantrasyonların insanlar üzerindeki etkisi çok önemlidir. Zira insanların yaşadığı atmosfer en çok bu konsantrasyonlarda CO ihtiva etmektedir. CO' in insan üzerindeki öldürücü etkisi kandaki hemoglobinle (Hb) reaksiyona girmesidir. Hemoglobinin canlı vücudundaki normal görevi, oksijeni akciğerlerden alıp O₂Hb halinde vücuttaki hücrelere, vücuttaki hücrelerde meydana gelen CO₂' i de CO₂Hb halinde alıp akciğerlere taşımaktır. Hemoglobin, O₂ ve CO₂ ile reaksiyona girdiği gibi CO ile de reaksiyona girer ve karboksihemoglobin (COHb) verir. Bu şekilde karboksihemoglobin haline gelen hemoglobinin oksihemoglobin (O₂Hb) haline gelmesi ve hücrelere yeniden normal oksijen taşıma görevini yapması çok güçleşir. Çünkü aynı şartlarda hemoglobinin CO ile reaksiyona girme meyli, O₂ ile reaksiyona girme meyline 200 defa daha fazladır. Bu da COHb' nin tekrar O₂Hb haline gelmesinin son derece güç ve belirli bir COHb' in konsantrasyonunda canlılığın ölmesinin kaçınılmaz olduğunu ortaya koyar (Gündüz, 1994).

Ortamdaki CO konsantrasyonunun insanlar üzerindeki etkileri tablo 1.3. de verilmiştir (Karpuzcu, 1994).

Tabla 1.2. Ortamdaki CO Konsantrasyonunun insanlar Üzerindeki Etkiler.

CO Konsantrasyonu (ppm)	Tesirleri
50 ppm	Fiziksel tesirlerin seçilememesi
100 ppm	Kalp ve akciğer fonksiyonlarında değişme
250 ppm	Şuurun kaybolması
750 ppm	Ölüm

Karbon Monoksit Gazının Bitkiler Üzerindeki Etkileri: Bitki solunumuyla atmosferdeki CO' i kullanmada önemli bir potansiyel süreç oluşturur. CO normal konsantrasyonlarda olduğu zaman bitkiler için zararlı değildir, fakat azot metabolizmasıyla birlikte en yüksek miktarlarda bir zehir etkisi yapar ve solunum sürecini inhibe eder (Akman ve diğ. 1996).

Yapılan araştırmalarda, yüksek bitkilerin iki hafta süreyle konsantrasyonu 100 ppm olan CO atmosferinde tutuldukları zaman etkilenmedikleri görülmüştür. Buna göre atmosferdeki CO konsantrasyonu, nadiren ve kısa bir süre 100 ppm' e çıkabildiğinden, CO' in bitkiler üzerine her hangi bir zararlı etkisi yoktur veya bugüne kadar tespit edilememiştir (Gündüz, 1994).

Bu çalışmadan amacımız, önemli bir hava kirleticisi olan ve gün geçtikçe kaynakları ile atmosferdeki miktarları yüksek konsantrasyonlara ulaşan karbon monoksit gazının; çimlenme, fide büyümesi, hormon, protein ve klorofil sentezlerine olan etkilerini araştırmak ve elde edilen sonuçları bu konuda yapılacak araştırmaların hizmetine sunmaktır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyalin Temini

Araştırmalarımızda monokotil bir bitki olan buğday (*Triticum aestivum* cv.) ve dikotil bir bitki olan hıyar (*Cucumis sativus* cv. Beit alpha) tohumları ve ayrıca biyotestlerde ise turp (*Raphanus sativus* L.) ve marul (*Lactuca sativa* cv. Yedikule) tohumları kullanılmıştır. Buğday tohumları İzmir/Bornova Bölge Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü' nden, hıyar, marul ve turp tohumları ise Bahçe Tohumları A.Ş. (İstanbul)' nden temin edilmiştir.

Deneylerimizde kullanılan; İndol-3-asetik asit (IAA), gibberellik asit (GA₃), absisik asit (ABA) ve kinetin SİGMA firmasından sağlanmıştır.

Araştırmalarımız sıcaklığı termostatl ısıtıcılar yardımıyla 23-24°C de sabit tutulan 1 m³' lük cam kabinler içerisinde yapılmıştır.

Karbon monoksit (CO) gazı elde etmek için belirli oranlarda formik asit (HCOOH) ve sülfürik asit (H₂SO₄) reaksiyona sokulmuş ve oluşan CO miktarı ppm olarak “ madur GA-21 plas “ toksik gaz ölçüm cihazı ile belirlenmiştir.

2.2. Karbon monoksit (CO) Gazının Çimlenme Üzerine Etkileri

Deney ve kontrol gruplarının her biri için homojen büyüklükte seçilen buğday ve hıyar tohumları 23-24 °C de karanlık ortamda musluk suyu içerisinde 5 saat bekletilmiştir. Süre sonunda şişme ortamından alınan tohumlardan, 11 cm lik petrilerin içerisindeki musluk suyu ile ıslatılmış çift katlı filtre kağıtlarını üzerine her bir petriye 30'ar adet ekilmiştir.

Bu şekilde ekim yapılan petriler; ısısı termostatl ısıtıcılarla 23-24 °C ye ayarlı karanlık kabinlere yerleştirilerek, deney grubuna ait kabine (75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) CO gazı verilmiş, kontrol grubuna ise CO gazı verilmemiştir. Kabinlerin kapakları ıslatmanın başlangıcından 24 saat sonra açılarak havalandırılmış ve bu sırada petrilere musluk suyu ilave edilmiştir. Kabinler havalandıktan sonra kapaklar kapatılarak deney grubuna ait kabine tekrar CO gazı

(75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) verilmiştir. Bundan sonra her 24 saatte bir bu işlemler tekrarlanarak tohumların çimlenme oranları radikula belirimi esasına göre 72 saat süresince tespit edilerek kaydedilmiştir.

CO gazının çimlenmeyi geciktirici veya engelleyici fonksiyonlardan hangisini yaptığını tam olarak belirleyebilmek için; buğday ve hıyar tohumları karanlık ortamda musluk suyunda 5 saat bekletilmiştir. Bu süre sonunda şişme ortamından alınan tohumlar 9 cm' lik petriler içerisindeki musluk suyu ile ıslatılmış çift katlı filtre kağıtları üzerine ekilmişlerdir. Bu petriler 23-24 °C de ki kabinlere yerleştirilerek deney grubuna ait kabine çimlenmenin hiç olmadığı konsantrasyonda (1600 ppm) CO gazı verilmiştir. Kontrol grubuna ait kabine ise CO gazı verilmemiştir. Her iki gruba ait tohumlar ıslatmanın başlangıcından 19 saat sonra kabinlerden çıkarılarak 10 dakika musluk suyunda yıkanmışlardır. Daha sonra tohumlar tekrar musluk suyu ile ıslatılan petriler içerisindeki çift katlı filtre kağıtları üzerine ekilmişlerdir. Bu işlemlerden sonra petriler 23-24 °C' lik, karanlık ve normal atmosferde 96 saat süre ile bekletilmiş ve her 24 saatte bir sonuçlar kaydedilmiştir.

CO gazı ile hormon etkileşiminin tohumların çimlenme yetenekleri üzerindeki etkilerinin araştırıldığı deneylerde; kinetin, GA₃, kinetin+GA₃ ve musluk suyu kullanılmıştır. Kinetin seyreltik HCl de, GA₃ ise % 70' lik etanolde çözülerek saf su ile yoğun stok çözeltileri halinde hazırlanmış ve kinetinin pH' sı 7' ye ayarlanmıştır. Bundan sonra seyreltme ile 50' şer ppm lik çözeltiler elde edilmiştir. Hazırlanan bu çözeltilerle 11 cm' lik petriler içerisindeki çift katlı filtre kağıtları aşağıdaki plana göre ıslatılmıştır.

İki tanesi gibberellik asit çözeltisi ile,

İki tanesi kinetin çözeltisi ile,

İki tanesi gibberellik asit + kinetin çözeltisi ile,

İki tanesi musluk suyu ile.

Buğday ve hıyar tohumları 5 saat süreyle musluk suyu içerisinde 23-24 °C de karanlık ortamda bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda yukarıda anlatıldığı gibi hormon çözeltileri ve musluk suyu ile ıslatılan petrilerin her birine bu tohumlardan 30' ar adet ekilmiştir. Daha sonra bu petriler sıcaklığı 23-24 °C olan kabinlere yerleştirilmiş ve deney grubuna ait kabinine CO gazı (75, 150, 300,

600, 1200 ve 1600 ppm) verilmiştir. Her 24 saat te bir kabinlerin kapakları açılarak kabinler havalandırılmış ve petrilere başlangıçta ıslatıldıkları çözeltilerden ilave edilmiştir. 24 saatlik periyotlarla 96 saat süre ile gözlem yapılmış ve tohumların çimlenme oranları radikula belirimi esasına göre tespit edilmiştir.

2.3. Karbon monoksit (CO) Gazının Koleoptil, Hipokotil ve Kök Büyümesi Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması

Çimlenme sonrası aşamada CO gazının kök, koleoptil veya hipokotil büyümesi üzerindeki etkilerini belirlemek için, buğday ve hıyar tohumları musluk suyunda, karanlıkta, 23-24 °C de 5 saat bekletilmiştir. Süre sonunda şişme ortamından alınan tohumlardan, 11 cm lik petrilerin içerisindeki musluk suyu ile ıslatılmış çift katlı filtre kağıtlarının üzerine her bir petriye 30'ar adet ekilmiştir. Bu petriler 23-24 °C de, 2000 Lüks ışık şiddetindeki kabinlere yerleştirilerek deney grubuna ait kabine CO gazı (75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) verilmiştir. Her 24 saat te bir kabinlerin kapakları açılarak 1 saat süre ile havalandırılmış ve petriler musluk suyu ile ıslatılmıştır. Bu işlemlerden sonra petriler tekrar kabinlere yerleştirilmiş ve deney grubuna ait kabine CO gazı verilmiştir. Bu işlemler 72 saat boyunca her 24 saat te bir tekrarlanarak fidelerin kök, koleoptil veya hipokotil uzunlukları ölçülerek kaydedilmiştir.

2.4. Koleoptil Parçacıklarının Büyümeleri Üzerinde Karbon Monoksit (CO) Gazı-IAA Etkileşiminin Araştırılması

Buğday koleoptil parçacıklarının karbon monoksit (CO) gazı (75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) içeren ortamlarda IAA' e karşı cevaplarını kontrolleriyle mukayeseli olarak saptayabilmek için, buğday koleoptili dik büyüme testi yapılmıştır (Nitsch ve Nitsch, 1956).

Homojen büyüklükte seçilen buğday tohumları 23-24 °C de karanlık ortamda musluk suyu içerisinde 5 saat bekletilmiştir. Süre sonunda şişme ortamından alınan tohumlar 11 cm' lik petrilerdeki musluk suyu ile ıslatılmış çift

kathı filtre kağıtları üzerine her bir petriye 30' ar adet ekilmiştir. Bu petriler 23-24 °C de ki karanlık etüve kaldırılmış ve burada 24 saat bekletilmiştir. Süre sonunda çimlenmiş tohumlardan koleoptil uzunlukları 4-5 mm civarında olanlar seçilerek alınmış ve 250 ml' lik beherlerde bulunan ıslak filtre kağıtlarının kıvrımları arasına vertikal biçimde transplante edilmiştir. Bu beherler tekrar 23-24 °C' lik karanlık etüve yerleştirilmiş ve burada 48 saat daha bekletilmiştir. Islatma başlangıcından 77 saat sonra koleoptil uzunluğu 3-3.5 cm boyunda olan buğday koleoptilleri dip kısımlarından kesilmiştir. Daha sonra bu koleoptillerin uçtan 3 mm nin altındaki 9 mm' lik kısımları kesilerek alınmış ve içsel hormonlardan arındırmak için saf suda 30 dakika bekletilmişlerdir. Bu işlemlerin tümü yeşil ışık altında yapılmıştır.

Bu işlemlerden sonra 25 ml lik 8 adet beher alınarak bu beherlerden; iki tanesine 10' ar ml 5 ppm, iki tanesine 10' ar ml 15 ppm, iki tanesine 10' ar ml 25 ppm IAA çözeltisi ve iki tanesine de 10' ar ml saf su konulmuştur. Bundan sonra her behere 10' ar adet koleoptil parçacığı bırakılmıştır. Bu beher çiftleri ikiye ayrılarak deney ve kontrol kabinlerine yerleştirilmiştir. Deney grubuna ait kabine CO gazı (75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) verilmiş ve koleoptil parçacıkları 24-26 °C lik karanlık ortamda 18 saat bekletilmiştir. Süre sonunda koleoptil parçacıklarının boyları kontrolleriyle mukayeseli olarak ölçülerek kaydedilmiştir.

CO gazı bulunmayan atmosferde çimlendirilip, fide büyümesinin belirli bir aşamasından sonra CO gazına maruz bırakılan buğday fidelerinden alınan koleoptil parçacıklarının, temiz atmosferde veya CO gazı içeren atmosferde değişik konsantrasyonlardaki IAA çözeltileri ve saf suya karşı gösterdikleri büyüme davranışlarını belirleyebilmek için;

Homojen büyüklükte seçilen buğday tohumları 23-24 °C de karanlık ortamda musluk suyu içerisinde 5 saat bekletilmiştir. Süre sonunda şişme ortamından alınan tohumlar 11 cm' lik petrilerdeki musluk suyu ile ıslatılmış çift katlı filtre kağıtları üzerine her bir petriye 30' ar adet ekilmiştir. Bu petriler 23-24 °C deki karanlık etüve kaldırılmış ve burada 24 saat bekletilmiştir. Süre sonunda çimlenmiş tohumlardan koleoptil uzunlukları 4-5 mm civarında olanlar seçilerek alınmış ve 250 ml' lik beherlerde bulunan ıslak filtre kağıtlarının kıvrımları arasına vertikal biçimde transplante edilmiştir. Bu beherler tekrar 23-24 °C' lik karanlık etüve yerleştirilmiş ve burada 24 saat daha bekletilmişlerdir.

Bu sürenin sonunda beherler 3 gruba ayrılmıştır (Kontrol, A ve AK). Bu beherlerden A ve AK grubu beherlerin bulunduğu kabine 600 ppm CO gazı uygulanmış, kontrol grubuna ait beherlerin bulunduğu kabine ise CO gazı uygulanmamıştır. CO gazı uygulanan kabindeki bitkilerde büyüme yavaş olduğundan, tohumların ıslatma başlangıcından 120 saat sonra, 2-2.5 cm boyunda olan koleoptiller seçilmiş ve bir önceki deneyde koleoptiller için yapılan kesme ve hormon uygulama işlemleri aynen bunlar için de tekrarlanmıştır. Daha sonra A grubu koleoptil parçacıkları kapalı kabine yerleştirilerek, 18 saat süreyle 600 ppm CO gazına maruz bırakılmıştır. Kontrol ve AK grubu koleoptil parçacıkları ise CO gazı bulunmayan kabinlerde 18 saat süreyle bekletilmişlerdir. Bu süre sonunda koleoptillerin nihai boyları ölçülmüş ve elde edilen verilerin ışığı altında gerekli grafikler çizilmiştir.

2.5. Hipokotil Büyümesi Üzerine Karbon Monoksit (CO) Gazı-Hormon Etkileşiminin Araştırılması

Çimlenme aşamasından sonra atmosferinde CO gazı (75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) içeren kabinde yetiştirilen hıyar fidelerinin hipokotil büyümeleri üzerinde CO gazının oluşturduğu inhibisyonların GA₃ kullanılarak ortadan kaldırılıp kaldırılamayacağını belirlenebilmesi için;

Homojen büyüklükte seçilen hıyar tohumları 23-24 °C deki karanlık ortamda musluk suyu içerisinde 5 saat bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda tohumlar 11 cm' lik petrilerde bulunan musluk suyu ile ıslatılmış çift katlı filtre kağıtlarının üzerine ekilmiştir. Daha sonra petriler 23-24 °C deki karanlık etüvde 24 saat bekletilmiştir. Bu süre sonunda kök uzunlukları yaklaşık 0,5 cm civarında olan tohumlar seçilerek alınmış ve 250 ml lik beherlerde bulunan ıslak filtre kağıtlarının kıvrımları arasına, her behere 10' ar adet transplante edilmiştir. Beherler tekrar 23-24 °C' deki etüve yerleştirilmiş ve burada 24 saat daha bekletilmiştir. Süre sonunda bu beherler 6 gruba (D₁, D₂, DK₁, DK₂, K₁ ve K₂) ayrılmıştır. D₁, D₂, DK₁ ve DK₂ grubuna ait beherler deney kabinine kaldırılmış ve CO gazı (75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) uygulanarak 24 saat süreyle 23-24 °C de ve 2200 lüks ışık şiddetinde devamlı flüoresans ışığı altında bekletilmiştir. K₁ ve K₂ beherleri ise aynı şartlarda fakat

atmosferlerinde CO gazı içermeyen kabinlerde 24 saat bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda DK_1 ve DK_2 grubuna ait beherlerdeki bitkiler kendi beherlerinden çıkarılarak yıkanmış ve tekrar aynı hacimdeki musluk suyu ile ıslatılmış olan beherlerdeki filtre kağıtlarının kıvrımları arasına transplante edilmiştir. Daha sonra K_1 , D_1 ve DK_1 beherlerindeki her fidenin kotiledon yapraklarının dış yüzeyine mikro şırınga ile Tween 80 + % 70' lik 4-5 damla etanolda hazırlanmış 500 ppm konsantrasyondaki gibberellik asitten (GA_3) 10 :L, K_2 , DK_2 ve D_2 fidelerine ise aynı şekilde ve miktarda Tween80 karıştırılmış saf su uygulanmıştır. % 0.05 oranında eklenen Tween 80 çözeltiye yüzeyde yayıcılık özelliği kazandırmıştır. Bilindiği gibi gibberellin grubu büyüme maddeleri dokunulmamış hipokotillerde ışığın oluşturduğu fizyolojik cüceliği ortadan kaldırmaktadır. Amacımız, CO gazının, bitkilerin gibberellinlere karşı duyarlılığında bir değişime yol açıp açmadığını belirlemektir.

