

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Berken ÇİMEN

**FARKLI TURUNÇGİL ANAÇLARI ÜZERİNE AŞILI NAVELİNA GÖBEKLİ
PORTAKALININ DEMİR (Fe) KLOROZUNA TOLERANSININ
FİZYOLOJİK YÖNDEN İNCELENMESİ**

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2011

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI TURUNÇGİL ANAÇLARI ÜZERİNE AŞILI NAVELİNA GÖBEKLİ
PORTAKALININ DEMİR (Fe) KLOROZUNA TOLERANSININ
FİZYOLOJİK YÖNDEN İNCELENMESİ**

Berken ÇİMEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 16/08/2011 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Turgut YEŞİLOĞLU
DANIŞMAN

.....
Prof. Dr. Mustafa KAPLANKIRAN
ÜYE

.....
Yrd. Doç. Dr. Bilge YILMAZ
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: ZF2010YL30

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI TURUNÇGİL ANAÇLARI ÜZERİNE AŞILI NAVELİNA GÖBEKLİ PORTAKALININ DEMİR (Fe) KLOROZUNA TOLERANSININ FİZYOLOJİK YÖNDEN İNCELENMESİ

Berken ÇİMEN

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

Danışman :Prof. Dr. Turgut YEŞİLOĞLU
Yıl: 2011, Sayfa: 101

Jüri :Prof. Dr. Turgut YEŞİLOĞLU
:Prof. Dr. Dr. Mustafa KAPLANKIRAN
:Yrd. Doç. Dr. Bilge YILMAZ

Bu çalışmada 8 farklı turunçgil anacı üzerine aşılı Navelina göbekli portakalının yüksek pH'lı koşullarda demir stresine karşı gösterdiği fizyolojik tepkiler belirlenmiştir. Deneme iklim kontrollü büyüme odasında 26°C-20°C gündüz-gece sıcaklığı, 16 saat gün uzunluğu ve %60 nem koşulları sağlanarak yürütülmüştür. İklim odasında Tuzcu 31-31 turuncu, Gou Tou turuncu, Volkameriana, Antalya Kleopatra mandarini, Carrizo sitranjı, Troyer sitranjı, C-35 sitranjı ve Yerli üç yapraklı anaçları üzerine aşılı 1 yaşlı Navelina portakalları modifiye edilmiş besin çözeltisiyle 2 ay büyütülmüştür. Daha sonra demir stresi yaratmak için (-)Fe bitkilerine 10 µM FeEDTA+3 mM NaHCO₃ ve 2g/l CaCO₃ (pH=7.8); kontrol bitkilerine ise besin solüsyonlarına 100 µM FeEDTA (pH=6) eklenerek 5 ay süreyle uygulanmıştır. Deneme sonunda bitki boyu, yaprak sayısı, bitki taze ağırlığı, demir klorozu skalası, yaprak toplam ve aktif demir konsantrasyonları belirlenmiştir. Yaprak klorofil konsantrasyonu SPAD-502 metre; yaprak gaz değişim parametreleri (fotosentez hızı, stomal iletkenlik, yaprak terleme oranı ve yaprak su kullanım etkinliği) LCA-4 fotosentez ölçüm seti ile ve klorofil ışımaya etkinliği ise Fluorpen fluorometresi ile saptanmıştır. Navelina portakalı fidanlarında incelenen bitki boyu, yaprak sayısı, bitki taze ağırlığı, toplam ve aktif demir, fotosentetik parametreler, klorofil ışımaya verimi ve SPAD parametrelerinin demir stresi bitkilerinde kontrol grubuna göre azalma gösterdiği belirlenmiş ve kullanılan anaçların tolerans düzeyleri birbirinden farklılık göstermiştir.

Elde edilen bulgular sonucunda, Fe stresi bakımından Tuzcu 31-31 ve Gou Tou turunçları üzerine aşılı olan Navelina fidanları çok tolerant; Volkameriana ve Antalya Kleopatra mandarini üzerindeki orta tolerant; Carrizo sitranjına aşılılar az tolerant; Troyer sitranjına aşılılar duyarlı; C-35 sitranjı ve Yerli üç yapraklı anaçları üzerindeki ise çok duyarlı olarak saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Turunçgil, Navelina, Anaç, Demir Klorozu, Fotosentez

ABSTRACT

MASTER THESIS

PHYSIOLOGICAL INVESTIGATION OF TOLERANCE OF NAVELINA ORANGE BUDDED ON DIFFERENT CITRUS ROOTSTOCKS TO IRON CHLOROSIS

Berken ÇİMEN

**CUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE
DEPARTMENT OF HORTICULTURE**

Supervisor :Prof. Dr. Turgut YEŞİLOĞLU
Year: 2011, Page: 101

Jury :Prof. Dr. Turgut YEŞİLOĞLU
:Prof. Dr. Mustafa KAPLANKIRAN
:Asst. Prof. Dr. Bilge YILMAZ