Kotiledon yapraklarına yukarıdaki uygulamalar yapıldıktan sonra, K_1 , K_2 , DK_1 ve DK_2 grubuna ait beherler 2200 Lüks ışık şiddetindeki kontrol kabinine, D_1 ve D_2 grubu beherler ise deney kabinine kaldırılmıştır. D_1 ve D_2 grubu beherlerin bulunduğu deney kabinine CO gazı (75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) verilerek, 2200 Lüks ışık şiddetinde fideler 48 saat bekletilmişlerdir. Bu sürenin sonunda beherler kabinlerden çıkarılmış ve fidelerin nihai boyları ölçülerek kaydedilmiştir.

Deney serilerindeki sonuçların ortalama standart hatası hesaplanarak istatistikî analize tabi tutulmuş ve bu değer grafiklerde dikey doğru parçaları şeklinde verilmiştir. Standart hata;

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

formülüne göre hesaplanmıştır. Ancak bu değer gösterilemeyecek kadar küçük olduğu durumlarda belirtilmemiştir.

2.6. Karbon Monoksit (CO) Gazının Çimlenmekte Olan Buğday Tohumlarındaki İçsel Hormon Sentezi Üzerine Etkilerinin Araştırılması.

Atmosferinde, çimlenmeyi tamamen engellediği daha önceki deneylerle belirlenen konsantrasyonda CO gazı (1600 ppm) içeren kapalı bir kabinde çimlenmeye bırakılan buğday tohumlarındaki hormon sentez düzeylerinin kontrolleriyle mukayeseli olarak araştırılması için;

250' ml lik beherler alınmış ve her birine homojen büyüklükte seçilmiş 20' şer gram buğday tohumlarından konulmuştur. Bu tohumları 23-24 °C deki karanlık ortamda musluk suyu içerisinde 5 saat bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda şişme ortamından çıkarılan tohumlar 11 cm lik petriler içerisindeki musluk suyu ile ıslatılmış çift katlı filtre kağıtları üzerine ekilmiştir. Petriler sıcaklığı termostatlı ısıtıcılarla 23-24 °C de sabit tutulan 1 m³' lük gaz sızdırmaz cam kabinler içerisine yerleştirilerek, deney grubuna ait kabine çimlenmenin tamamen engellendiği konsantrasyonda (1600 ppm) CO gazı verilmiştir. Tohumlar kabinler içerisinde karanlıkta 12 saat bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda çimlenmenin ilk morfogenetik belirtileri tohumlarda başlamadan hemen önce hormon ekstraksiyon işlemine geçilmiştir.

2.6.1. Hormon Ekstraksiyon İşlemi

Hormon ekstraksiyon işleminde Kefford (1955) yönteminin sodyum bikarbonatla saflaştırma aşaması çıkarılarak deney ve kontrol grubuna aşağıdaki işlemler sırası ile uygulanmıştır.

Her iki gruba ait buğday tohumları ayrı alınmış ve içerisine antioksidan olarak 2-3 adet BHT (2,6-di-tert-buthyl-4-methyl-phenol) kristalleri ilave edilerek 150 ml % 80' lik etanol içerisinde Waring Blender' da parçalanmışlardır. Blender' ın parçalayıcı kabı 2x80 ml etanol ile yıkanmış ve oluşan karışımlar +4°C' de karanlık ortamda 16 saat bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda karışımlar buchner hunisi ile süzölmüş ve filtre kağıdı üstünde kalan çökelti % 80' lik 100 ml etanol içerisine alınarak aynı şartlarda 24 saat süre ile ekstraksiyon işleminin tamamlanması için bekletilmiştir. Süre bitiminde karışım buchner hunisi ile tekrar

süzülmüş ve filtre kağıdı üzerindeki çökelti % 80' lik 25 ml etanol ile yıkanarak süzüntüler birleştirilmiştir. Daha sonra bu süzüntüler 35°C' de rotavaporda (Büchi) düşük basınçta su fazına kadar buharlaştırılmıştır. Su fazı saf su ile 50 ml' ye tamamlanmış ve seyreltik HCl ile pH' sı 3' e ayarlanmıştır. Bundan sonra su fazı 50' şer ml etil asetat ile ayırma hunisinde 5 defa çalkalanarak asidik ve nötr maddelerin etil asetat fazına geçmesi sağlanmıştır. Bu durumda sitokinin gibi bazı maddeler su fazında kalmıştır (Baltepe, 1974). Ayırma işleminden sonra su fazının pH' ı NaOH ile 7' ye ayarlanmış ve 60 °C' de rotavapor' da düşük basınçta 10 ml kalıncaya kadar buharlaştırılmıştır. Bu işlemlerden sonra su fazı Letham (1974)' a göre sitokinin biyotestine tabi tutulmuştur.

Asidik ve nötr maddeleri içeren etil asetat fazı ise 35°C' de rotavapor' da düşük basınç altında kuruluğa kadar uçurulmuştur. Daha sonra buharlaştırma balonu 3 ml metanol ile yıkanarak küçük bir kaba alınmıştır. Bu 3 ml metanol çözeltisinin 1 ml' si metanolda hazırlanan IAA ve ABA markerleri ile birlikte Watham Nr 1 kromatografi kağıdına uygulanmıştır. Metanol çözeltisi çizgi halinde, markerler ise nokta halinde tatbik edilmiştir ve izopropanol:amonyak:su (80:10:10) (Nitsch ve Nitsch, 1955) karışımından oluşan solventte çıkıcı kromatografi ile ayrıştırılmıştır. Ayrıştırma işlemi çözgenin uygulama noktasından itibaren 16-17 cm yüksekliğe kadar sürdürülmüştür. Daha sonra markerlerin R_f leri KMnO₄ ile belirlenmiş ve uygulama noktası ile solventin yükselme sınırı arasındaki kısım 10 eşit parçaya bölünerek, deney ve kontrol ekstraktlarının R_f lerinin tekabül ettiği kromatogram parçaları küçük şişelere konulmuş ve üzerlerine 5' er ml saf su ilave edilerek +4°C de karanlıkta 24 saat süre ile eluasyona bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda Nitsch ve Nitsch (1956)' ın koleoptil dik büyüme testinin Baltepe ve Munzuroğlu (1993) tarafından modifiye edilmiş şekliyle biyolojik teste tabi tutulmuştur.

CO uygulanmış ve uygulanmamış tohumlardan elde edilen ekstraktın asidik ve nötr fazını içeren 2 ml lik metanol çözeltisi ise iki eşit kısma bölünerek her biri ayrı ayrı 0,5 mm kalınlığında Hf₂₅₄ silika-jel ile kaplı 20x20 cm boyutlarındaki cam plaklara uygulanmışlardır. Bu plaklardan bir tanesine marker olarak metanolda hazırlanmış GA₃, diğer plağa ise yine metanolda hazırlanmış ABA uygulanmıştır. Metanol çözeltileri ve markerlerin uygulanışları bir önceki deneyde olduğu gibi

yapılmıştır. Daha sonra bu plaklar izopropanol:amonyak:su (80:10:10) karışımını içeren ince tabaka tanklarına konulmuş ve uygulama noktasından itibaren 10 cm yüksekliğe kadar ayrıştırma işlemi sürdürülmüştür. Markerlerin R_f leri yine $KMnO_4$ ile belirlenmiştir. Kromatografi işlemi sonunda marker olarak GA_3 plakta uygulama noktası ile solventin yükselme sınırı arasındaki mesafe 10 eşit parçaya bölünerek her R_f e tekabül eden silika-jel kısımları kazınmış ve deney tüplerine alınmıştır. Her R_f e ait silika-jel kazıntısı üzerine 10' ar ml metanol ilave edilerek +4 °C' de ve karanlıkta 6 saat süre ile eluasyona bırakılmışlardır. Bu sürenin sonunda ekstraktlar süzölmüştür. Deney tüplerindeki çözeltiler 2x5' er ml metanol ile çalkalanarak yeniden süzölmüş ve filtre kağıdı üzerinde kalan çökelti 1 ml metanol ile yıkanmıştır. Daha sonra her R_f e tekabül eden süzöntüler, içerisinde tek katlı filtre kağıdı bulunan 7 cm' lik petrilere dökölerek çeker ocakta metanol tamamen buharlaştırılmıştır. Bundan sonra her petriye 3' er ml saf su ilave edilmiş ve +4 °C' de karanlık ortamda 24 saat süre ile eluasyona bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda Franklend ve Wareing (1960)' in Baltepe ve Munzuroğlu tarafından modifiye edilen marul hipokotil büyüme biyotestine tabi tutulmuştur.

Marker olarak ABA uygulanan plakta ise, marker ABA' in R_f i karşısındaki silica-gel bölgeleri kazınarak alınmıştır. Daha sonra bu kazıntılar Yürekli ve diğ. (1974) tarafından geliştirilen yöntem gereğince spektrofotometrik belirleme için kullanılmıştır.

2.6.2. Biyolojik Testler

2.6.2.1. Buğday Koleoptili Parçacığı Dik Büyüme Testi

IAA ve ABA' i belirlemede kullanılan bu test için; buğday tohumları 5 saat süre ile musluk suyunda ıslatıldıktan sonra beherler içindeki ıslak filtre kağıtlarının kıvrımları arasına vertikal olarak ekilmişlerdir. Daha sonra bu beherler 24-25 °C' deki karanlık etüve kaldırılarak 72 saat süre ile burada bekletilmişlerdir. Bu sürenin sonunda 3-3.5 cm boyuna gelen koleoptillerin 3 mm' nin altındaki 5 mm' lik kısımları alınmış ve 30 dakika süre ile endojen hormonlardan arındırmak

için saf suda bekletilmiştir. Bundan sonra Rf eluatlarının bulunduğu şişelerin her birine 8 adet koleoptil parçacığı bırakılmış ve 25 °C’ de karanlıkta 18 saat bekletilmiştir.

Bu sürenin sonunda koleoptil parçacıklarının boyları ölçülerek her Rf’ in biyolojik aktivitesi ayrı ayrı belirlenmiştir.

Kalibrasyon için kromatografi kağıdı parçacıklarına değişik konsantrasyonlarda IAA (5, 10, 15, 25 ve 50 ppm) ve ABA (0,5, 5 ve 10 ppm) içeren metanol çözeltileri 1 ml uygulanmıştır. Daha sonra bu kağıt parçacıkları Rf’ lere tekabül eden kromatogram parçacıklarıyla aynı eluasyon ve biyolojik test işlemine tabi tutulmuştur.

2.6.2.2. Marul Hipokotili Büyüme Testi

Gibberellinleri belirlemede kullanılan bu test için; Musluk suyunda 5 saat süre ile ısıtılmış ve karanlıkta, 23-24 °C’ de çimlenmeye bırakılmış marul tohumlarından kök uzunlukları 3-4 mm civarında olanlar alınmış ve ince tabaka eluatlarının bulunduğu petrilerin her birine 10’ ar adet ekilmiştir. Daha sonra bu petriler 23 °C’ de ve 4000 lüks ışık şiddetinde devamlı flüoresans ışığı altında 64 saat bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda hipokotiller ölçülerek Rf’ lerin biyolojik aktiviteleri belirlenmiştir.

Kalibrasyon için değişik konsantrasyonlarda GA₃ içeren metanol çözeltileri, içinde tek katlı filtre kağıdı bulunan 7 cm’ lik petrilerin her birine 10’ ar ml uygulanmış ve kurutulmuşlardır. Daha sonra her petriye 3’ er ml saf su ilave edilmiş ve diğer Rf’ lerde olduğu gibi eluasyona bırakılmıştır.

İnce tabaka ve kağıt kromatogramlarının Rf’ lerinin biyolojik aktiviteleri belirlendikten sonra sonuçlar histogramlar halinde verilmiştir. Her histogram Tukey (1953)’ e göre istatistiki analize tabi tutulmuştur. Histogramlarda (-----) biçiminde gösterilen çizgilerin dışında kalan taranmış bölgeler % 5 düzeyinde istatistiki bakımdan önemli farklılıkları belirtmektedir.

2.6.2.3. Turp Kotiledon Genişleme Testi

Sitokininleri belirlemede kullanılan bu test için *Raphanus sativus* L. (turp) tohumları 96 saat süre ile 24 °C' lik karanlık ortamda çimlenme ve gelişmeye bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda eşit boyda olan fidelerin küçük kotiledon yaprakları kesilmiştir. Daha sonra 11 cm' lik petrilerin her birine çift katlı filtre kağıdı döşenmiş ve su fazları alınarak petrilere dökülmüştür. Bu petrilerin her birine ağırlıkları belli olan 10' ar adet kotiledon aksiyal yüzleri filtre kağıdına temas edecek şekilde belli bir plan dahilinde yerleştirilmiştir. 24 °C' de ve 450 lüks ışık şiddetinde devamlı flüoresans ışığı altında 64 saat bekletilen kotiledonların son ağırlıkları saptanarak Rf' lerin biyolojik aktiviteleri belirlenmiştir.

Ayrıca kalibrasyon için saf suda hazırlanmış değişik konsantrasyonlardaki kinetin çözeltileri yine aynı şekilde petrilerin içindeki filtre kağıtlarının üzerine dökülerek test sistemleri hazırlanmıştır .

2.6.2.4. ABA' in Spektrofotometrik Yöntemle Belirlenmesi

CO uygulanmış ve uygulanmamış tohumların ekstraktlarının kromatogramlarında marker ABA' e tekabül eden silika-jel bölgeleri kazınarak alınmış ve eluasyon için üzerine 3 ml metanol ilave edilerek +4 °C' de karanlıkta 1 saat bekletilmiştir. Süre sonunda eluat süzölmüş ve çökelti tekrar 3 ml metanol ile çalkalanarak yeniden süzölmüştür. Filtre kağıdı üzerinde kalan çökelti 2x2 ml metanol ile yıkanmıştır. Bu işlem sonucunda süzüntüler birleştirilerek düşük devirde santürlüj edilmiş ve Yürekli ve diğ. (1974)' de anlatıldığı şekilde 263 nm UV bölgesinde spektrometrik absorpsiyonları ölçölmüştür.

2.7. Toplam Protein Miktarının Lowry Metodu ile Saptanması

Toplam protein analizi için; Ross (1974)' da anlatılan Larson ve Beeveris (1965) metodunun tarafımızdan modifiye edilmiş şekli kullanılmıştır. Bu amaçla, deney materyali olan hıyar tohumları +24 °C' de 5 saat musluk suyunda ısıtılmıştır. Bu süre sonunda şişme ortamından alınan tohumlar 11 cm' lik

petrilerin içerisindeki musluk suyu ile ıslatılmış filtre kağıtlarının üzerine ekilmiştir. Tohumlar +24 °C’ de 48 saat bekletilerek çimlenmeleri sağlanmıştır. Çimlenen tohumlar seçilerek 250 ml’ lik beherlerde bulunan ıslak filtre kağıtlarının kıvrımları arasına, her bir behere 10’ ar adet tohum vertikal olarak transplante edilmiştir. Bu beherler + 25 °C’ de 15 saatlik aydınlık periyodunda 2000 lüks flüoresans ışığı altında, normal atmosferdeki kabine yerleştirilerek 5 gün süre ile fidelerin büyümeleri sağlanmıştır.

Beşinci günün karanlık periyodunun sonunda fideler deney ve kontrol olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Deney grubu fidelerinin yerleştirildiği kabine CO gazı (75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) verilerek 25 °C’ de, 2000 lüks flüoresans ışığı altında 15 saat bekletilmiştir.

Daha sonra her iki gruba ait fidelerde protein analizi için aşağıdaki işlemler yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının her biri için; 10’ ar adet homojen görünümlü fideler seçilmiştir. Bu fidelerin kök ve hipokotilleri alınarak kotiledonları atılmıştır. Hipokotil ve kök birlikte tartılarak blender’ a konulmuş, üzerine 100 ml 50 mM sodyum fosfat tamponu (pH=7.5) ilave edilmiş ve 4 dakika süre ile blendorda parçalanmıştır. Bu sürenin sonunda karışım Buchner hunisi ile süzölmüştür. Blender 40 ml tampon ile yıkanarak tekrar 30 sn çalıştırılmış ve süzme işlemi tekrar yapılmıştır. Süzöntüler toplamı 250 ml’ lik bir mezüre bırakılmış ve saf su ile 150 ml’ ye tamamlanmıştır. 15 ml’ lik santrifüj tüpüne 10 ml numune ve Metanol:Kloroform:Saf su (4:1:3) karışımından 2 ml konularak 30 dakika santrifüj edilmiştir. Bu süre sonunda üstte kalan kısım atılarak 3 ml metanol eklenmiş ve tekrar 30 dakika santrifüj edilmiştir (Dilsiz, 1995). Daha sonra sıvı kısmı süzölmüş ve altta toplanan pelet den ayrılmıştır, pelet üzerine 1ml saf su ilave edilerek örneklerdeki protein analizine geçilmiştir. Örneklerdeki protein miktarı Lowry (1951)’ de anlatılan yöntemin aşağıdaki modifiye edilmiş şekliyle Protein Assay Kit (Sigma Chemical Co., St. Louis, USA)’ i kullanılarak ölçölmüştür.

Standart için hazırlanmış mikrosantirfüj tüplerine, değişik protein konsantrasyonlarında hazırlanmış protein standart solösyonlarından 1’ er ml alınmış, kör için hazırlanan mikrosantirfüj tüpüne de 1 ml distile su konulmuştur, örnekler için hazırlanmış mikrosantirfüj tüplerine, sodyumfosfat tampon çözeltilisi ile homojenize edilmiş örneklerden 0,1 ml alınarak distile su ile 1 ml’ ye

tamamlanmıştır. Standart, kör ve örnek tüplerinin her birine 0,1 ml sodyum deoxycholate solüsyonundan ilave edilmiş, vorteksle karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında 10 dakika bekletilmiştir. Standart, kör ve örnek tüplerinin her birine 0,1 ml TCA ilave edilip vorteksle iyice karıştırılmıştır. Solüsyonların pelet ve süpernatant kısımların ayrılması için 10.000 rpm' de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra süpernatant kısmı dökülmüş ve pelet üzerinde işlemlere devam edilmiştir. Tüplere 1 ml Lowry ayracı ilave edilmiş ve pelet bu solüsyonda iyice çözülüp 15 ml' lik santrifüj tüpüne aktarılmıştır. Daha sonra pelet süspansiyonunun alındığı tüp 1,5 ml distile su ile yıkanmış ve ilk süspansiyonun konulduğu tüpe aktararak iyice karıştırılmıştır. Solüsyonlar oda sıcaklığında 20 dakika bekletildikten sonra her bir tüpe 0,5 ml Folin-Fenol ayracı ilave edilerek iyice karıştırılmış ve renk oluşumu için oda sıcaklığında 30 dakika bekletilmiştir. Daha sonra standart ve kör absorbansları 740 nm' de köre karşı okunarak, değişik konsantrasyonlarda hazırlanmış protein standartlarının absorbansları ile bir kalibrasyon kurvesi çizilmiş ve elde edilen formüle göre örneklerdeki protein miktarları hesaplanmıştır.

2.8. Klorofil ve Karotenoid Tayini

Karbon monoksit gazı uygulanmış (75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) ve uygulanmamış 15 günlük hıyar fidelerinde klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoidleri belirlemek için Witham ve diğ. (1971) de anlatılan metot kullanılmıştır.

Homojem büyüklükte seçilen hıyar tohumları 23-24 °C de karanlık ortamda musluk suyu içerisinde 5 saat bekletilmiştir. Süre sonunda şişme ortamından alınan tohumlar, 11 cm lik petrilerin içerisindeki musluk suyu ile ıslatılmış çift katlı filtre kağıtlarının üzerine her bir petriye 30'ar adet ekilmiş ve petriler 23-24 °C' deki karanlık etüve yerleştirilmiştir. Islatmanın başlangıcından itibaren 36 saat sonra kök uzunlukları 0.5-1 cm olan tohumlar beherler içindeki ıslak filtre kağıtlarının kıvrımları arasına vertikal olarak transplante edilmiştir. Daha sonra bu beherler 24-25 °C' de ve 2200 Lüks ışık şiddetinde 15 saatlik aydınlık periyodundaki normal atmosferli cam kabinlere yerleştirilmiştir. Bu kabinler içerisinde 15 gün süre ile

bekletilmiş ve gelişmeleri sağlanmıştır. Süre sonunda; fideler deney ve kontrol olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Daha sonra bu beherler kabinlere yerleştirilmiş ve deney grubuna ait kabindeki bitkiler 15 saatlik aydınlık periyodu süresince CO gazına (75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) maruz bırakılmıştır. Bu işlemlerden sonra CO gazı içeren (75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) ve içermeyen ortamlarda bekletilen fidelerde klorofil ekstraksiyon işlemine geçilmiştir.

CO gazı uygulanmış (75, 150, 300, 600 1200 ve 1600 ppm) uygulanmamış fidelerden; yaş ağırlığı 1 gr olan yapraklar alınmış ve küçük parçalar halinde kesilmiştir. Numune temiz bir porselen havan içerisine konulmuş ve üzerine 40 ml % 80' lik aseton ilave edilmiştir. 3 dakika süresince ince bir tortu haline gelinceye kadar havan kolu ile ezilmiş ve oluşan yeşil sıvı süzölmüştür. Süzöntüden geriye kalan çökelti 30 ml % 80' lik asetonla doku tamamen beyazlaşınca kadar ezilmiş ve tekrar süzölmüştür. Havan ve huni de 10 ml % 80' lik asetonla yıkanıp süzölmüştür. Bu işlemler sonunda numune % 80' lik asetonla 100 ml' ye tamamlanmıştır.

Klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoidleri belirlemek için ekstraktın; 645, 652, 663 ve 440 nm deki UV bölgesinde spektrometrik absorpsiyonları ölçölmüştür. Bu ölçömler de % 80' lik aseton içeren kör kullanılmıştır. Daha sonra aşğıdaki eşitliklere göre ekstraktaki mevcut klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoidler yaprak dokusunun gramı başına belirlenmiştir.

$$mg \text{ klorofil a} / gr \text{ doku} = [12.7 \times (D_{663}) + 2.69 \times (D_{645})] \times \frac{V}{1000 \times W}$$

$$mg \text{ klorofil b} / gr \text{ doku} = [22.9 \times (D_{645}) - 4.68 \times (D_{663})] \times \frac{V}{1000 \times W}$$

$$mg \text{ total klorofil} / gr \text{ doku} = \left[20.9 \times (D_{645}) + 8.02 \times (D_{663}) \right] \times \frac{V}{1000 \times W}$$

$$mg \text{ total klorofil} / gr \text{ doku} = \frac{D_{652} \times 1000}{34.5} \times \frac{V}{1000 \times W}$$

$$Karotenoidler (mg / gr) = [4.69 \times (D_{440}) - (kl \text{ a} + kl \text{ b}) \times 0.286] \times \frac{V}{1000 \times W}$$

Eşitliklerde;

D; Klorofil ekstraktının belirtilen dalga boylarındaki optik yoğunluğu,

V; % 80 aseton-klorofil ekstraktının son hacmi,

W; Ekstre edilen dokunun ağırlığını göstermektedir.



3.SONUÇLAR ve TARTIŞMA

3.1. CO Gazının, Tohum Çimlenmesi ve Dıştan Uygulanan Büyüme Maddeleri Arasındaki İlişkiler

CO gazı (75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) verilen ve verilmeyen kabinler içerisinde çimlenmeye bırakılan buğday ve hıyar tohumlarının çimlenme oranları radikula belirimi esasına göre tespit edilmiş ve sonuçlar tablo 3.1.1. ve tablo 3.1.2.' de gösterilmiştir.

Tablo 3.1.1. Çimlenme Atmosferlerine CO Gazı Verilen ve Verilmeyen Buğday Tohumlarının Farklı Zamanlarda Belirlenen Çimlenme Yüzdeleri.

UYGULAMA	24 SAAT	48 SAAT	72 SAAT
Kontrol	%96	%98	%98
75 ppm CO	% 97	% 97	% 99
150 ppm CO	% 98	% 98	% 98
300 ppm CO	% 96	% 96	% 97
600 ppm CO	% 79	% 81	% 84
1200 ppm CO	% 39	% 46	% 52
1600 ppm CO	% 0	% 0	% 0

Tablo 3.1.2. Çimlenme Atmosferlerine CO Gazı Verilen ve Verilmeyen Hıyar Tohumlarının Farklı Zamanlarda Belirlenen Çimlenme Yüzdeleri.

UYGULAMA	24 SAAT	48 SAAT	72 SAAT
Kontrol	% 89	% 92	% 99
75 ppm CO	% 89	%90	% 99
150 ppm CO	% 88	% 91	% 98
300 ppm CO	% 88	% 90	% 98
600 ppm CO	% 81	% 85	% 89
1200 ppm CO	% 56	% 62	% 68
1600 ppm CO	% 0	% 0	% 0

Tablo 3.1.1. ve tablo 3.1.2.' nin incelenmesinden de anlaşılabacağı gibi CO' in 75, 150 ve 300 ppm' lik konsantrasyonları tohumların çimlenmelerini etkilememiştir. 600 ppm' lik konsantrasyon, tohumların çimlenmelerini az da olsa engellemiştir. Fakat 1200 ppm' lik CO konsantrasyonu çimlenmeyi önemli oranda etkilemiş, 1600 ppm' lik konsantrasyon ise gerek buğday ve gerekse hıyar tohumlarında çimlenmeyi tamamen durdurmuştur.

CO gazının çimlenmeyi inhibe edici etkisinin reverzibil olup olmadığını anlamak için, buğday ve hıyar tohumları çimlenmenin tamamen engellendiği 1600 ppm' lik konsantrasyonda 14 saat bekletilmiştir. Daha sonra bu tohumlar içerisinde musluk suyu ile ıslatılmış çift katlı filtre kağıdı bulunan 9 cm' lik petrilere ekilip ve 23-24 °C ' deki karanlık ortama alınarak 96 saat bekletilmiştir. Bu süre sonunda çimlenmenin olmadığı görülmüş ve dolayısıyla CO' in etkisinin irreverzibil olduğu sonucuna varılmıştır.

Bazı araştırmacılar, çeşitli stres faktörlerinin tohum çimlenmesi üzerinde meydana getirdiği inhibisyonların değişik büyüme maddeleri uygulanması ile ortadan kaldırılabilceğini rapor etmişlerdir (Kabar ve Baltepe, 1990; Kabar, 1979; Öztürk ve diğ., 1993). CO gazı uygulamasıyla tohum çimlenmesinde görülen inhibisyonun bu şekilde bitki büyüme maddesi uygulayarak ortadan kaldırılıp kaldırılamayacağını anlamak için yapılan deneylerin sonuçları tablo 3.1.3 ve 3.1.4' da verilmiştir.

Bu tablolardan da görüleceği üzere tohumların çimlenme ortamlarına verilen 50 ppm kinetin, 50 ppm gibberellin ve 50 ppm kinetin+50 ppm gibberellin kombinasyonları CO gazının 1600 ppm' lik konsantrasyondaki çimlenmede görülen inhibitif etkisini ortadan kaldıramamıştır.

Dıştan büyüme maddeleri uygulamaları ancak çeşitli nedenlerle dormansi halinde bulunan tohumlarda çimlenmeyi teşvik etmektedir. CO gazının buğday ve hıyar tohumları üzerinde meydana getirdiği çimlenme inhibisyonunun ortama büyüme maddesi verilerek azaltılamaması bu tohumlardaki endojen hormon miktarının optimal düzeyde olduğunu göstermektedir. Tohumlardaki endojen hormon sentezi gerçekleşmemiş olsaydı dıştan uygulanan büyüme maddelerine cevap vermeleri yani CO gazının 1600 ppm' lik konsantrasyonunda çimlenmenin olması gerekirdi. Bu sonuç CO gazının hormon sentezi dışındaki , muhtemelen

çimlenmeye yönelik biyokimyasal bir mekanizmayı irreverzibil olarak etkilediği izlenimini vermekte olup, ayrıca incelenmesi gereken bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sigara dumanı uygulamasıyla yapılan bir çalışmada (Munzuroğlu, 1999), çimlenmeleri sigara dumanı uygulamalarıyla tamamen engellenen ve bu arada çimlenme ortamlarına bitki büyüme maddesi uygulanan buğday ve hıyar tohumlarında bu uygulamanın her hangi bir olumlu etki yapmadığı tespit edilmiştir. Bitki büyüme maddesi uygulayarak elde ettiğimiz sonuçlar Munzuroğlu' nun bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Tablo 3.1.3. Çimlenme Ortamları 50 ppm Kinetin, 50 ppm Kinetin+50 ppm GA₃, 50 ppm GA₃ ve Musluk Suyu İle Islatılan ve Çimlenme Atmosferine CO Gazı Uygulanan ve Uygulanmayan Buğday Tohumlarının 24 Saat Sonraki Çimlenme Yüzdeleeri.

24 SAAT SONRAKİ ÇİMLENME %' si							
Uygulama	75 ppm	150 ppm	300 ppm	600 ppm	1200 ppm	1600 ppm	Kontrol
Musluk suyu	% 98	% 98	% 97	% 80	% 42	% 0	% 98
Kinetin	% 95	% 97	% 96	% 80	% 40	% 0	%97
Kinetin+GA ₃	% 98	% 98	% 96	% 79	%39	% 0	%98
GA ₃	% 97	%98	% 97	% 82	%43	% 0	%98

Tablo 3.1.4. Çimlenme Ortamları 50 ppm Kinetin, 50 ppm Kinetin+50 ppm GA₃, 50 ppm GA₃ ve Musluk Suyu İle Islatılan ve Çimlenme Atmosferine CO Gazı Uygulanan ve Uygulanmayan Hıyar Tohumlarının 24 Saat Sonraki Çimlenme Yüzdeleri.

24 SAAT SONRAKİ ÇİMLENME %' si							
Uygulama	75 ppm	150 ppm	300 ppm	600 ppm	1200 ppm	1600 ppm	Kontrol
Musluk suyu	% 89	% 88	% 88	% 80	% 55	% 0	% 88
Kinetin	% 89	% 88	% 88	% 75	% 52	% 0	% 89
Kinetin+GA ₃	% 88	% 87	% 87	% 78	% 53	% 0	% 87
GA ₃	% 89	% 88	% 87	% 78	% 57	% 0	% 89

3.2. CO Gazının Kök, Koleoptil veya Hipokotil Büyümesi Üzerindeki Etkileri

CO gazının kök, koleoptil veya hipokotil büyümesi üzerindeki etkilerini belirlemek için, materyal ve metot kısmında anlatıldığı gibi, yapılan deneylerin sonuçları şekil 3.2.1 ve 3.2.2 de verilmiştir. Ayrıca 72 saat süreyle değişik konsantrasyonlardaki CO gazına maruz kalan buğday ve hıyar fidelerinin genel görünimleri de fotoğraf 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3, 3.2.4, 3.2.5, 3.2.6, 3.2.7 ve 3.2.8,' de verilmiştir.

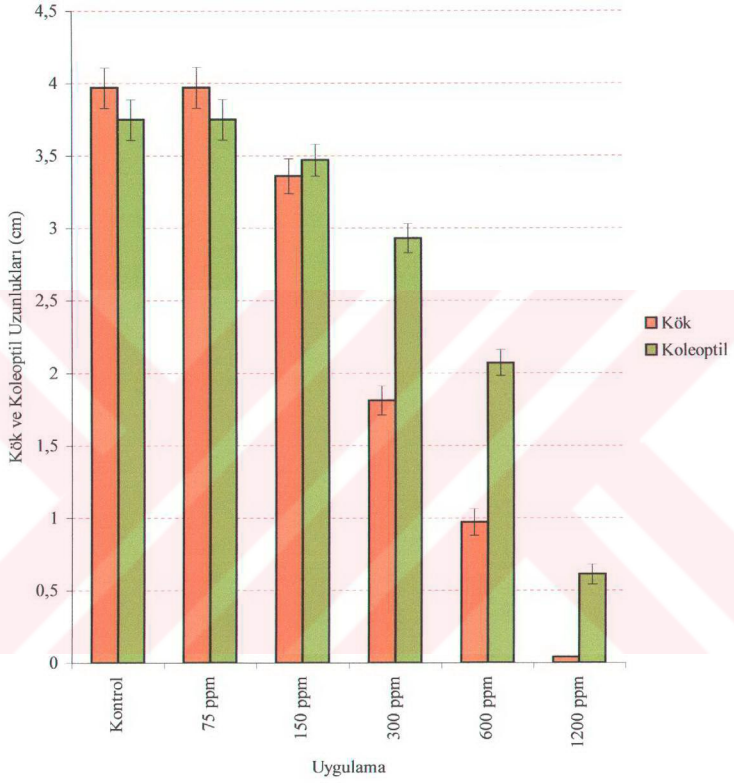
Grafiklerden de görüleceği üzere CO konsantrasyonu arttıkça kök, koleoptil veya hipokotil uzunluklarında büyümenin önemli derecede engellendiği tespit edilmiştir. Bitkilerin kök sisteminin CO gazına koleoptil ve hipokotillerden daha duyarlı oldukları görülmektedir. Artan CO konsantrasyonunun kök, koleoptil veya hipokotil üzerindeki farklı etki mekanizmasının ortamın asitlik derecesinden ileri geldiği düşünülmektedir. Nitekim, SO₂ ile yapılan araştırmalarla (Godzik, 1985; Jones, 1982), ortamın asitlik derecesinin artmasına yol açan SO₂' in kök büyümesini gövdeye nazaran çok daha fazla etkilendiği rapor edilmiştir. Çünkü +geotropizma özelliği taşıyan kökler ortam sıvısıyla doğrudan temas halindedir, oysa

–geotropizma gösteren koleoptil ve hipokotiller böyle bir etkiye direkt olarak maruz kalmamaktadır.

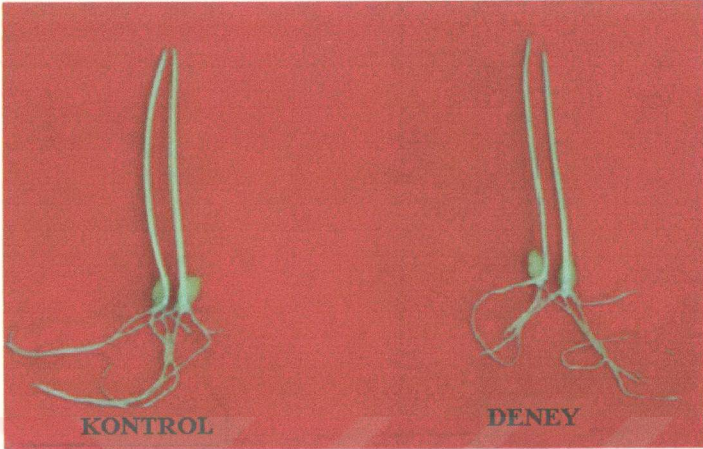
CO gazının koleoptil veya hipokotil büyümesi üzerindeki etkilerini belirlemek için yaptığımız deneylerin sonuçları aşağıdaki literatür verileriyle benzerlik göstermektedir.