In this study, physiological responses of Navelina orange budded on eight different citrus rootstocks were investigated to iron stress under high pH conditions. The experiment was evaluated in a climate-controlled plant growth chamber under 26°C-20°C day-night temperature, 16 hours of photoperiodism and 60% humidity. Navelina oranges grafted on Tuzcu 31-31 sour orange, Gou Tou sour orange, Volkameriana, Antalya Cleopatra mandarin, Carrizo citrange, Troyer citrange, C-35 citrange and Poncirus trifoliata were grown for two months and irrigated with a modified nutrient solution. At the end of this period, 10 µM FeEDTA+3 mM NaHCO₃ and 2g/l CaCO₃ (pH=7.8) were added to the nutrient solution to mimic an iron chlorosis environment and control plants were irrigated with a nutrient solution containing 100 µM FeEDTA (pH=6) for five months. At the end of the experiment, plant height, leaf number, plant fresh weight, iron chlorosis color scale and leaf total and active Fe concentrations parameters were determined. Chlorophyll concentration was estimated using a portable SPAD-502 meter and chlorophyll fluorescence was measured with a portable fluorometer. Also leaf gas exchange parameters (photosynthetic rate, stomal conductivity, leaf transpiration rate, leaf water use efficiency) were measured using a LCA-4 photosynthesis measurement instrument. With iron stress, plant height, leaf number, plant fresh weight, total and active Fe, leaf gas exchange parameters, chlorophyll fluorescence yield and SPAD values of Navelina seedlings were reduced relative to control plants and tolerance to iron deficiency differed among the rootstocks.

As a result, Navelina seedlings budded on Tuzcu 31-31 and Gou Tou sour oranges were found very tolerant; the ones budded on Volkameriana and Antalya Cleopatra were mid-tolerant; seedlings budded on Carrizo citrange less tolerant; seedlings budded on Troyer citrange as susceptible and Navelina budded on C-35 citrange and Poncirus trifoliata as very susceptible.

Key words: Citrus, Navelina, Rootstock, Iron Chlorosis, Photosynthesis

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, bana tez çalışmam süresince yapıcı ve yönlendirici fikirleri ile yol gösteren, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde göreve başladığımdan bu yana her zaman bana destek olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Turgut YEŞİLOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez jürisinde bulunma nezaketini gösteren hocam Prof. Dr. Mustafa KAPLANKIRAN'a,

Tezim boyunca kapısını her çaldığımda beni asla geri çevirmeyen, yapıcı ve yönlendirici fikirleri ile bana hep destek olan hocam Yrd. Doç. Dr. Bilge YILMAZ'a,

Tezimin laboratuvar ve yazımı aşamalarında yardımcı olan sevgili arkadaşım Dr. Meral İNCESU'ya,

Yüksek lisans çalışmamın laboratuvar aşamalarında yardımlarını gördüğüm sayın hocam Prof. Dr. Ömür DÜNDAR'a

Tezimin demir okumalarında Toprak Bölümü'nün olanaklarını kullanmamı sağlayan sayın hocam Prof. Dr. İbrahim ORTAŞ ve Dr. Çağdaş AKPINAR'a,

Fidan üretimi ve laboratuvar çalışmalarında yanımda olan İsrail BORAN, Süha ÇERÇİ, Ayşegül ÖZTÜRK ve Bayramali DOĞAN'a,

Yüksek lisans çalışmalarım esnasında tüm bölüm olanaklarından yararlanmamı sağlayan Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölüm Başkanlığı'na, maddi destek veren Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje no: ZF2010YL30) içten teşekkürlerimi sunarım.

Ve maddi manevi her zaman yanımda olan annem ve babam 'Ülkü ve Nejat ÇİMEN'e çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
2.1. Bitkilerde Demir Alınımı ve Demirin Bitki Metabolizmasındaki İşlevleri.....	5
2.2. Demir Klorozuyla İlgili Turunçgillerde Yapılan Tarama Çalışmaları.....	9
3. MATERYAL VE METOD.....	15
3.1. Materyal.....	15
3.1.1. Denemede Kullanılan Anaçların Özellikleri.....	15
3.1.1.1. Tuzcu 31-31 turuncu (<i>Citrus aurantium</i> L.).....	15
3.1.1.2. Gou Tou Turuncu (<i>Citrus aurantium</i> var. “Gou Tou”).....	16
3.1.1.3. Volkameriana (<i>Citrus volkameriana</i> Tan. ve Pasq. var “Volkameriana”).....	16
3.1.1.4. Antalya Kleopatra Mandarinini (<i>Citrus reshni</i> Tan. var “Antalya”).....	17
3.1.1.5. Carrizo Sitranjı (<i>Citrus sinensis</i> L. Osb. x <i>Poncirus trifoliata</i> L. Raf.).....	18
3.1.1.6. Troyer Sitranjı (<i>Citrus sinensis</i> L. Osb. x <i>Poncirus trifoliata</i> L. Raf.).....	19
3.1.1.7. C-35 Sitranjı (<i>Poncirus trifoliata</i> L. Raf. x <i>Citrus sinensis</i> Osb. ‘Ruby’).....	20
3.1.1.8. Yerli Üç Yapraklı (<i>Poncirus trifoliata</i> var. Yerli).....	20
3.1.2. Denemede Kullanılan Çeşit ve Özellikleri.....	21
3.1.2.1. Navelina Göbekli Portakalı (<i>Citrus sinensis</i> L.).....	21

3.2. Metod	22
3.2.1. Morfolojik İncelemeler	24
3.2.1.1. Yaprak sayısı (adet).....	25
3.2.1.2. Bitki Boyu (cm).....	25
3.2.1.3. Bitki Taze Ağırlığı (g/bitki)	25
3.2.1.4. Bitkilerin Kloroz Durumlarının Demir Klorozu Skalasına Göre Belirlenmesi	25
3.2.2. Fizyolojik İncelemeler	26
3.2.2.1. Yaprak Klorofil Miktarının Belirlenmesi ($\mu\text{mol m}^{-2}$)	26
3.2.2.2. Yapraklarda Toplam Fe Konsantrasyonunun Belirlenmesi (mg/kg)	26
3.2.2.3. Yapraklarda Aktif Fe Konsantrasyonunun Belirlenmesi (mg/kg)	27
3.2.2.4. Fotosistem II (PSII) ölçümleri	28
3.2.2.5. Fotosentez Hızı ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$).....	28
3.2.2.6. Stomal İletkenlik ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	29
3.2.2.7. Terleme Oranı ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$).....	29
3.2.2.8. Su Kullanım Etkinliği [$\mu\text{mol (CO}_2) \text{ mmol (H}_2\text{O)}^{-1}$].....	29
3.2.3. Tartılı Derecelendirme	30
3.2.4. Deneme Deseni ve İstatistik Analizler	33
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	35
4.1. Morfolojik İncelemeler	35
4.1.1. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakal Fidanlarının Yaprak Sayıları (adet/bitki).....	35
4.1.2. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakalı Bitki Boyları (cm).....	42
4.1.3. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakallarının Bitki Ağırlıkları (g/bitki)	49
4.1.4. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakallarının Demir Klorozu Skalası Değerleri.....	51
4.2. Fizyolojik İncelemeler	57

4.2.1. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakallarının Yaprak SPAD Değerleri ($\mu\text{mol m}^{-2}$).....	57
4.2.2. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakallarının Yaprak Toplam Demir Konsantrasyonları (mg/kg).....	59
4.2.3. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakallarının Yaprak Aktif Demir Konsantrasyonları (mg/kg).....	61
4.2.4. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakallarının Yaprak PSII Klorofil Işıma Verimlilikleri	64
4.2.5. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakallarının Fotosentez Hızları ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).....	66
4.2.6. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakalı Yapraklarının Stomal İletkenliği ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).....	69
4.2.7. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakallarının Yaprak Terleme Oranları ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	71
4.2.8. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakallarının Yaprak Su Kullanım Etkinliği [$\mu\text{mol (CO}_2\text{) mmol (H}_2\text{O)}^{-1}$].....	74
4.3. Denemede İncelenen Parametreler Arasındaki İlişki Durumları	76
4.4. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakalında Tartılı Derecelendirme Sonuçları	83
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	85
KAYNAKLAR.....	89
ÖZGEÇMİŞ	101

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan anaçlar	15
Çizelge 3.2. Deneme sonunda ölçülen parametrelerin etki oranları.....	30
Çizelge 3.3. Yaprak sayısı farkı (%) tartılı derecelendirme puanları	31
Çizelge 3.4. Bitki boyu farkı (%) tartılı derecelendirme puanları.....	31
Çizelge 3.5. İklim odası bitki ağırlığı farkı (%) tartılı derecelendirme puanları.....	31
Çizelge 3.6. İklim odası SPAD farkı (%) tartılı derecelendirme puanları.....	31
Çizelge 3.7. İklim odası skala tartılı derecelendirme puanları.....	31
Çizelge 3.8. İklim odası toplam demir farkı (%) tartılı derecelendirme puanları.....	32
Çizelge 3.9. İklim odası aktif demir farkı (%) tartılı derecelendirme puanları.....	32
Çizelge 3.10. PSII farkı (%) tartılı derecelendirme puanları	32
Çizelge 3.11. Fotosentez hızı farkı (%) tartılı derecelendirme puanları.....	32
Çizelge 3.12. Terleme oranı farkı (%) tartılı derecelendirme puanları	32
Çizelge 3.13. Terleme oranı farkı (%) tartılı derecelendirme puanları	33
Çizelge 3.14. Su kullanım etkinliği farkı (%) tartılı derecelendirme puanları.....	33
Çizelge 3.15. Anaçların tartılı derecelendirme puanlarına göre demir klorozuna tolerans düzeylerinin sınıflandırılması	33
Çizelge 4.1. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin yaprak sayıları (adet)	37
Çizelge 4.2. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin boyları (cm)	43
Çizelge 4.3. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin taze ağırlıkları (g/bitki)	50
Çizelge 4.4. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin kloroz skalası değerleri.....	52
Çizelge 4.5. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin SPAD değerleri ($\mu\text{mol m}^{-2}$)	58