0,05 ppm düzeyindeki nitrojen oksit konsantrasyonunun etkisi altında uzun süre kalan bitkilerin büyümelerinde belirgin bir azalmanın olduğu (Middleton ve diğ., 1950), ozonlu heksen gazıyla yapılan deneylerde bu gazın fasulye fidelerindeki büyümeyi duraklattığı (Todd, 1957), egzoz gazında fazlaca bulunan etilen gazının bitkilerde büyümeyi engellediği (Beeveres, 1976), SO₂' in bitkilerdeki kronik zararlarından birinin de bitkilerin boylarının normalden kısa olduğu (Hatipoğlu, 1990) rapor edilmiştir.

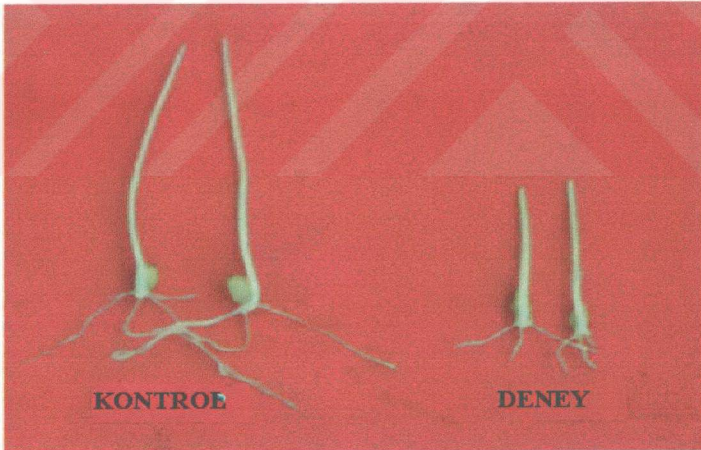




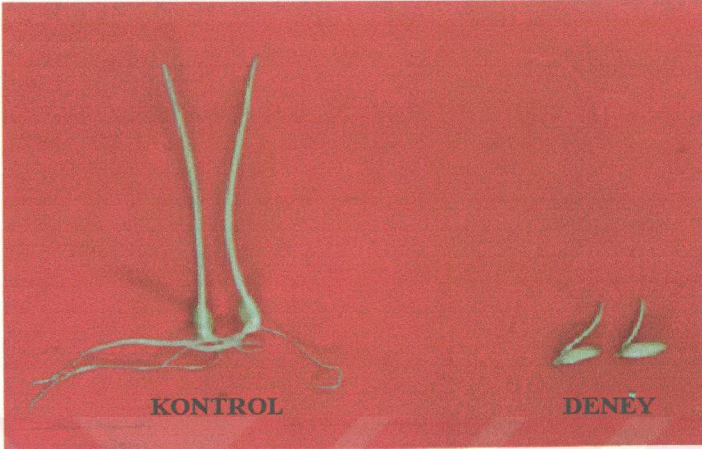
Şekil 3.2.1. Çimlenme ve Gelişme Ortamları CO Gazı (75, 150, 300, 600, 1200 ppm) İçeren ve İçermeyen (Kontrol) Buğday Fidelerinin 72 Saat Sonra Ölçülen Kök ve Koleoptil Uzunlukları.



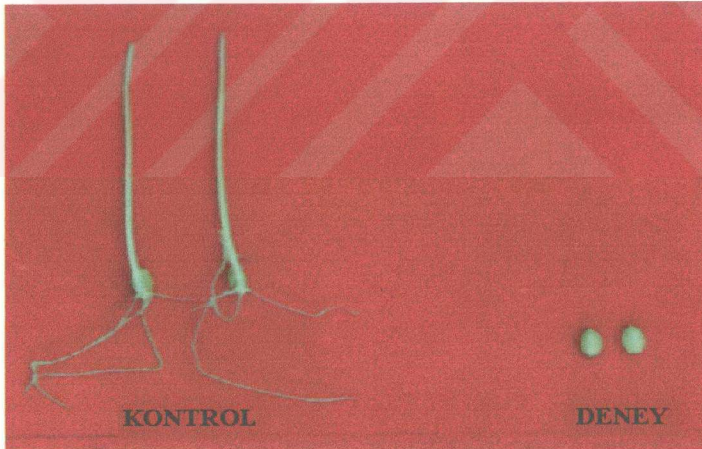
Fotoğraf 3.2.1. Çimlenme ve Gelişme Süresince Atmosferlerinde CO Gazı İçermeyen (Kontrol) ve 75 ppm CO Gazı İçeren (Deney) Kabinler İçerisinde Yetiştirilen Buğday Fidelerinin 72 Saat Sonraki Görünümleri.



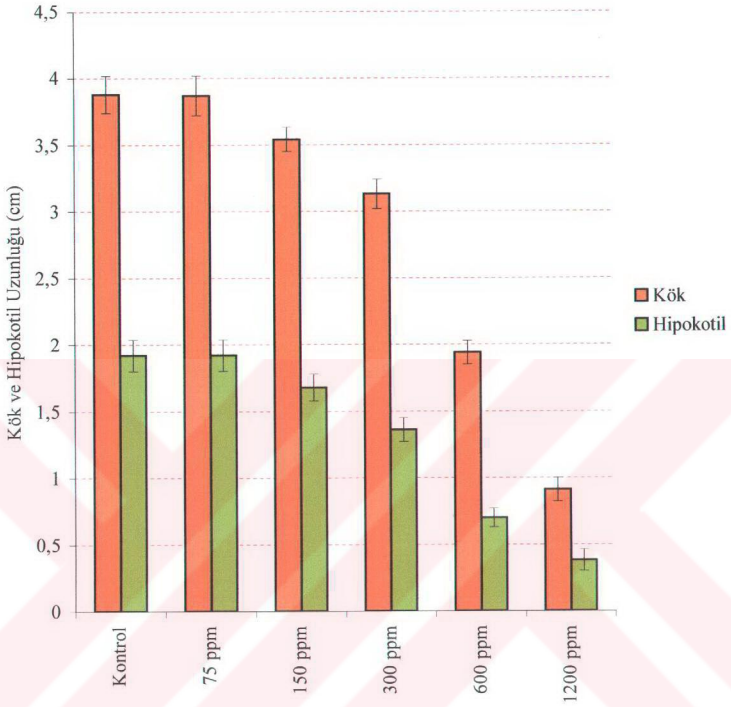
Fotoğraf 3.2.2. Çimlenme ve Gelişme Süresince Atmosferlerinde CO Gazı İçermeyen (Kontrol) ve 600 ppm CO Gazı İçeren (Deney) Kabinler İçerisinde Yetiştirilen Buğday Fidelerinin 72 Saat Sonraki Görünümleri.



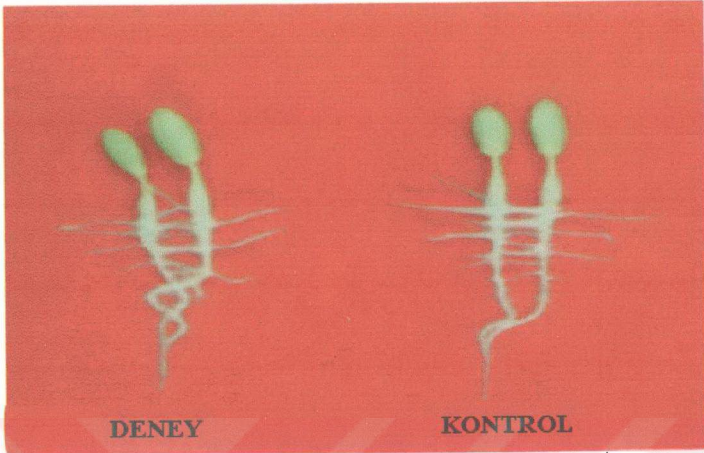
Fotoğraf 3.2.3. Çimlenme ve Gelişme Süresince Atmosferlerinde CO Gazı İçermeyen (Kontrol) ve 1200 ppm CO Gazı İçeren (Deney) Kabinler İçerisinde Yetiştirilen Buğday Fidelerinin 72 Saat Sonraki Görünümleri.



Fotoğraf 3.2.4. Çimlenme ve Gelişme Süresince Atmosferlerinde CO Gazı İçermeyen (Kontrol) ve 1600 ppm CO Gazı İçeren (Deney) Kabinler İçerisinde Yetiştirilen Buğday Fidelerinin 72 Saat Sonraki Görünümleri.



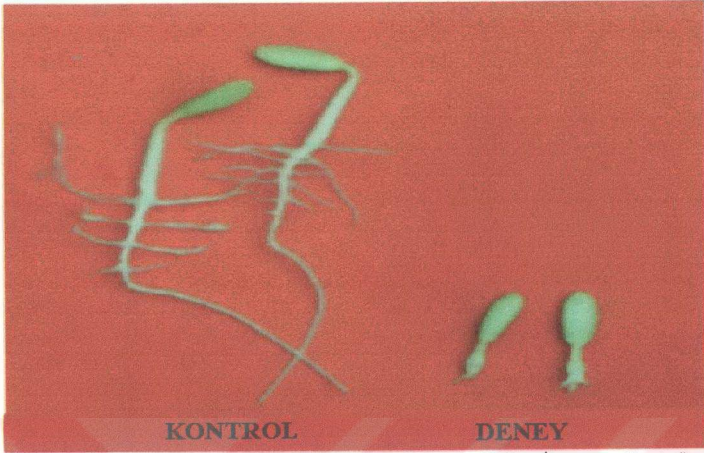
Şekil 3.2.2. Çimlenme ve Gelişme Ortamları CO Gazı (75, 150, 300, 600, 1200 ppm) İçeren ve İçermeyen Hıyar Fidelerinin 72 Saat Sonra Ölçülen Kök ve Hipokotil Uzunlukları.



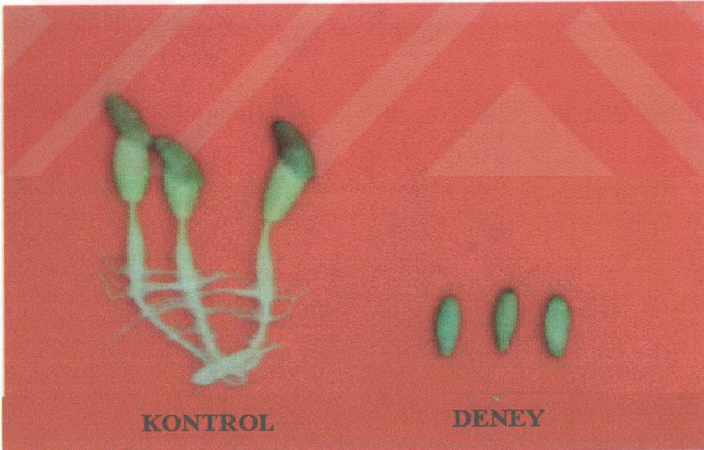
Fotoğraf 3.2.5. Çimlenme ve Gelişme Süresince Atmosferlerinde 75 ppm CO Gazı İçeren (Deney) ve CO Gazı İçermeyen (Kontrol) Kabinler İçerisinde Yetiştirilen Hıyar Fidelerinin 72 Saat Sonraki Görünümleri.



Fotoğraf 3.2.6. Çimlenme ve Gelişme Süresince Atmosferlerinde CO Gazı İçermeyen (Kontrol) ve 600 ppm CO Gazı İçeren (Deney) Kabinler İçerisinde Yetiştirilen Hıyar Fidelerinin 72 Saat Sonraki Görünümleri.



Fotoğraf 3.2.7. Çimlenme ve Gelişme Süresince Atmosferlerinde CO Gazı İçermeyen (Kontrol) ve 1200 ppm CO Gazı İçeren (Deney) Kabinler İçerisinde Yetiştirilen Hıyar Fidelerinin 72 Saat Sonraki Görünümleri.



Fotoğraf 3.2.8. Çimlenme ve Gelişme Süresince Atmosferlerinde CO Gazı İçermeyen (Kontrol) ve 1600 ppm CO Gazı İçeren (Deney) Kabinler İçerisinde Yetiştirilen Hıyar Fidelerinin 72 Saat Sonraki Görünümleri.

3.3.Hipokotil Büyümesi Üzerinde Karbon Monoksit Gazı-Hormon Etkileşimi

Daha öncede bölüm 3.2 de belirtildiği gibi CO gazı hıyar fidelerinin büyümleri üzerinde inhibitif etkiler meydana getirmektedir. Bilindiği gibi Cucurbitaceae türlerinde ışığın hipokotil büyümesi üzerindeki engelleyici etkisi GA_3 uygulamasıyla ortadan kaldırılabilir (Baltepe ve Mert, 1973). Hatta hıyar bitkilerindeki bu özellikten yararlanılarak bir biyolojik test de geliştirilmiştir (Brian ve diğ., 1964). CO gazı uygulamasının hipokotil büyümesi üzerinde oluşturduğu engelleyici etkinin ortadan kaldırılıp kaldırılamayacağını anlamak için yapılan deney sonuçları şekil 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4, 3.3.5 ve 3.3.6 de verilmiştir. Ayrıca bu uygulamalar sonucunda fidelerin görünimleri fotoğraflarla da tespit edilmiştir (Fotoğraf 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4, 3.3.5, 3.3.6 ve 3.3.7).

Bu şekillerin incelenmesinden de anlaşılabileceği gibi CO gazının düşük konsantrasyonuna maruz bırakılan fideler hormona cevap vermektedirler. Ancak 150 ve 300 ppm' lik konsantrasyonlarda bitkinin hormona karşı duyarlılığında büyük ölçüde azalma olmaktadır. 600, 1200 ve 1600 ppm' lik konsantrasyonlarda ise CO gazının oluşturduğu inhibitif etki gibberellin uygulamasıyla ortadan kaldırılamamaktadır. Yani bu konsantrasyonlarda bitkiler hormona cevap yeteneklerini kaybetmektedirler.

Diğer taraftan gelişmelerinin belli bir aşamasından itibaren değişik konsantrasyonlarda CO gazına maruz bırakılan ve daha sonra CO gazı içermeyen ortama alınıp GA_3 uygulanan hıyar fidelerinin büyümleri şekil 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4, 3.3.5 ve 3.3.6 de verilmiştir.

Bu şekillerden de görüleceği üzere 150, 300 ve 600 ppm' lik CO konsantrasyonlara maruz bırakılan fideler gibberellinlere düşük ölçülerde cevap vermektedirler. Fakat 1200 ve 1600 ppm' lik CO gazı uygulanan fideler hormon uygulamasına her hangi bir cevap vermemektedirler.

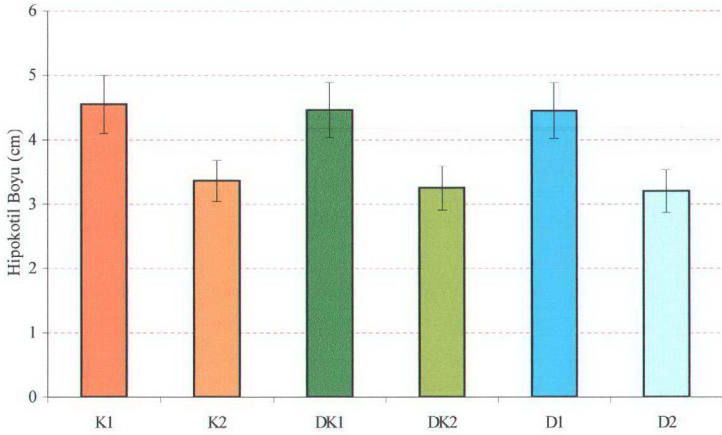
Elde ettiğimiz sonuçlara göre; CO gazının düşük konsantrasyonlarında (75, 150 ve 300 ppm) GA_3 uygulamasının etkili olduğu, ancak CO gazının daha yüksek (600, 1200 ve 1600 ppm) dozlarında ise hormonun sentezinden ziyade, etki mekanizmasını olumsuz olarak yönlendirdiği düşüncesindeyiz.

CO gazının hıyar fideleri üzerinde meydana getirdiği büyüme inhibisyonlarının gibberellinlere karşı gösterdikleri davranışları konusunda yaptığımız çalışmalardan elde ettiğimiz sonuçlar, Munzuroğlu (1999)' nun sigara dumanı içeren atmosferde yetiştirdiği hıyar fideleri üzerinde gördüğü inhibisyonlarla kısmen de olsa benzerlik göstermektedir.

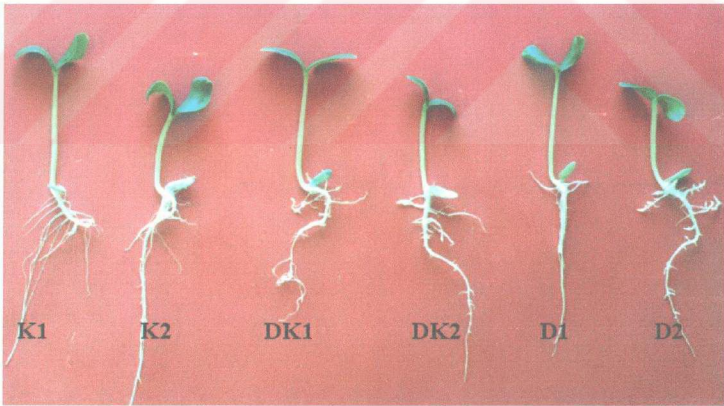
Bizim deney materyalimiz, ortamda CO gazı olsun veya olmasın belirli konsantrasyonlara kadar hormona cevap vermektedirler (75, 150, 300 ve 600 ppm). Fakat yüksek konsantrasyonlarda (1200 ve 1600 ppm) CO gazına maruz bırakılan fideler temiz ortama alınsalar dahi hormona cevap yeteneklerini tamamen kaybetmektedirler.