Çizelge 4.6. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin yaprak toplam demir konsantrasyonları (mg/kg)	60
Çizelge 4.7. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin yaprak aktif demir konsantrasyonları (mg/kg)	63
Çizelge 4.8. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin PSII etkinlikleri.....	65
Çizelge 4.9. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin fotosentez etkinlikleri ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	68
Çizelge 4.10. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı yapraklarının stomal iletkenlikleri ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).....	70
Çizelge 4.11. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin terleme oranları ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	73
Çizelge 4.12. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin su kullanım etkinlikleri [$\mu\text{mol (CO}_2) \text{ mmol (H}_2\text{O)}^{-1}$]	75
Çizelge 4.13. Denemede incelenen parametrelerin arasındaki korelasyon katsayıları.....	80
Çizelge 4.14. Tartılı derecelendirme sonuçları	84

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Navelina göbekli portakalı aşılınmış çöğürlerden bir görüntü.....	22
Şekil 3.2. Bitkilerin denemenin yürütüleceği ortama şaşırtılması.....	23
Şekil 3.3. Deneme sonunda iklim odasındaki bitkilerin genel görüntüsü.....	24
Şekil 3.4. Fidanlarda deneme sonunda SPAD ölçümünden bir görüntü.....	26
Şekil 3.5. Toplam demir konsantrasyonu tayininden görüntüler.....	27
Şekil 3.6. Aktif demir konsantrasyonu tayininden görüntüler	27
Şekil 3.7. Fidanlarda deneme sonunda PSII ölçümünden bir görüntü.....	28
Şekil 3.8. Deneme kullanılan fotosentez ölçüm cihazından bir görünüm.....	29
Şekil 4.1. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin yaprak sayıları (adet/bitki)	37
Şekil 4.2. Tuzcu 31-31 turuncu ve Gou Tou turuncu üzerine aşılı Navelina fidanlarının aylık ortalama yaprak sayıları (adet/bitki)	38
Şekil 4.3. Volkameriana ve Antalya Kleopatra mandarini üzerine aşılı Navelina fidanlarının aylık ortalama yaprak sayıları (adet/bitki)	39
Şekil 4.4. Carrizo ve Troyer sitranjları üzerine aşılı Navelina fidanlarının aylık ortalama yaprak sayıları (adet/bitki)	40
Şekil 4.5. C-35 sitranjı ve Yerli üç yapraklı üzerine aşılı Navelina fidanlarının aylık ortalama yaprak sayıları (adet/bitki)	41
Şekil 4.6. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin boyları (cm).....	44
Şekil 4.7. Tuzcu 31-31 turuncu ve Gou Tou turuncu üzerine aşılı Navelina fidanlarının aylık ortalama bitki boyları (cm).....	45
Şekil 4.8. Volkameriana ve Antalya Kleopatra mandarini üzerine aşılı Navelina fidanlarının aylık ortalama bitki boyları (cm).....	46
Şekil 4.9. Carrizo ve Troyer sitranjları üzerine aşılı Navelina fidanlarının aylık ortalama bitki boyları (cm).....	47
Şekil 4.10. C-35 sitranjı ve Yerli üç yapraklı üzerine aşılı Navelina fidanlarının aylık ortalama bitki boyları (cm).....	48

Şekil 4.11. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin bitki ağırlıklıları (g/bitki)	50
Şekil 4.12. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin kloroz skalası değerleri.....	52
Şekil 4.13. Deneme sonunda Tuzcu 31-31 ve Gou Tou turunçları üzerine aşılı bitkilerin genel ve sürgün görüntüleri	53
Şekil 4.14. Deneme sonunda Volkameriana ve Antalya Kleopatra mandarini üzerine aşılı bitkilerin genel ve sürgün görüntüleri.....	54
Şekil 4.15. Deneme sonunda Carrizo ve Troyer sitranjları üzerine aşılı bitkilerin genel ve sürgün görüntüleri	55
Şekil 4.16. Deneme sonunda C-35 sitranjı ve Yerli üç yapraklı üzerine aşılı bitkilerin genel ve sürgün görüntüleri	56
Şekil 4.17. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin SPAD değerleri ($\mu\text{mol m}^{-2}$)	58
Şekil 4.18. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin yaprak toplam demir konsantrasyonları (mg/kg).....	61
Şekil 4.19. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin yaprak aktif demir konsantrasyonları (mg/kg)	63
Şekil 4.20. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina bitkilerinin PSII etkinlikleri	66
Şekil 4.21. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin fotosentez etkinlikleri ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	68
Şekil 4.22. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin stomal iletkenlikleri ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).....	71
Şekil 4.23. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin terleme oranları ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).....	73
Şekil 4.24. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin su kullanım etkinliği [$\mu\text{mol (CO}_2\text{) mmol (H}_2\text{O)}^{-1}$].....	76
Şekil 4.25. Denemede incelenen parametrelerin korelasyon dağılım grafikleri	81
Şekil 4.26. Toplam demir konsantrasyonlarının aktif demir, SPAD, fotosentez hızı ve PSII parametreleri ile regresyon eğrileri	82

Şekil 4.27. Aktif demir konsantrasyonlarının, SPAD, PSII, fotosentez hızı
ve yaprak sayısı parametreleri ile regresyon eğrileri..... 82

1. GİRİŞ

Turunçgiller dünyada yetiştiriciliği yapılan en önemli meyve gruplarından biridir. Turunçgil grubunun sahip olduğu tür ve çeşit zenginliği, meyvelerinin olgunlaşmasının uzun bir döneme yayılması ve olgunlaşan meyvelerin ağaç üzerinde bekletilebilmesi turunçgillerin önemini arttırmaktadır. Dünyada turunçgil üretimi ekvatorдан kuzey ve güney kutuplarına doğru 40° enlemleri içerisinde toprak ve iklimin elverişli olduğu tropik ve subtropik bölgelerde yapılmaktadır (Saunt, 2000). Turunçgil meyveleri üretimi 2009 yılında 122.368.732 tona ulaşmıştır (FAO, 2011). Pazar payında görülen sürekli sayılabilecek yükselme, Ülkemiz dahil olmak üzere Akdenize kıyısı olan bir çok ülkede yetiştiricilik alanlarını hızla arttırmıştır.

Ülkemiz 2009 yılında turunçgil üretimi 3.513.771 tona yükselmiştir. Türkiye'nin toplam turunçgil üretiminin 1.689.920 tonunu portakal (%48.09), 846.390 tonunu mandarin (%24.09), 783.587 tonunu limon (%22.30), 190.973 tonunu altıntop (%5.44) ve 2.901 tonunu (%0.08) turunç oluşturmaktadır. Ülkemizde çok önemli yeri olan turunçgil yetiştiriciliği, diğer meyve türlerine oranla daha hızlı bir gelişim içerisinde. Türkiye Akdeniz ülkeleri içerisinde potansiyeli en yüksek ülkelerden biridir. Turunçgil tarımının yoğun olarak yapıldığı Akdeniz ülkelerinde, dünya toplam turunçgil üretiminin %17.32'si gerçekleştirilmektedir. Türkiye'nin dünya üretimindeki payı ise %2.87'dir. Türkiye'de giderek artan turunçgil üretim alanı 100.540 ha'dır (FAO, 2011).

Akdeniz ülkeleri iklimsel özellikleri sayesinde turunçgil yetiştiriciliği için elverişli koşullara sahiptir. Ancak, Akdeniz bölgesi topraklarının yüksek kireçli yapıda olması nedeniyle bu bölgede yetiştirilen meyve ağaçlarında demir (Fe) noksanlıkları görülmektedir. Demir noksanlığı alkali yapıya sahip, kireçli topraklarda yetiştirilen bitkilerde sıklıkla görülen bir sorun olup, Fe klorozu çok kireçli topraklarda nemli ve yarı-nemli iklime sahip alanlarda yetiştirilen bitkilerin bir çoğunu olumsuz şekilde etkilemektedir (Yadav ve Singh, 1988; Lopez-Millan ve ark., 2000; Vallejo ve ark., 2000). Ülkemizin de içinde yer aldığı Akdeniz havzasındaki meyve ağaçlarının %20-50'si Fe klorozu ile ilgili sıkıntı yaşamaktadır (Pestana ve ark., 2005).

Meyve verim ve kalitesini önemli ölçüde etkileyen demir elementi alımının, kireçli topraklarda anaç kullanımı ile arttırılabildiği bilinmektedir (Rombola ve Tagliavini, 2006). Turunçgil meyveleri genellikle tohum, çelik ve diğer vegetatif yöntemlerle kolaylıkla çoğaltılabilirlerse de, özellikle başta hastalıklar olmak üzere, çeşitli toprak ve iklim koşullarına uyabilmeleri için anaç kullanılarak çoğaltılmaktadırlar (Yıldırım, 1996). Ancak, anaçların farklı ekolojik koşullardaki davranışları değişik olabilmekte ve bunun sonucu olarak da üzerine aşılana çeşitlerin meyve verim ve kalitesini, bitki besin maddelerinin alımı ve kullanımını, büyüme ve gelişmelerini farklı şekilde etkileyebilmektedirler. Bu nedenle, anaç seçimi yetiştiricilik açısından önemli faktörlerden birisidir (Açıklan ve ark., 2008).