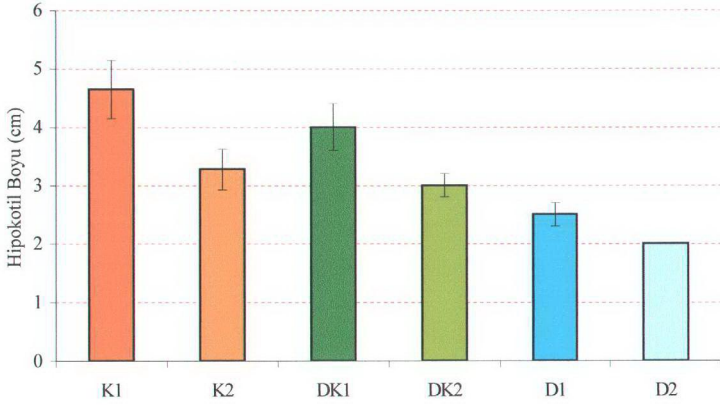
Fotoğraf 3.3.1. Gelişmelerinin Belli Bir Aşamasından Sonra 300 ppm Karbon Monoksit Gazı İçeren (Deney) ve İçermeyen (Kontrol) Kabinlerde Yetiştirilen Hıyar Fidelerinin 96 Saat Sonraki Görünümleri.



Şekil 3.3.1. Tohumları Islatmadan 48 Saat Sonra 75 ppm Karbon Monoksit Gazı Verilen (DK1, D1 ve D2) ve Bundan 24 Saat Sonra Kotiledon Yapraklarına GA_3 Uygulanan (K1, DK1 ve D1) ve Uygulanmayan (K2, DK2 ve D2) Hıyar Fidelerinin GA_3 Uygulamasından 48 Saat Sonraki Hipokotil Boylarının Kontrol Bitkileri (K1 ve K2) İle Mukayeseli Ölçüm Sonuçları.



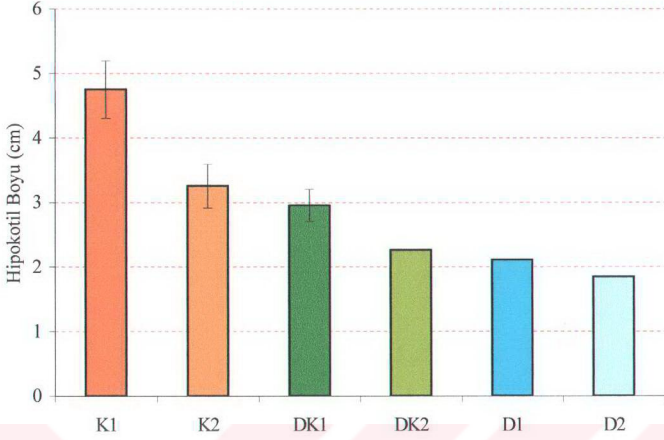
Fotoğraf 3.3.2. Tohumları Islatmadan 48 Saat Sonra 75 ppm Karbon Monoksit Gazı Verilen (DK1, DK2, D1 ve D2) ve Bundan 24 Saat Sonra Kotiledon Yapraklarına GA_3 Uygulanan (K1, DK1 ve D1) ve Uygulanmayan (K2, DK2 ve D2) Hıyar Fidelerinin GA_3 Uygulamasından 48 Saat Sonraki Görünümleri.



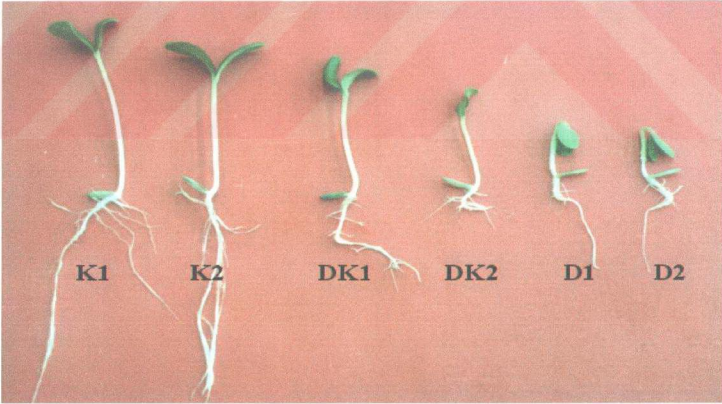
Şekil 3.3.2. Tohumları Islatmadan 48 Saat Sonra 150 ppm Karbon Monoksit Gazı Verilen (DK1, DK2, D1 ve D2) ve Bundan 24 Saat Sonra Kotiledon Yapraklarına GA_3 Uygulanan (K1, DK1 ve D1) ve Uygulanmayan (K2, DK2 ve D2) Hıyar Fidelerinin GA_3 Uygulamasından 48 Saat Sonraki Hipokotil Boylarının Kontrol Bitkileri (K1 ve K2) İle Mukayeseli Ölçüm Sonuçları.



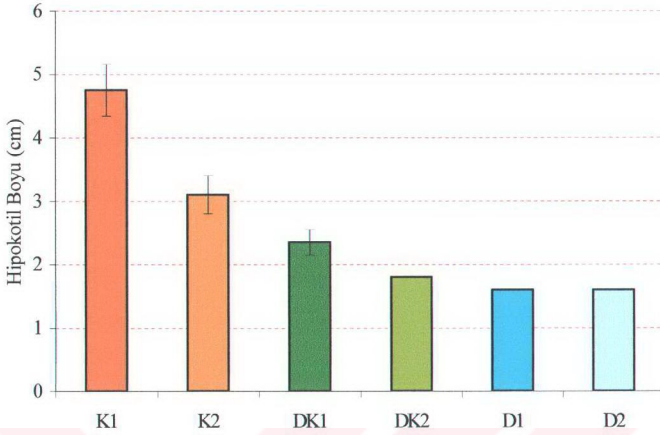
Fotoğraf 3.3.3. Tohumları Islatmadan 48 Saat Sonra 150 ppm Karbon Monoksit Gazı Verilen (DK1, DK2, D1 ve D2) ve Bundan 24 Saat Sonra Kotiledon Yapraklarına GA_3 Uygulanan (K1, DK1 ve D1) ve Uygulanmayan (K2, DK2 ve D2) Hıyar Fidelerinin GA_3 Uygulamasından 48 Saat Sonraki Görünümleri.



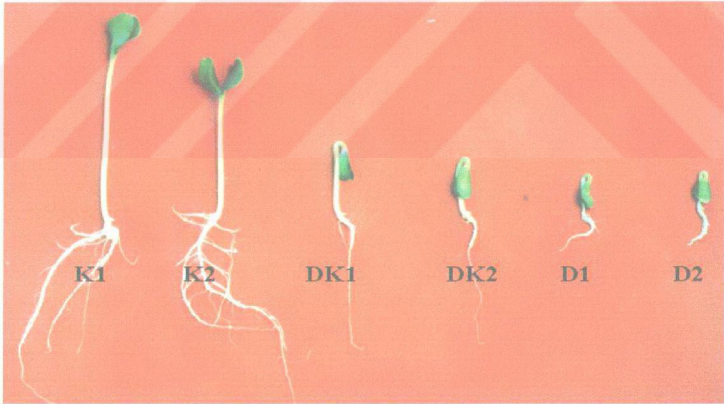
Şekil 3.3.3. Tohumları Islatmadan 48 Saat Sonra 300 ppm Karbon Monoksit Gazı Verilen (DK1, DK2, D1 ve D2) ve Bundan 24 Saat Sonra Kotiledon Yapraklarına GA_3 Uygulanan (K1, DK1 ve D1) ve Uygulanmayan (K2, DK2 ve D2) Hıyar Fidelerinin GA_3 Uygulamasından 48 Saat Sonraki Hipokotil Boylarının Kontrol Bitkileri (K1 ve K2) İle Mukayeseli Ölçüm Sonuçları.



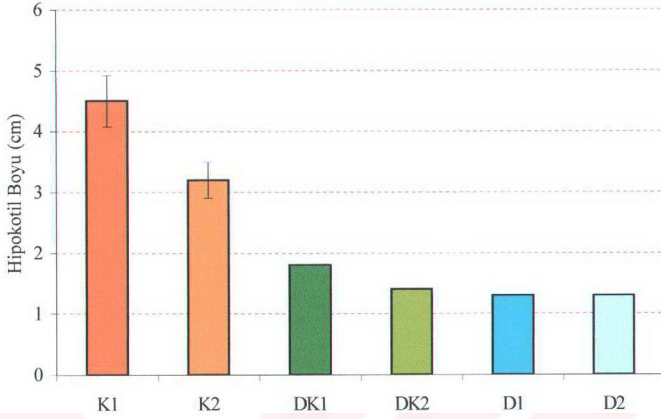
Fotoğraf 3.3.4. Tohumları Islatmadan 48 Saat Sonra 300 ppm Karbon Monoksit Gazı Verilen (DK1, DK2, D1 ve D2) ve Bundan 24 Saat Sonra Kotiledon Yapraklarına GA_3 Uygulanan (K1, DK1 ve D1) ve Uygulanmayan (K2, DK2 ve D2) Hıyar Fidelerinin GA_3 Uygulamasından 48 Saat Sonraki Görünümleri.



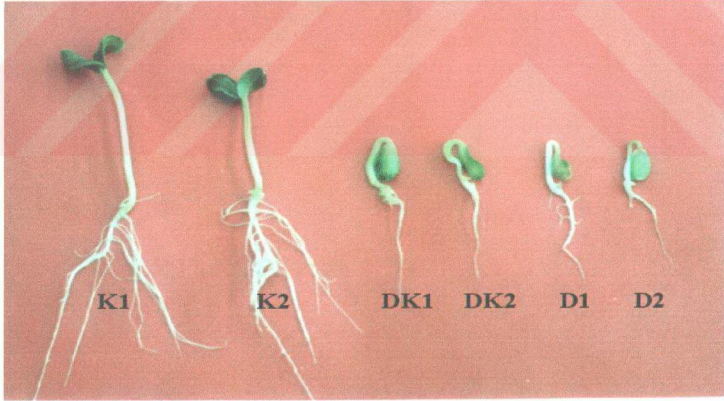
Şekil 3.3.4. Tohumları Islatmadan 48 Saat Sonra 600 ppm Karbon Monoksit Gazı Verilen (DK1, DK2, D1 ve D2) ve Bundan 24 Saat Sonra Kotiledon Yapraklarına GA_3 Uygulanan (K1, DK1 ve D1) ve Uygulanmayan (K2, DK2 ve D2) Hıyar Fidelerinin GA_3 Uygulamasından 48 Saat Sonraki Hipokotil Boylarının Kontrol Bitkileri (K1 ve K2) İle Mukayeseli Ölçüm Sonuçları.



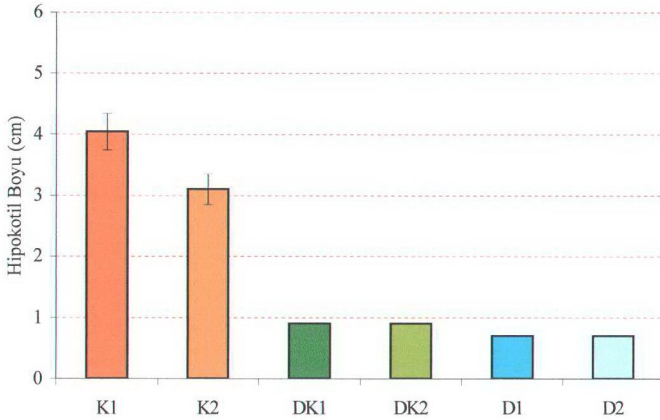
Fotoğraf 3.3.5. Tohumları Islatmadan 48 Saat Sonra 600 ppm Karbon Monoksit Gazı Verilen (DK1, DK2, D1 ve D2) ve Bundan 24 Saat Sonra Kotiledon Yapraklarına GA_3 Uygulanan (K1, DK1 ve D1) ve Uygulanmayan (K2, DK2 ve D2) Hıyar Fidelerinin GA_3 Uygulamasından 48 Saat Sonraki Görünümleri.



Şekil 3.3.5. Tohumları Islatmadan 48 Saat Sonra 1200 ppm Karbon Monoksit Gazı Verilen (DK1, DK2, D1 ve D2) ve Bundan 24 Saat Sonra Kotiledon Yapraklarına GA_3 Uygulanan (K1, DK1 ve D1) ve Uygulanmayan (K2, DK2 ve D2) Hıyar Fidelerinin GA_3 Uygulamasından 48 Saat Sonraki Hipokotil Boylarının Kontrol Bitkileri (K1 ve K2) İle Mukayeseli Ölçüm Sonuçları.



Fotoğraf 3.3.6. Tohumları Islatmadan 48 Saat Sonra 1200 ppm Karbon Monoksit Gazı Verilen (DK1, DK2, D1 ve D2) ve Bundan 24 Saat Sonra Kotiledon Yapraklarına GA_3 Uygulanan (K1, DK1 ve D1) ve Uygulanmayan (K2, DK2 ve D2) Hıyar Fidelerinin GA_3 Uygulamasından 48 Saat Sonraki Görünümleri.



Şekil 3.3.6. Tohumları Islatmadan 48 Saat Sonra 1600 ppm Karbon Monoksit Gazı Verilen (DK1, DK2, D1 ve D2) ve Bundan 24 Saat Sonra Kotiledon Yapraklarına GA_3 Uygulanan (K1, DK1 ve D1) ve Uygulanmayan (K2, DK2 ve D2) Hıyar Fidelerinin GA_3 Uygulamasından 48 Saat Sonraki Hipokotil Boylarının Kontrol Bitkileri (K1 ve K2) İle Mukayeseli Ölçüm Sonuçları.



Fotoğraf 3.3.7. Tohumları Islatmadan 48 Saat Sonra 1600 ppm Karbon Monoksit Gazı Verilen (DK1, DK2, D1 ve D2) ve Bundan 24 Saat Sonra Kotiledon Yapraklarına GA_3 Uygulanan (K1, DK1 ve D1) ve Uygulanmayan (K2, DK2 ve D2) Hıyar Fidelerinin GA_3 Uygulamasından 48 Saat Sonraki Görüntüleri.

3.4.Koleoptil Parçacıklarının Büyümeleri Üzerinde Karbon Monoksit Gazı- IAA Etkileşiminin Sonuçları

Karbon monoksit gazı (CO) içermeyen kapalı kabinler içerisinde büyütülen buğday koleoptillerinden kesilen ve değişik konsantrasyonlardaki IAA çözeltileri (5, 15 ve 25 ppm) ve saf su içerisine alınan koleoptil parçacıklarının CO gazı bulunan (75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) ve bulunmayan kabinlerdeki büyüme aktiviteleri şekil 3.4.1., 3.4.2., 3.4.3. ve şekil 3.4.4. de verilmiştir. Ayrıca bu koleoptil parçacıklarının 18 saat sonraki durumları da fotoğraflarla tespit edilmiştir (Fotoğraf 3.4.1, 3.4.2. ve 3.4.3).

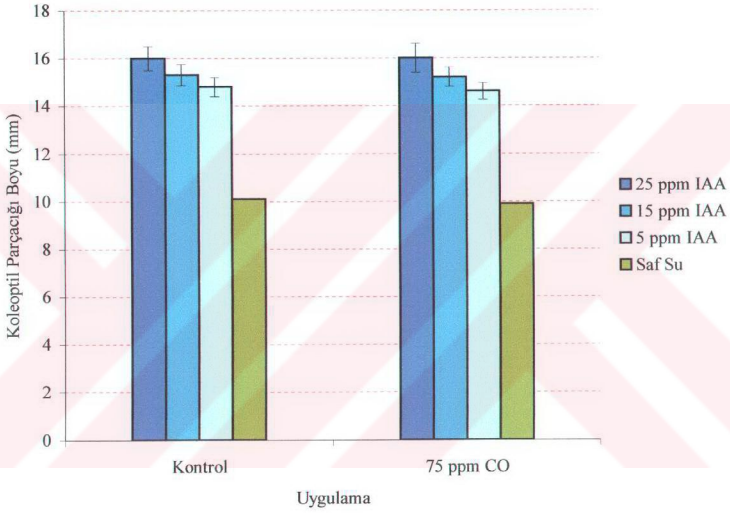
Şekil ve fotoğrafların incelenmesinden görüleceği üzere hormon çözeltileri ve musluk suyu içerisinde bulunan koleoptil parçacıkları 75 ppm' lik CO gazı uygulamasından etkilenmemiştir. Yani bunların büyümesi kontrol grubundaki gibi olmuştur. Fakat 150 ve 300 ppm' lik CO konsantrasyonları koleoptil parçacıklarının büyüme hızları kontrol grubundakilerden önemli oranlarda azaltmıştır. 600, 1200 ve 1600 ppm' lik CO konsantrasyonlarında ise hiçbir gelişme olmamış ve ayrıca koleoptil parçacıklarının yapılarında da bozulmalar görülmüştür.

Bozulmaların nedeni; Cireli (1973)' ye göre, polütanlar bitki hücrelerinin çeperlerindeki selüloz yapısının oluşumunu geriletmekte ve çeperde strüktürel bozukluk yaratmaktadır.

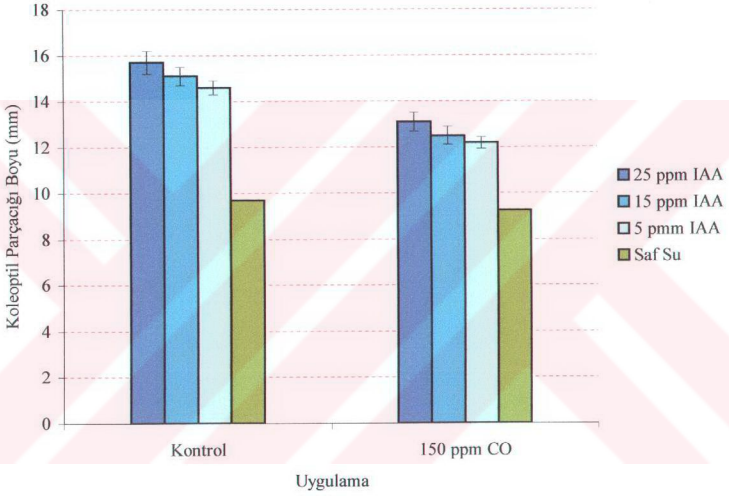
Çalışmanın bu bölümünde gelişmelerinin belli bir aşamasından sonra (materyal ve metod kısmında belirtildiği şekilde) CO gazına maruz bırakılan buğday fidelerinden kesilen koleoptil parçacıklarının, değişik konsantrasyonlardaki IAA çözeltileri içerisinde gösterdikleri büyüme aktivitelerini belirleyebilmek için;

CO gazı bulunmayan atmosferde çimlendirilip, fide büyümesinin belirli bir aşamasından sonra 600 ppm CO gazına maruz bırakılan (AK ve A) ve bırakılmayan (Kontrol) buğday fidelerinden alınan koleoptil parçacıklarının, CO gazı içermeyen normal atmosferde (Kontrol ve AK) ve 600 ppm CO gazı içeren atmosferde (A), değişik konsantrasyonlardaki (5, 15 ve 25 ppm) IAA çözeltileri ve saf suya karşı gösterdikleri büyüme davranışları şekil 3.4.5 de verilmiştir. Bu şeklin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi IAA çözeltileri içerisinde bulunan koleoptil parçacıklarının uzama yetenekleri CO gazı içermeyen ortamda daha fazla

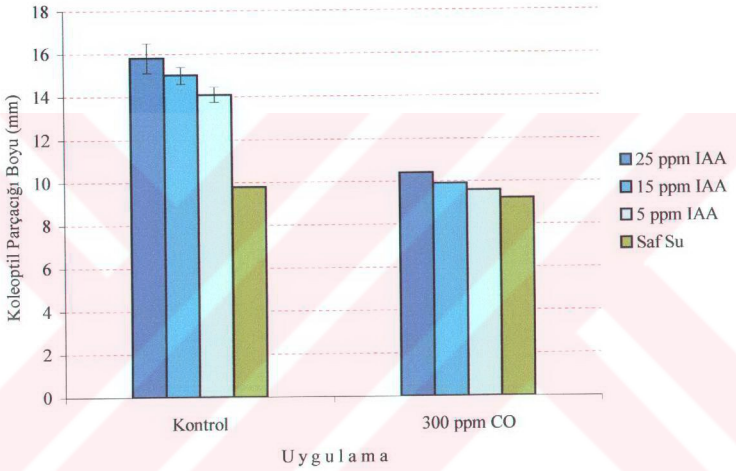
olmaktadır. Bu sonuç yüksek dozda CO uygulanan koleoptil parçacıklarında hormona karşı belirli ölçüde bir duyarsızlık oluşturduğunu, bu duyarsızlığın özellikle ortamda CO bulunduğu zaman çok daha fazla arttığını görülmektedir.



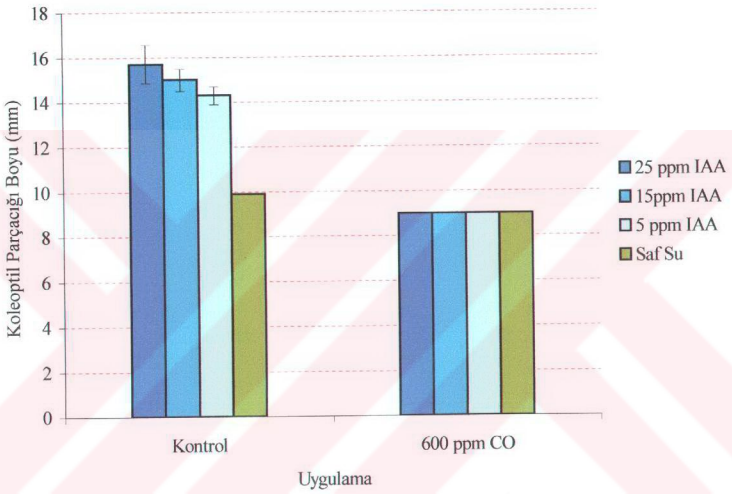
Şekil 3.4.1. Atmosferlerinde CO Gazı Bulunan (75 ppm) ve Bulunmayan (Kontrol) Kabinlerde, Çeşitli Konsantrasyonlardaki IAA Çözeltileri ve Saf Su İçerisinde Bekletilen Koleoptil Parçacıklarının 18 Saat Sonra Ölçülen Uzunlukları.



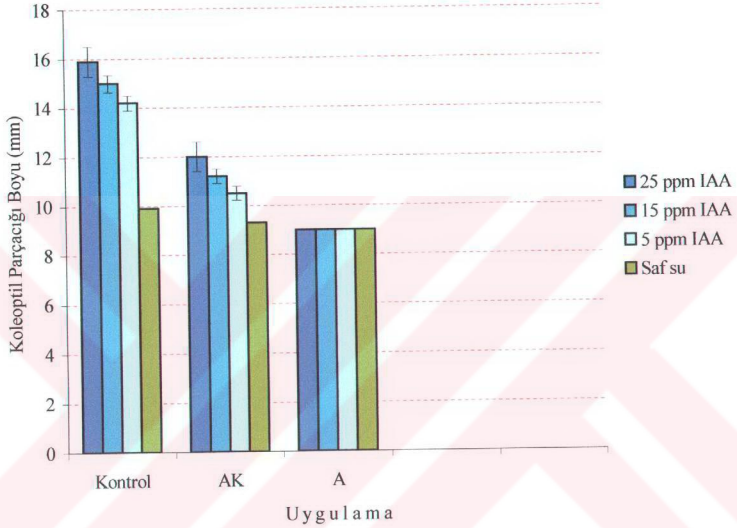
Şekil 3.4.2. Atmosferlerinde CO Gazı Bulunan (150 ppm) ve Bulunmayan (Kontrol) Kabinlerde, Çeşitli Konsantrasyonlardaki IAA Çözeltileri ve Saf Su İçerisinde Bekletilen Koleoptil Parçacıklarının 18 Saat Sonra Ölçülen Uzunlukları.



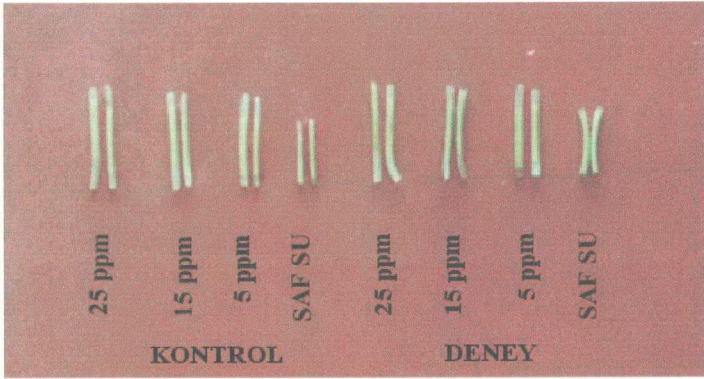
Şekil 3.4.3. Atmosferlerinde CO Gazı Bulunan (300 ppm) ve Bulunmayan (Kontrol) Kabinlerde, Çeşitli Konsantrasyonlardaki IAA Çözeltileri ve Saf Su İçerisinde Bekletilen Koleoptil Parçacıklarının 18 Saat Sonra Ölçülen Uzunlukları.



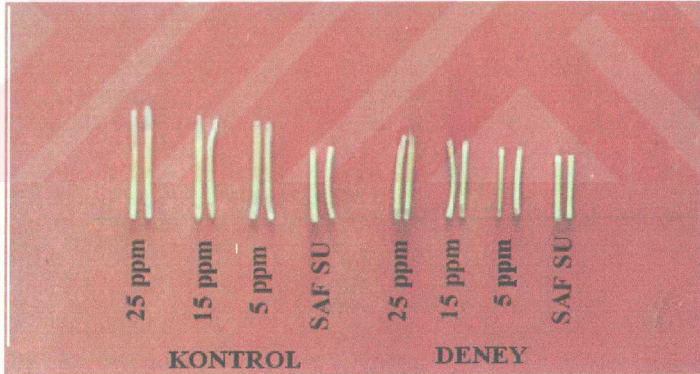
Şekil 3.4.4. Atmosferlerinde CO Gazı Bulunan (600 ppm) ve Bulunmayan (Kontrol) Kabinlerde, Çeşitli Konsantrasyonlardaki IAA Çözeltileri ve Saf Su İçerisinde Bekletilen Koleoptil Parçacıklarının 18 Saat Sonra Ölçülen Uzunlukları.



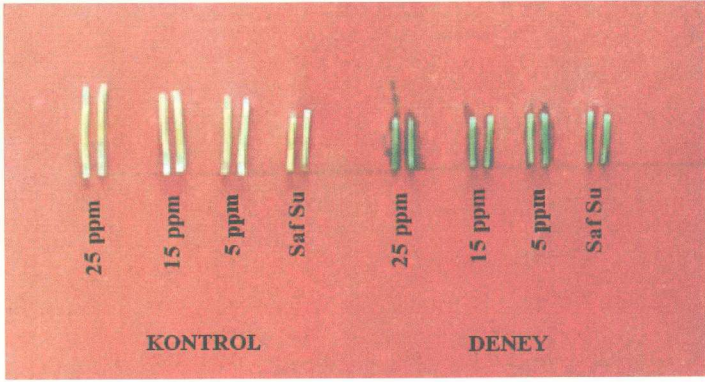
Şekil 3.4.5. CO Gazı Bulunmayan Atmosferde Çimlendirilip, Fide Büyümesinin Belirli Bir Aşamasından Sonra 600 ppm CO Gazına Maruz Bırakılan (AK ve A) ve Bırakılmayan (Kontrol) Buğday Fidelerinden Alınan Koleoptil Parçacıklarının, Temiz Atmosferde (Kontrol ve AK) veya CO Gazı içeren (600 ppm) Atmosferde (A) Değişik Konsantrasyonlardaki IAA Çözeltileri ve Saf Suya Karşı 18 Saat Sonra Gösterdikleri Büyüme Davranışları.



Fotoğraf 3.4.1. Atmosferlerinde 75 ppm CO Gazı Bulunan (Deney) ve Bulunmayan (Kontrol) Kabinlerde, Çeşitli Konsantrasyonlardaki IAA Çözeltileri ve Saf Su İçerisinde Bekletilen Koleoptil Parçacıklarının 18 Saat Sonraki Görünümleri.



Fotoğraf 3.4.2. Atmosferlerinde 150 ppm CO Gazı Bulunan (Deney) ve Bulunmayan (Kontrol) Kabinlerde, Çeşitli Konsantrasyonlardaki IAA Çözeltileri ve Saf Su İçerisinde Bekletilen Koleoptil Parçacıklarının 18 Saat Sonraki Görünümleri.



Fotoğraf 3.4.3. Atmosferlerinde 600 ppm CO Gazı Bulunan (Deney) ve Bulunmayan (Kontrol) Kabinlerde, Çeşitli Konsantrasyonlardaki IAA Çözeltileri ve Saf Su İçerisinde Bekletilen Koleoptil Parçacıklarının 18 Saat Sonraki Görünümleri.

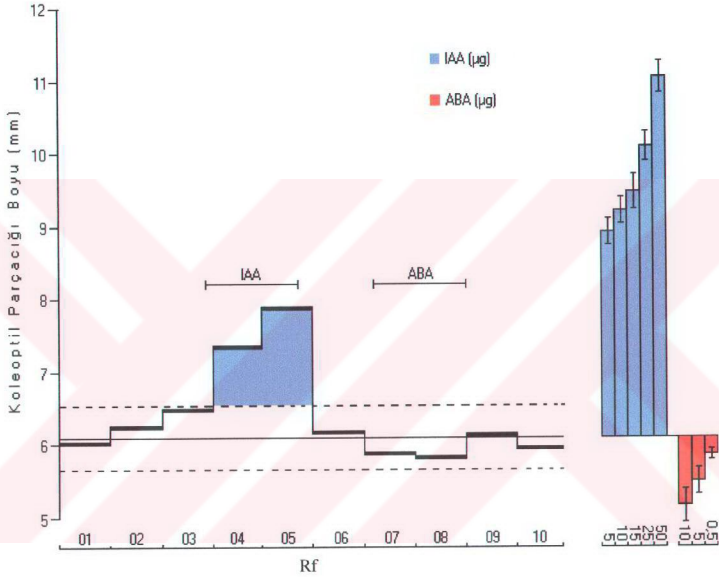
3.5. Karbon Monoksit (CO) Gazının İçsel Hormon Sentezi Üzerindeki Etkileri

Çimlenme atmosferine karbon monoksit gazı (1600 ppm) uygulanan ve uygulanmayan buğday tohumlarının içsel IAA, gibberellin ve sitokinin düzeyleri biyolojik testlerle, ABA düzeyleri ise hem biyolojik test hem de spektrofotometrik yöntem ile belirlenmeye çalışılmıştır.

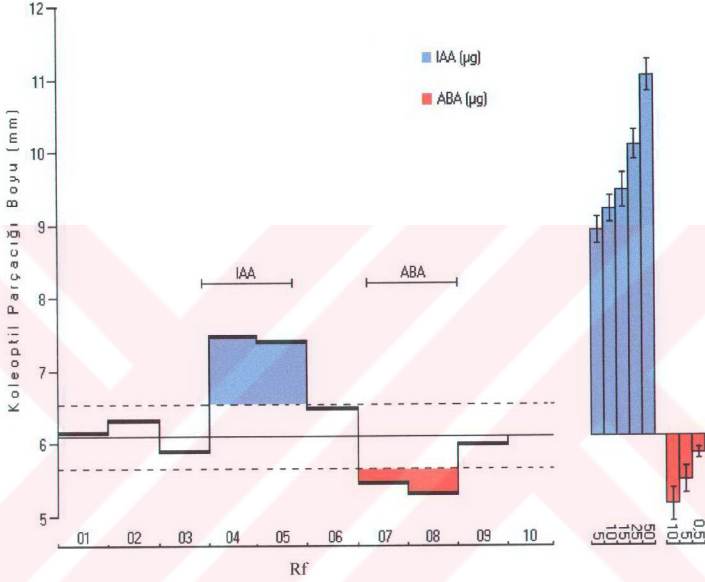
3.5.1. Karbon Monoksit (CO) Gazının İçsel IAA ve ABA Sentezi Üzerindeki Etkileri.

Karbon monoksit gazı (1600 ppm) uygulaması ile çimlenmesi tamamen engellenen ve CO uygulanmayan buğday tohumlarından elde edilen etanol ekstraktının asidik-nötr maddeleri içeren etil asetat fazı kağıt kromatografisinde uygulanarak, tohumların içsel IAA ve ABA düzeyi buğday koleoptili dik büyüme testi ile belirlenmiş ve sonuçlar şekil.3.5.1.1. ve şekil.3.5.1.2. de verilmiştir. Histogramlarda görüldüğü gibi CO gazı ile muamele edilen ve edilmeyen tohumların içsel IAA düzeyleri istatistiki açıdan önemsenecek oranlarda farklılıklar

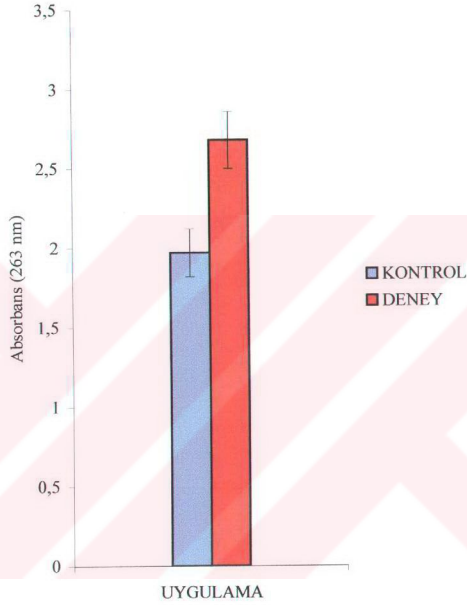
göstermemektedir. Fakat CO gazı uygulanmasıyla içsel ABA düzeyinde ise az da olsa bir artışa olmuştur. Bu durum spektrofotometrik metotla 263 nm absorban değerinde yapılan ABA ölçüm sonuçlarıyla da doğrulanmıştır (Şekil.3.5.1.3). Ancak tohumlarda fazla miktarda bulunan fenolik bileşikler ABA ile yakın Rf'lerde lokalize olduğundan, kromatogramlarda ABA' e tekabül eden Rf bölgelerinde görülen inhibisyon aktiviteleri yanlınca ABA' den kaynaklanmayabilir. Burada inhibitör-2 kompleksinin varlığı (Bennet-Clark ve Kefford, 1953)' n dan söz etmek daha doğru olur. CO gazının az da olsa inhibitör-2 kompleksi miktarında artışa yol açtığı söylenebilir. Ancak spektrofotometrik ölçüm sonuçları, CO gazı uygulanmış tohumların ekstraktın da absorpsiyonda belirgin bir artışın görülmesi, bu uygulamanın ABA sentezinde artışa yol açtığını düşündürmektedir.



Şekil 3.5.1.1. Karbon Monoksit Gazı Uygulanmamış Buğday Tohumlarından Elde Edilen Etanol Ekstraktının Etil Asetat Fazının Kağıt Kromatografisi İle Ayrıştırılması Sonunda Buğday Koleoptili Dik Büyüme Biyotesti İle Ölçülen IAA ve ABA Aktiviteleri.



Şekil 3.5.1.2. Karbon Monoksit Gazı Uygulanması İle Çimlenmesi Engellenmiş Buğday Tohumlarından Elde Edilen Etanol Ekstraktının Etil Asetat Fazının Kağıt Kromatografisi İle Ayrıştırılması Sonunda Buğday Koleoptili Dik Büyüme Biyotesti İle Ölçülen IAA ve ABA Aktiviteleri.