Akdeniz havzasında önemli bir meyve grubu olan turunçgil meyveleri kireçli topraklarda, demir klorozuna hassas olarak bilinirler. Görülen bu demir noksanlığının en belirgin sebebi alkali topraklarda bikarbonat iyonlarının yüksek seviyelerde olmasıdır. Toprakta yüksek miktarlarda bulunan bikarbonat iyonları toprak ve bitkideki demir yarıyışlılığını azaltarak, bitkilerdeki metabolik işlemleri etkilemekte buda verim ve kalite kayıpları olarak yansımaktadır. Meyve ağaçlarında kireç kaynaklı demir noksanlığına bağlı olarak verimde azalmalar, meyve olgunlaşmasının gecikmesi, meyve kalitesinin düşmesi gibi sonuçlar saptanmıştır. Kireçli toprak koşullarında başarılı bir turunçgil yetiştiriciliği uygun anacın varlığına bağlıdır. (Pestana ve ark., 2005).

Demir noksanlığı sonucu bitkilerde azalan kalite ve verimin sebebi fotosentetik pigment oluşumunun ve klorofil sentezinin azalmasıdır. Azalan klorofil miktarına bağlı olarak bitkilerin fotosentetik kapasitelerinde düşüşler görülmektedir (Abadia ve Abadia, 1993; Morales ve ark., 1998). Fe canlı organizmaların birçok biyokimyasal metabolizmalarında rol oynamaktadır. Solunum ve hücre bölünmesi gibi çok önemli hücresel olaylarda proteinlerin bir bileşeni olarak; terleme ve fotosentez gibi önemli biyolojik olayların indirgeme aşamalarında ve klorofil biyosentezinde görev alır (Einsenstein ve Blemings, 1998; Zocchi ve ark., 2007). Ayrıca, Fe elementinin klorofil sentezinde önemli bir yere sahip olduğu, klorofilin öncü maddesi olan S-aminolevulinik asitin sentezini etkilediği ve Fe içeren

bileşiklerin en çok bilinen işlevinin solunum sırasında oksijenin suya indirgenmesi olduğu belirtilmektedir (Çakmak ve Engels, 2000; Güzel ve ark., 2004).

Turunçgil yetiştiriciliğinde anaç kullanımı, tohumuz çeşitlerin çoğaltılması; monoembriyonik çeşitler ve nuseller embriyoniye eğilimi düşük olan çeşitlerde açılımı önlemek; verimliliği artırmak; erken meyveye yatmayı sağlamak; olgunlaşmayı öne almak; meyve kalitesini etkilemek; çeşitli hastalıkların yaygın olduğu bölgelerde dayanıklılığı sağlamak ve çeşitli toprak ve iklim koşullarına uyabilmeleri için gerekli bulunmaktadır.

Kireçli ve oldukça değişik karakterdeki topraklara uygunluk gösteren turunç anacı kök boğazı çürüklüğüne dayanıklı olması, ticari çeşitlerle genellikle iyi uyumu, kolaylıkla çoğaltılabilmesi, %85-90 oranında nuseller embriyo oluşturması ile birörnek çöğür vermesi sebebiyle Akdeniz havzasında yaygın olarak kullanılan bir anaç olmuştur (Özsan, 1979).

Turunçgillerde görülen tristeza virüs hastalığı ilk kez 1890'lı yıllarda turunç anacı üzerinde yetiştirilen portakal ve mandarinlerin ölüm nedeni olarak belirlenmiştir (İncesu, 2011). Hastalık aşısı gözü ve aşılama yoluyla bulaştığı gibi, en önemli bir diğer yayılma yolu ise *Toxoptera citricida* vektörüdür. Demir klorozuna tolerant olması nedeniyle Akdeniz havzasında yaygın olarak kullanılan turunç anacı tristeza virüs hastalığına duyarlıdır (Yeşiloğlu ve ark., 2007). Genetik varyasyon açısından büyük zenginliğe sahip olan turunçgillerde anaç olarak kullanılan türler arasında demir klorozuna toleransı yüksek veya düşük olanlar bulunmaktadır. Kireçli topraklarda demir klorozuna üç yapraklı [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.], portakal [*C. sinensis* (L.) Osb.], ve Troyer sintranjı (*C. sinensis* x *P. Trifoliata*) duyarlı olarak bilinmekle birlikte turunç (*C. aurantium* L.) ve Kleopatra mandarini (*C. reshni* Hort. ex Tan.) tolerant olarak yapılan çalışmalar ile belirlenmiştir (Hamze ve ark., 1986; Castle, 1987; Treeby ve Uren, 1993; Pestana ve ark., 2005).

Ancak farklı tolerans düzeylerine sahip olan turunçgil anaçlarının anaç olarak kullanımını tristeza virüsü kısıtlamaktadır. Dünya turunçgil üretiminin % 22'sinin gerçekleştirildiği Akdeniz havzası hem turunç anacının kullanılması nedeniyle bu virüs hastalığının tehdidi altında ve hem de toprakların yüksek pH'lı olması nedeniyle meyve ağaçlarının %20-50'si demir klorozu ile ilgili sıkıntı yaşamaktadır

(Pestana ve ark., 2005). Turunçgil üretiminin çok önemli bir paya sahip olduğu bu bölgede turunca alternatif olabilecek hem tristeza virüs hastalığına tolerant hem de yüksek pH'lı topraklara iyi adapte olabilecek yeni anaçların bulunması zorunlu hale gelmiştir.

Turunçgil yetiştiriciliğinde zorunlu hale gelen anaç kullanımı ve anaçların değişik iklim ve toprak koşullarındaki davranışları konusunda dünyada uzun yıllardan beri çalışmalar yapılmaktadır. Ağacın gelişmesi, verimlilik ve meyve kalitesinde önemli rol oynayan bitki besin maddelerinden anaçların yararlanması da büyük bir değişim gösterebilmektedir (Ülbeği, 1990). Kloroza dayanıklı anaçların geliştirilmesi demir klorozu için en iyi çözüm olacaktır, ancak bu uzun dönemde gerçekleştirilebilir bir yaklaşımdır (Pestana ve ark., 2005). Anaç ıslahı çalışmaları sürerken turunçgiller içinde turunca alternatif olabilecek anaçların belirlenebilmesi için tarama çalışmaları yapılmalıdır.

Bu çalışmanın amacı, Akdeniz havzasında yetiştirilmekte olan Navelina göbekli portakalı aşılınmış sekiz farklı turunçgil anacının kireçli koşullarda demir klorozuna göstermiş oldukları tolerans düzeylerini belirleyerek, kireçli topraklarda turunç anacına alternatif olabilecek anaçları saptamaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Bitkilerde Demir Alınımı ve Demirin Bitki Metabolizmasındaki İşlevleri

Demir (Fe) yerkabuğunda en fazla bulunan dördüncü elementtir (Marshner, 1995). Demir topraklarda oksit, hidroksit, ve silikat mineralleri şeklinde bulunduğu gibi amorf oksitler şeklinde ve adsorbe edilmiş ya da organik madde ile kompleks oluşturmuş veya toprak çözeltisinde çözülmüş şekillerde bulunur (Kacar ve Katkat, 2006).

Bitkiler geliştikleri ortamdan demiri sürekli almak durumundadır. Yaşlı yapraklardan genç yapraklara demirin aktarılmaması nedeniyle bitki, büyüme organlarının demir gereksinimini sürekli demir alarak karşılayabilmektedir (Kacar ve Katkat, 2009).

Topraklarda toplam Fe miktarının yüksek olmasına karşın, bitkilerin metabolizmalarında kullanabildikleri (Fe^{+2}) miktarı azdır ve bu nedenle Fe klorozu kireçli topraklarda karşılaşılan en yaygın problem olarak görülmektedir (Marschner, 1995; Mengel ve ark., 2001; Fernandez ve ark., 2006). Demir noksanlığı belirtileri öncelikle genç yapraklarda görülür. Noksanlığın ileri aşamalarında yaşlı yapraklar da etkilenir. Bitkilerde demir noksanlığı damarlar arasında sararma şeklinde ortaya çıkar. Demir noksanlığının en tipik özelliği yapraklarda en ince damarların bile yeşil kalması ve damarlar arasında rengin tamamen sarıya dönmesidir. Noksanlığın ileri aşamalarında öncelikle ince damarlar olmak üzere tüm damarlar sararır ve yeterli miktarda klorofil oluşmaması nedeniyle en genç yapraklar adeta beyaz bir renk alır (Kacar ve ark., 2002).

Bitkiler toprakta bulunan Fe'den yararlanabilmek için özel mekanizmalar geliştirmişlerdir (Römheld ve Marschner, 1986; Römheld, 1987; Marschner ve Römheld, 1994; Brancadoro ve ark., 1995). Dikotiledonlar ve buğdaygiller dışındaki monokotiledonlar tarafından geliştirilen mekanizma Strateji 1 olarak adlandırılmaktadır. Strateji 1 grubuna dahil bitkiler, rizosferde kimyasal değişimler meydana getirerek, asidifikasyon ve indirgenme ve/veya şelatize maddelerini salgılayarak; kökte rizodermal transfer hücrelerini ve daha fazla kılcak kök

oluşumunu sağlayarak Fe alımını gerçekleştirmekte ve kök-hücre plazma membranında Fe^{+3} 'ü, Fe^{+2} ye indirgemektedirler (İncesu, 2011).

Strateji 2 ise buğdaygil bitkileri tarafından geliştirilmiştir. Bu mekanizma bitki kökleri tarafından fitosideroforların rizosfere salgılanması esasına dayalıdır. Bu salgı Fe^{+3} 'ün rizosferde hareketli hale geçip bitkiler tarafından alınabilirliğini sağlamakta ve bu sayede Fe kök hücrelerine Fe-fitosiderofor formunda alınmaktadır (Özdemir, 2005). Fitosiderofor adı verilen maddeler, mugineik ve avenik asitler gibi protein olmayan asitlerdir. Buğdaygil bitkilerinde kök uçlarında salgılanan fitosideroforlar rizosferde Fe^{+3} ile kilyet oluştururlar. Kilyetten ayrılan ve indirgenen Fe, Fe^{+2} şeklinde kök hücreleri tarafından alınır (Kacar ve Katkat, 2006).