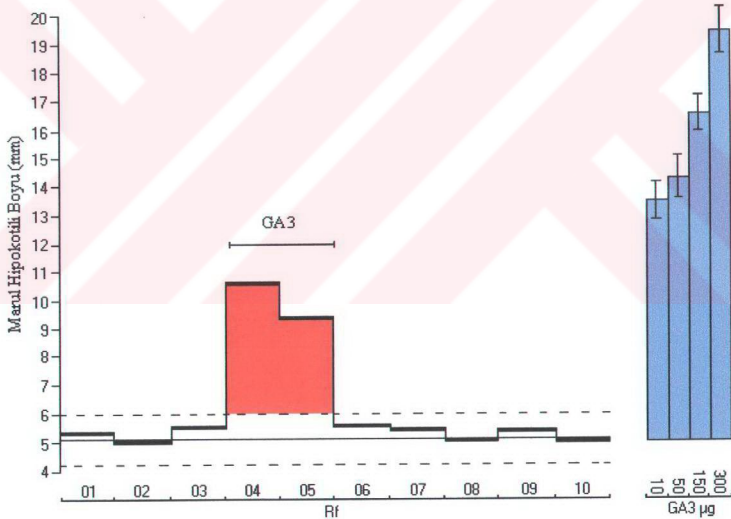


Şekil 3.5.1.3. Karbon Monoksit Gazı Uygulaması İle Çimlenmesi Engellenmiş ve Karbon Monoksit Gazı Uygulanmamış Tohumlardan Elde Edilen Etanol Ekstraktının Etil asetat Fazının İnce Tabaka Kromatografisi Sonunda ABA' e Tekabül Eden Bölgenin Metanol Eluatında Ölçülen Absorban Değerleri.

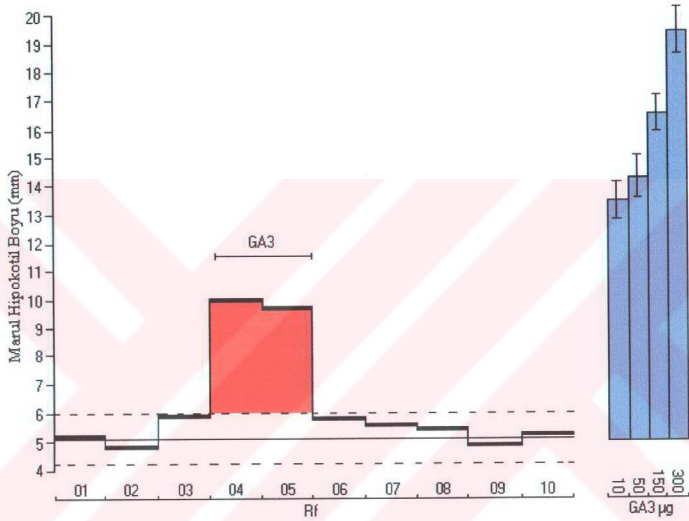
3.5.2. Karbon Monoksit (CO) Gazının İçsel Gibberellin Sentezi Üzerindeki Etkileri

Çimlenmeyi tamamen engelleyecek şekilde karbon monoksit gazı (1600 ppm) uygulanan ve uygulanmayan buğday tohumlarından elde edilen etanol ekstraktının asidik-nötr maddeleri içeren etil asetat fazı ince tabaka kromatografisi ile ayrıştırıldıktan sonra, marul hipokotil büyüme biyotesti ile belirlenen içsel gibberellin düzeyleri şekil 3.5.2.1. ve şekil 3.5.2.2. de verilmiştir.

Histogramların incelenmesinden anlaşılabacağı üzere karbon monoksit gazı ile muamele edilmiş tohumların içsel gibberellin düzeyleri etkilenmemiştir.



Şekil 3.5.2.1. Karbon Monoksit Gazı Uygulanmamış Buğday Tohumlarından Elde Edilen Etanol Ekstraktının Etil Asetat Fazının İnce Tabaka Kromatografisi İle Ayrıştırılması Sonunda Marul Hipokotili Büyüme Biyotesti İle Ölçülen Gibberellin Aktiviteleri.



Şekil 3.5.2.2. Karbon Monoksit Gazı Uygulanması (1600 ppm) İle Çimlenmesi Engellenmiş Buğday Tohumlarından Elde Edilen Etanol Ekstraktının Etil Asetat Fazının İnce Tabaka Kromatografisi İle Ayrıştırılması Sonunda Marul Hipokotili Büyüme Biyotesti İle Ölçülen Gibberellin Aktiviteleri.

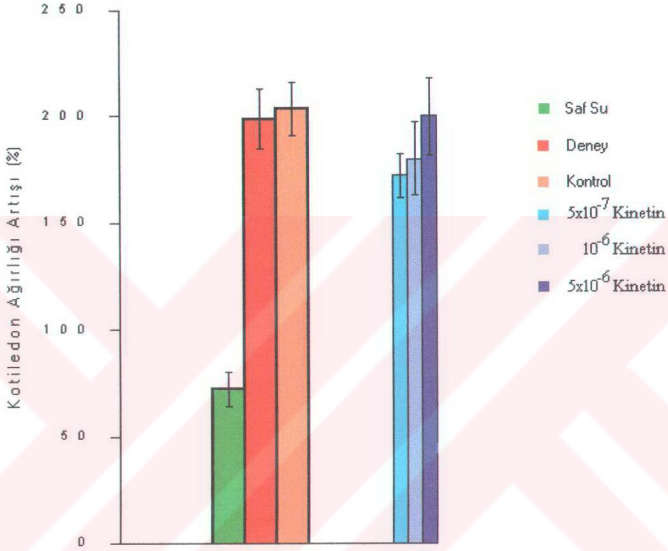
3.5.3. Karbon Monoksit (CO) Gazının İçsel Sitokinin Sentezi Üzerindeki Etkileri

Karbon monoksit gazı uygulaması ile çimlenmesi tamamen engellenen ve CO uygulanmayan buğday tohumlarından elde edilen etanol ekstraktının bazı maddeleri içeren su fazında bulunan içsel sitokininlerin (Baltepe, 1974; Khan, 1973) turp kotiledon genişleme biyotesti ile belirlenen aktiviteleri Şekil 3.5.3.1. ve fotoğraf 3.5.3.1. de verilmiştir.

Sütungrafların incelenmesinden görüleceği üzere CO gazı ile muamele edilen tohumların içsel sitokinin seviyeleri ve dolayısıyla sentezleri önemli derecede etkilenmemiştir.



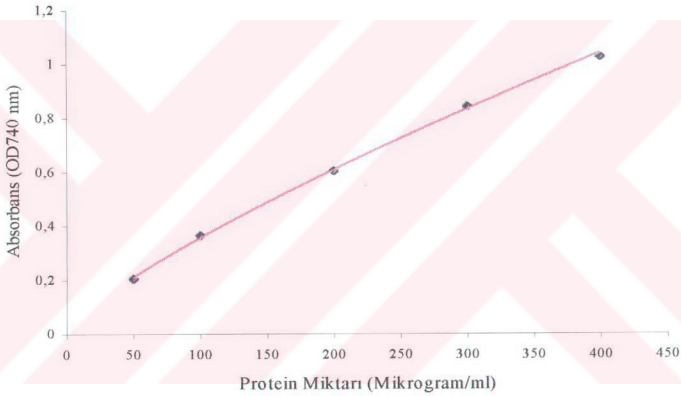
Fotoğraf 3.5.3.1. Turp Kotiledonlarının, Karbon Monoksit Gazı İle Muamele Edilen (Deney Grubu) ve Edilmeyen (Kontrol Grubu) Buğday Tohumlarından Elde Edilen Etanol Ekstraktının Su Fazlarında ve 500 Lüks Işık Altında 60 Saat Sonra Saptanan Durumları.



Şekil 3.5.3.1. Karbon Monoksit Gazı Uygulanan (1600 ppm) ve Uygulanmayan Buğday Tohumlarından Elde Edilen Etanol Ekstraktının Etil Asetat İle Ayırıştırılması Sonunda Geriye Kalan ve Bazik Maddeleri İçeren Su Fazlarında Turp Kotiledon Genişleme Biyotesti İle Belirlenen Sitokinin Aktiviteleri.

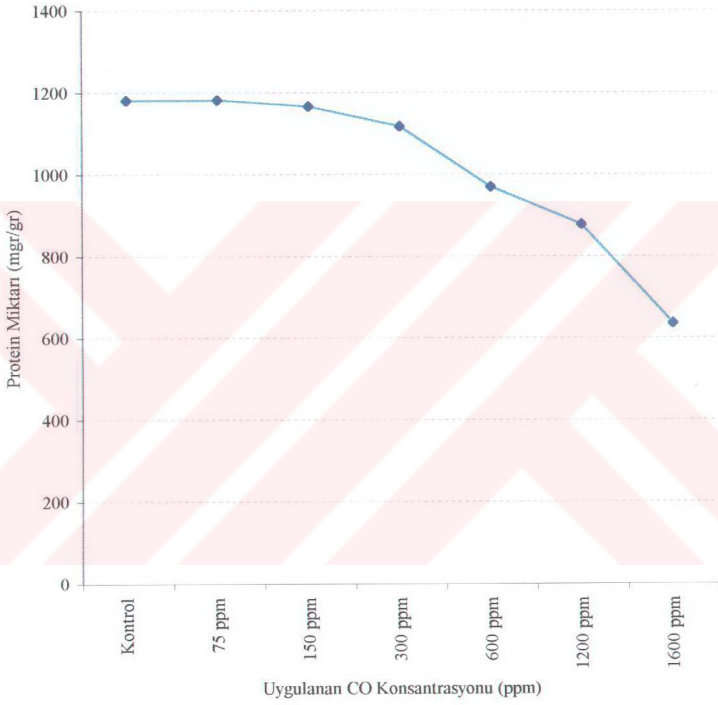
3.6.Karbon Monoksit (CO) Gazının Toplam Protein Miktarı Üzerine Etkisi

Karbon monoksit gazı uygulanan (75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) ve uygulanmayan hıyar fidelerinin toplam protein miktarlarını Lowry metodu ile belirlemek için değişik konsantrasyonlarda hazırlanmış protein standartlarının absorbansları ile bir kalibrasyon kurvesi çizilmiştir (Şekil 3.6.1.). Elde edilen formüle göre örneklerdeki protein miktarları (mg/gr) hesaplanmış ve sonuçlar şekil 3.6.2. de verilmiştir. Şekil 3.6.2.'nin incelenmesinden anlaşılabileceği gibi, CO gazının artan konsantrasyonuna bağlı olarak deney materyalimiz olan hıyar fidelerindeki toplam protein miktarlarının azaldığı görülecektir.



Şekil 3.6.1. Standart Absorban Değerleriyle Elde Edilen Kalibrasyon Kurvesi.

Bileşiminde fazla miktarda CO gazı bulunan sigara dumanı ile yapılan bir araştırmada, büyüme periyodu sırasında sigara dumanı verilen fasulye fidelerindeki toplam protein miktarının çok büyük oranda azaldığı belirtilmiştir (Munzuroğlu, 1999). Toplam protein düzeyindeki azalmanın protein parçalanmasından ziyade, protein biyosentezinin engellenmesi yoluyla ortaya çıktığı rapor edilmektedir (Todd, 1957). Deney materyalimiz olan hıyar bitkisi için belirlediğimiz sonuçlar yukarıdaki verilerle büyük ölçüde paralellik göstermektedir.



Şekil 3.6.2. Karbon Monoksit Gazı Uygulanan (75, 150, 300,600, 1200 ve 1600 ppm) ve Uygulanmayan Hıyar Fidelerinden Elde Edilen protein Miktarları (mg/g).

3.7.Karbon Monoksit (CO) Gazının Klorofil a, Klorofil b, Toplam Klorofil ve Karotenoidler Üzerine Etkisi

Karbon monoksit gazı uygulanan (75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) ve uygulanmayan hıyar fidelerinin yapraklarından ekstre edilen klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoid miktarları Şekil 3.7.1., 3.7.2., 3.7.3. ve 3.7.4.' de verilmiştir.

Bu şekillerden de görüleceği üzere karbon monoksit gazı uygulanan hıyar fidelerindeki klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil düzeyleri azalmış, karotenoid düzeyi ise önemli oranda artmıştır.

Çanakçı ve Baltepe (1996)' nin sigara dumanı uygulamasına bağlı olarak hıyar bitkisinin yapraklarından klorofil miktarında azalmanın olduğunu rapor etmişlerdir.

Senesens süresince karotenoidlerin parçalanmayıp, klorofilin maskeleyici etkilerinden kurtularak görünür hale geldikleri (Salisbury ve Roos, 1969) veya karotenoid sentezinin hızlandığı şeklinde görüşler vardır (Vardar, 1977; Munzuroğlu, 1999).

1ppm' lik ozonlu heksen gazına 4 saat süreyle maruz bırakılan fasulye bitkisinde klorofil miktarının % 4 azaldığı, bu süre 24 saat olduğu zaman klorofil miktarındaki azalmanın % 49 olduğu tespit edilmiştir (Todd, 1957).

Ozon zararına uğrayan geniş yapraklı bitkilerde yaprakların üst kısmında kırmızı-kahverengi lekeler oluşur. Neticede yapraklarda kloroz ve çabuk yaşlanma görülür. Buğdaygillerde nekrotik lekeler, bazen de büyük lezyonlar ortaya çıkabilmektedir. İğne yapraklılarda ise kahverengi, sarımsı kahverengi nekrotik lekelerin özellikle yaprak uçlarında görüldüğü rapor edilmiştir (Beeveres, 1976).

Peroksiasetil nitrat (PAN) zararına uğramış geniş yapraklı bitkilerde yaprakların alt kısımlarında parlak, gümüş renkli veya bronz renkli lekeler ortaya çıktığı. Bitkilerde yaprak dökümü ve erken yaşlanma görüldüğü. Buğdaygillerde; düzensiz, sarımsı veya sarımsı kahverengi lekeler oluştuğu bildirilmiştir (Beeveres, 1976).

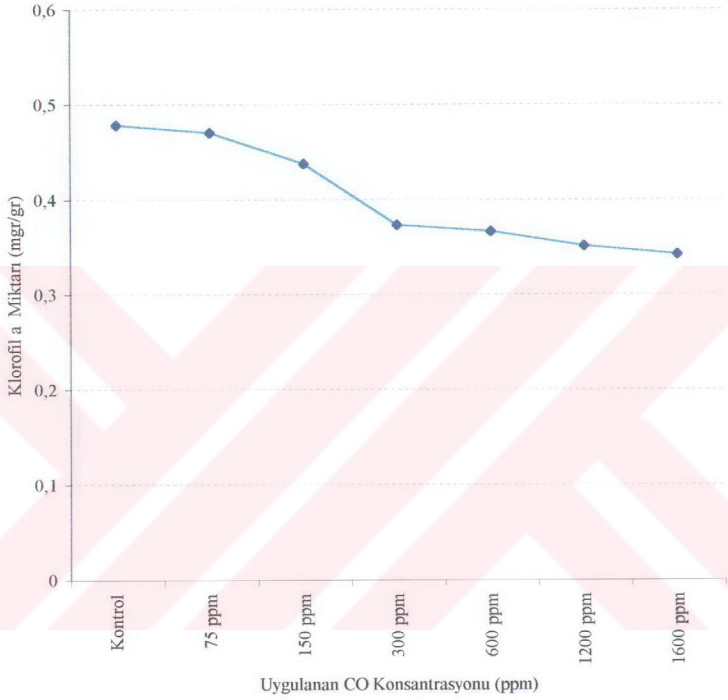
Bitkilerdeki hidrojen florürün semptomlarının bitki gruplarına göre farklılık gösterdiği. Buğdaygillerde yaprak uçlarında kahverengi yanıkların ortaya

çıkıldığı ve ölü dokular ile sağlam dokuların bir birinden kesin sınırlarla ayrılabilirdi. Geniş yapraklı bitkilerde ise yaprak kenarlarında ve yaprak damar aralarındaki nekrozlarla kendini gösterdiği. İğne yapraklılarda ise, yaprak uçlarında yanıkların görüldüğü.

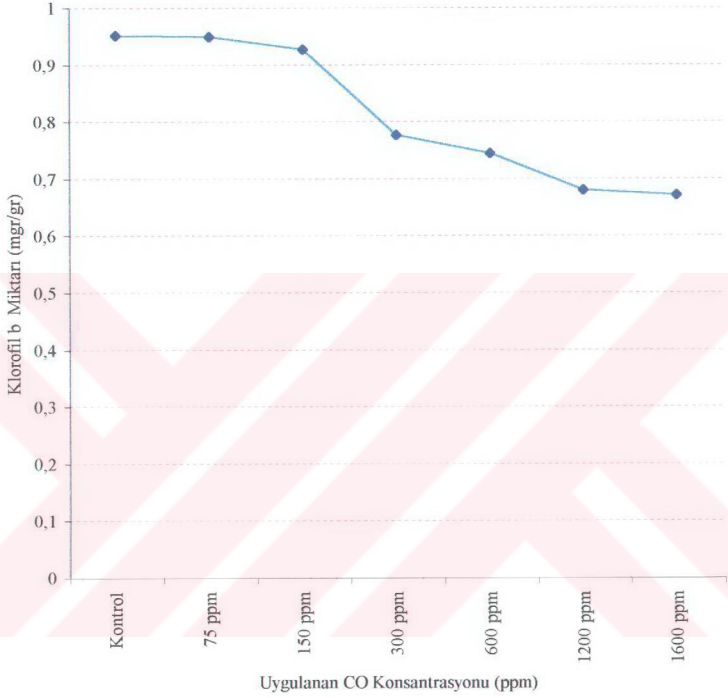
Etilen etkisine duyarlı bitkilerde; epinasti, renk kaybı ve nekrosis gibi olayların beliriminin tipik olduğu rapor edilmiştir (Beeveres, 1976).

SO₂' in bitkilerdeki kronik zararlarında, mezofil hücrelerindeki kloroplastların yok olmasından ileri gelen kloroz sonucunda klorofilin tahrip olduğu ve zarar gören yaprakların olgunlaşmadan döküldüğü tespit edilmiştir (Hatipoğlu, 1990).

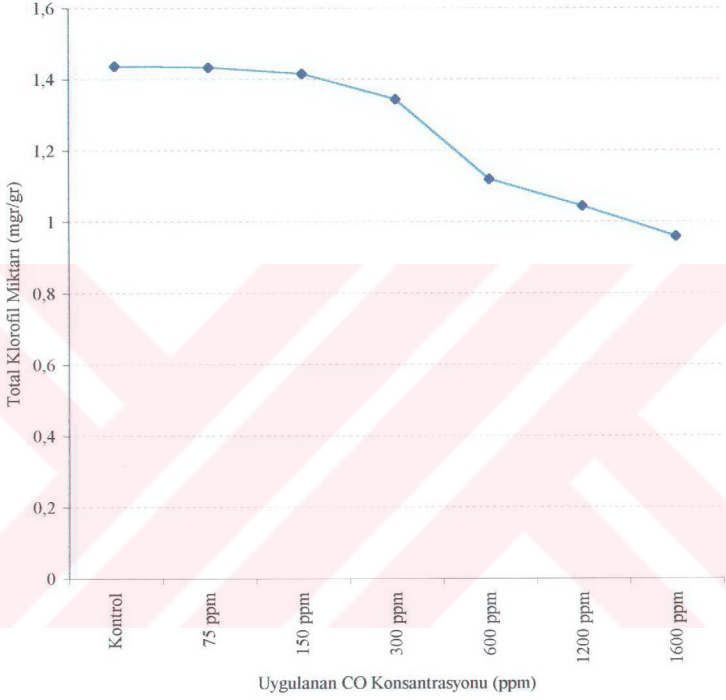
İncelemelerimiz sonucunda, CO gazının pigmentler üzerine olan etkilerinin de yukarıdaki literatür verileriyle uyum içinde olduğunu görmekteyiz.



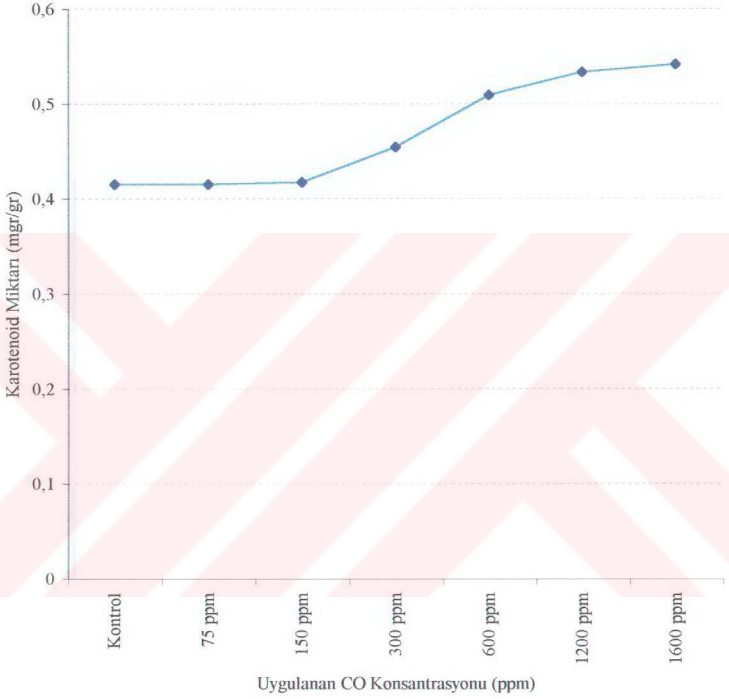
Şekil 3.7.1. Karbon Monoksit Gazı uygulanan (75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) ve Uygulanmayan (Kontrol) Ortamlarda 15 Saat Süreyle Gelişmeye Bırakılan Hıyar Fidelerinin Yapraklarında, Yaş Dokunun Gram Başına Miligram Olarak Hesaplanan Klorofil a Miktarları.



Şekil 3.7.2. Karbon Monoksit Gazı uygulanan (75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) ve Uygulanmayan (Kontrol) Ortamlarda 15 Saat Süreyle Gelişmeye Bırakılan Hıyar Fidelerinin Yapraklarında, Yaş Dokunun Gram Başına Miligram Olarak Hesaplanan Klorofil b Miktarları.



Şekil 3.7.3. Karbon Monoksit Gazı uygulanan (75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) ve Uygulanmayan (Kontrol) Ortamlarda 15 Saat Süreyle Gelişmeye Bırakılan Hıyar Fidelerinin Yaraklarında, Yaş Dokunun Gram Başına Miligram Olarak Hesaplanan Toplam Klorofil Miktarları.



Şekil 3.7.4. Karbon Monoksit Gazı uygulanan (75, 150, 300, 600, 1200 ve 1600 ppm) ve Uygulanmayan (Kontrol) Ortamlarda 15 Saat Süreyle Gelişmeye Bırakılan Hıyar Fidelerinin Yapraklarında, Yaş Dokunun Gram Başına Miligram Olarak Hesaplanan Karotenoid Miktarları.

Çalışma konumuzla ilgili doğrudan her hangi bir literatürün mevcut olmaması nedeniyle, elde ettiğimiz sonuçları genel olarak pollutantların bitkiler üzerinde meydana getirdiği etkilere ilişkin literatür verileriyle değerlendirerek, kendi görüş ve yorumlarımızla yetinmek zorunda kaldık.

Literatürde, ABA' in çimlenmenin ilk aşamalarında hücre gelişmesine ve buna bağlı olarak yaş ağırlık artışına ket vurması yanında, daha sonraki aşamalarda ABA etkinliği ile DNA protein ve klorofil sentezi ve bunlara bağlı olarak gerçek anlamda ve moleküler düzeyde büyümenin engellendiği, ayrıca gibberellinlerin yol açtığı dokunulmamış bitkilerdeki gövde büyümesinin de antagonisti olduğu (Baltepe, 1983), bunların yanında ABA' in tohumlarda dormansiye geçişle birlikte bitkide artış gösterdiği ortaya konularak büyüme inhibisyonu yanında, genelde dormansi olayının belirmesi ve sürekliliğinde önemli rol oynadığı ileri sürülmüştür (Addicott, F. T. ve diğ., 1969). Yine, kesilmiş koleoptil parçacıklarının büyümesinde, IAA' in etkisinin ABA tarafından engellendiği belirtilmiştir (Baltepe ve diğ. 1976).

Sonuç olarak; genel literatür verileri, stres faktörlerinin varlığında bitkilerde ki ABA sentezinin arttığını göstermektedir. Nitekim çalışmamızda da CO gazının bir stres faktörü olarak etki edip, ABA sentezini artırdığı ve buna bağlı olarak da belirtilen semptomların ortaya çıkmasına sebep olduğu kanaatindeyiz.

4.KAYNAKLAR

- Addicott, F. T., Lyon, J. L., (1969). Physiology of Absciscic Acid and Related Substances, Annu. Rev. Plant Physiol., 20, 139-164.
- Akalan, I., (1984). Asit Yağmurları. Çevre Koruma Dergisi.
- Akman, Y., Düzenli, A., Geven, F., (1996). Çevre Kirliliği ve Ekolojik Etkileri.
- Baltepe, Ş., Wichers, C. S., Yürekli, K., (1976). A Preliminary Work on the Effect of IAA and Sucrose on the Response of Wheat Coleotile Sections to Absciscic Acid (ABA), Bitki, 3,192-197.
- Baltepe, Ş., (1974). Sitokininler İçin Basit Ekstraksiyon ve Biyolojik Test Metodları. Acta Biologica, 24, 21-28
- Baltepe, Ş., (1983). An Investigation on the Growth Inhibiting Effect of Light in Relation With Hormone Synthesis in Plants, Ege Üniv. Fen Fakültesi Dergisi, Seri B, 5, 1-10.
- Baltepe, Ş., Mert, H.H., (1973). Bazı *Cucurbitaceae* Türlerinin Hipokotil Büyümesine Gibberellik Asit ve İndol Asetik Asitin Etkileri. VI. Bilim Kongresi Tebliğleri, 5-8 Kasım 1973, Ankara.
- Beevers, L.P., (1976). Senescence in Plant Biochemistry. Acedemic Press. New York, 771-794.
- Bennet-Clark, T.A., Kefford, N.P., (1953) Chromatography of The Growth Substances İn Plant Extracts. Nature, 171, 645-647.
- Bilaloğlu, R., ve Yürekli, A.K., (1982). Çimento Tozlarının Zeytin Polenlerinin Çimlenme ve Polen Tüpü Boyuna Etkisi Üzerinde Bir Araştırma. Tübitak VII. Bilim Kongresi, Çevre Araştırma Grubu Tebliğleri. 23-26.
- Bresson, R. A., L. G. Wilson, L. Lecurex and P.Filner (1978). Use of Ethylene and Ethane Emission to Assay İnjury by Sulfur Dioxide. Plant Physiol., 61: S-59.
- Brian, P.W., Hemming, H.G., Ve Lowe, D., (1964). Comparative Potency of Nine Gibberellins. Annals of Botany, N.S. Vol, 28, No 111, 369-389.

- Cireli, B., (1973). Endüstriyel Baca Dumanlarının Nif Dağı Vejetasyonunda Etkileri. Tubitak Yayınları. No: 75.
- Cracker, L. E. (1971). Ethylene Production From Ozone İnjured Plants. Environ. Plut., 1: 299-304.
- Çanakçı, S., Baltepe, Ş., (1996). Sigara Dumanına Maruz Bırakılmış Salatalık (*Cucumis sativus* L.) Fidelerinde Büyüme Parametrelerinin, Klorofil Seviyesinin ve Kök Yaşarma Sıvısındaki Sitokinin Düzeyinin Araştırılması. F. Ü. Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi, 8 (1) :69-83.
- Çelik, A.P.,(1993). Shelter For Sustainable Development. National Development. Vol. 33.Namber 4.
- Darley, E. F., J. T. Middleton And J. B. Kendrick, (1956). Sülfür Dioxide Injury on Citrus. Cal. Agr. 10 (1): 9.
- Dilsiz, N., (1995). Heterologous Expression And Structural Arranoement Of Native And Mutant Forms Of The Major İntrinsic Protein (MIP) Of Rat Eye Lens. PhD. Thesis, Reading, UK.
- Franklend, B., ve Wareing, P.F., (1960). Effect of Gibberellic Acid on Hypocotyl Growth of Lettuce Seedlings. Nature (London) 185, 255-256.
- Godzik, J., Ashmare, M. R., Bell, J. N., (1985). Responses of Rodish Cutivars to Long Term and Short Term Exposures to Sulphur Dioxide, Nitrogen Dioxide and Their mixtures, New Phytol, 100, 191-197.
- Gündüz, T., (1994). Çevre Sorunları, Ankara.
- Hatipoğlu, R., Kükel, T., (1990). Çevre Kirlenmesinin Bitkiler Üzerindeki Etkileri. Tabiat ve İnsan.3, 14-23.
- Heagle, A.S., Heck, W.W., Lesser, V.M., Rawlings, J.O. and Mowry, F.L., (1986). Injury and Yield Response of Cotton to Chronic Doses of Ozone and Sulfur Dioxide. J.Environ-Qual. Vol: 15. (4): 375-381.
- Heck and Brandt., (1977). Effects on Vegetation, Native Coros, Foresis. In Air Pollitation. Vol II. Acedemic Pres. pp: 157-229.
- Heck, W.W., Taylor, O.C., Adams, R., Bingham, G, Miller, J., Preston, E. and Weinstein. (1982). Air Pollut Control Assoc. 32: 353-361.

- Hodgson, R. H., D. S. Frear, H. R. Swanson and L. A. Regan (1973). Alteration of Diphanamid Metabolism İn Tomato By Ozone. Weed Sci., 21: 542-548.
- Jones, T., Mansfield, T. A., (1982). Studies on Dry Matter Partitianing and Distribution of C-Labelled Assimilates in Plants of *Phleum pratense* Exposed to SO₂ Pollution, Environmental pollution (Series A), 28, 199-207.
- Kabar, K., (1979). *Hordeum vulgare*’ de Yüksek Sıcaklık Şartları ve Tuz Tolerans İlişkilerinin Çimlenme Üzerindeki Etkilerinin Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi.
- Kabar, K., ve Baltepe, Ş., (1990). Effects of Kinetin And Gibberellic Acid İn Overcoming High Temperature and Salinity (NaCl) Stresses on The Germination of Barley And Lettuce Seeds. Phyton (Horn Austria), 30, 1, 65-74.
- Karpuzcu, M., (1994). Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü.
- Katırcıoğlu, Y.Z., ve İren, S., (1986). Çimento Fırın Tozlarının Elma ve Fasulye Yapraklarının Anatomisine ve Elma Sürgünlerinin Morfolojisine Etkileri. Çevre Sempozyumu Tebliğ Metinleri Adana. 12-15 Kasım 1984 Ankara Tubitak Debçâğ Sayfa: 28-29.
- Kefford, N.P., (1955). The Growth Substances From Plant Extracts By Chromatography I. Journ. of Expt: Boy. 6: 129-151.
- Khan, M.I., (1973). Isotaton of Radioactive Cİtokinin From Roots of *Traxacum Officinale* Web., J. Seci: Univ. Karachi (India), 2, 1, 37-40.
- Larcher, W., (1980). Ökologie Den Peflonzen, Auf Physiologischer Grundlage. Verlag- Bugen Ulmer. Stuttgart.
- Ledzion, K. J., and Unsworth, M. H., (1981). Ecophysiological Effects of Atmospheric Pollutants. In: Physiological Plant Ecology VI. P.P: 465-502.
- Letham, D. S., (1974). Regulation of Cell Division İn Plant Tissues. XII. A Cytokinin Bioassay Using Excised Radish Cotyledons. Physiol. Plant., 25, 391-396.
- Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Randall, R. J., (1951). Protein Measurement With The Folin Phenol Reagent. Journal of Biological Chemistry. 193-265.

- Midleton, J. T., Kinderick, J. B., Schwalm, H. V., (1950). Injury To Herbaceous Plants By Smog or Air Pollution. *Pi. Dis Repter*, 34, 245-250.
- Munzuroğlu Ö., (1999). Sigara Dumanının Fasulye Fide Gelişimi Üzerinde Bazı Biyokimyasal Ve Morfolojik Etkilerin Araştırılması. *F. Ü. Fen Ve Müh. Bilimleri Dergisi*, 11 (1), 67-75.
- Munzuroğlu, Ö., (1999). Bitki Büyüme Maddeleri Uygulaması ile Sigara Dumanının Çimlenmeyi Engelleyici Etkileri Arasındaki İlişkilerin Araştırılması. *F. Ü. Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi*, 9 (1) :47-57.
- Müezzinoğlu, A., (1987). Hava Kirliliğinin ve Kontrolünün Esasları., Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları., İzmir.
- Nitsch, J. P., Nitsch, C., (1955). The Separation of Natural Plant Growth Substances By Paper Chromatography. *Biter. Biol. Oflanze*, 31, 387-408.
- Nitsch, J. P., Nitsch, C., (1956). Studiens of The Growth Of Coleoptile and First Internode Sections. A New, Sensitive Staright Growth Test For Auxins. *Plant Physicol.*, 31, 94-111.
- Ota, Y. (1974). Effects of Ethylene as an Air Pollutant on Plants (Text İn Japanese). *J. Japan. Soc. Air Pollut.*, 9: 374.
- Ota, Y., M. Nakayama and H. Okino (1976). The İndex Property of Sesame Plant For Etheylene as on Air Pollutant (Text İn Japanese). *Corp. Sci. Soc. Jap. Lect. Meeting 16th*: 125-126.
- Öztürk, M., Gemici, M., Yilmazer, Ç., ve Özdemir. F., (1993). Alleviation Of Salinity Stress By GA_3 , Kin and IAA of Seed Germination of *Brassica campestris* L., *Tr. J., Botany.*, 17, 2, 47-52.
- Öztürk, M., Seçmen, Ö., (1981). Hava Kirlenmesinin Bitkiler Üzerindeki Etkileri. *Tabiat ve İnsan*. Yıl: 15, No: 4, Sayfa: 23-27.
- Reich, P. B., Schoettle, A. W., Raba, R. M. and Amudson, R. G., (1986). Response of Soybean To Low Concentrations of Ozone: 1. Reductions İn Leaf and Whed Plant Net Photosynthesis and Leaf Chlorophyll Content. *J. Environ. Oual. Vol.* 15 (1): 31-35.
- Robinson, E., Et Robbins, R. C (1970). Gazeous Atmospheric Pollutants From Urban and Natural Sources in Singer: *Global Effects of Environmental Pollution*, Reidel Ed., P. 50-64.

- Ross, W. C., (1974). Plant Physiology Laboratory Manual. Wadsworth Publishing Company, Belmont, California. in Yong Pea Seedlings. Plant Physiology, 40: 424-432.
- Salisbury, F. B., Ross, C., (1969). Plant Physiology, Wadsworth Pub. Co. Calif., U.S.A., 648.
- Tingey, D. T., Standley, C., ve Field, R. W., (1976). Stress Ethylene Evolution: A Measure of Ozone Effects on Plants. Atmospheric Environment, 10, 969-974.
- Todd, G. W., (1957). Some Effects of Air Pollutants on the Growth and Productivity of Plants. The Botanical Gazette, 120, (2): 75-80.
- Tukey, J. W., (1953). Some Selected Quick And Easy Methods For Statistical Analysis Transactions of New York Acad. Sci., 88-97.
- Uno, Y. and Miyake (1972). Studies on Physiological *Tabacco leaf* Spot IV. Ethylene Production On Physiological Tabacco Spot. Bull. Utsunomiya Tob. Expt. Stn., 11: 23-27.
- Vardar, Y. (1977). Bitki Fizyolojisi Dersleri. Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova-İzmir.
- Weinstock, B. Et Nicki, H. (1972). Carbon Monoxide Balance In Nature, Science, 176, P. 290-292.
- Witham, F. H., Blaydey, D. F., Devlin, R. M., (1971). Experiments in Plant Physiology, New York: Von Nostrand Reinhold Company, 55-56.
- Yürekli, K., Güven, A., ve Görk, G., (1974). Spektrofotometre İle Büyüme Hormonlarının Kantitatif Tayinleri Üzerinde Çalışmalar. Bitki, 1., 60-68.