Bitkilerde önemli fizyolojik işlevleri olan demir tarafından pek çok biyokimyasal tepkimeleri katalize eden enzimler aktive edilir. Demir, çeşitli metabolik işlevlerde elektron aktarıcı olarak önemli görev yapan ferrodoksinin yapısında bulunur (Kacar ve ark., 2002). Ayrıca demirin bitkinin fizyolojik ve biyokimyasal olaylarında önemli bir element olduğu, birçok enzimde kofaktör olarak görev yaptığı ve klorofil oluşumunda etkin bir rol üstlendiği bilinmektedir (Marshner, 1995). Demir eksikliğinde yapraklarda esas olarak klorofil miktarında düşüşler meydana geldiği bildirilmiştir (Iturbe-Ormaeste ve ark., 1995; Ranieri ve ark., 2001; Gogorcena ve ark., 2004).

Hu ve ark. (2006), turuncgillerin fotosentez mekanizması üzerine çevresel etkileri araştırmışlardır. Çalışmada ışık, sıcaklık, su, tuz ve bazı bitki besin elementlerinin (N, P, Fe) fotosentezi etkilediklerini bildirmiştir. Şiddetli ışık veya ultraviyole ışınlarının PSII ve ksantofil döngüsünü engellemesinin sonucu fotosentezin de olumsuz etkilendiğini belirtirken; yükselen CO_2 konsantrasyonu ile artan fotosentez sonucunda turuncgil ağaçlarının gelişimi, verimi ve kalitesinin artabileceğini açıklamıştır.

Bitkiler için bu denli öneme sahip demir elementi, kireçli topraklara sahip Akdeniz ülkelerinde meyve ağaçlarının büyük bir kısmını olumsuz yönde etkilemektedir (Pestana ve ark., 2005).

Yüksek pH, toprak çözeltisindeki ve sulama suyundaki bikarbonat iyonlarının miktarı; ortamda bulunan magnezyum ve kalsiyum karbonatlarının miktarları;

ortamda fosfat iyonlarının fazla miktarda bulunması; ortamda bakır, mangan, molibden ve çinko gibi ağır metallerin fazla miktarda bulunması topraktaki Fe'in yarayırlılığını etkileyen faktörlerdir (Kacar ve Katkat, 2006). Genellikle Fe'in pH'nın 4'ün üstüne çıktığı her bir birimde alımının 1000 defa azaldığı, ayrıca Fe alımının pH'nın 7.4 ve 8.5 aralığında minimum olduğu bildirilmektedir (Byrne ve ark., 1995).

Demir noksanlığının, klorofil miktarını ve fotosentezi etkilediği birçok çalışmayla belirlenmiştir (Davis ve ark., 1986; Hurley ve ark., 1986; Morales ve ark., 1994; Bertamini ve ark., 2001; Chouliaras ve ark., 2004 a; Pestana ve ark., 2005; Molassiotis ve ark., 2006; Castle ve Nunnallee, 2009; İncesu, 2011).

Şiddetli Fe klorozu gösteren şeftali, armut ve şeker kamışı bitkilerinin yapraklarında gerçekleştirilen klorofil ve gaz değişimi ölçümlerinde klorotik yapraklarda stoma açıklığı, transpirasyon oranı ve su kullanım etkinliğinin azaldığı; ayrıca, klorofil içeriğindeki düşüşün yaprak fotosentez oranını önemli ölçüde azalttığı belirtilmiştir (Larbi ve ark., 2006).

Molassiotis ve ark. (2006), 4 aylık demir klorozuna tolerant (GF-677) ve duyarlı (Cadaman) iki farklı şeftali anacında Fe noksanlığının Fe indirgeme mekanizması, fotosentetik gaz değişimi, klorofil ışması ve antioksidant savunma mekanizmasını incelemiştir. Bikarbonat uygulanmış anaçların kök ve yapraklarında demir içeriklerinde düşüş gözlemlenmiştir. Yüksek bikarbonat konsantrasyonu her iki anacın toplam klorofil içeriği, fotosentez hızı, stomal iletkenliği ve PSII klorofil ışma verimliliğinde de düşüşe sebep olmuştur.

Gonzalez-Mas ve ark. (2009), Navelina portakalı aşılı farklı turunçgil anaçlarının alkali topraklarda gösterdikleri fotosentez performansını inceledikleri çalışmada Carrizo sitranjı, Kleopatra mandarini \times *Poncirus trifoliata* hibridleri olan F-A 5, F-A 13,030116, Troyer sitranjı \times Yerli mandarin (F-A 418), King mandarini \times *P. trifoliata* (F-A 517), Troyer sitranjı \times Cleopatra mandarin melezi 020324 ve Volkameriana \times *P. trifoliata* hibriti olan 230164 anaçlarını kullanmışlardır. Stomal iletkenlik ve terleme oranı bakımından Carrizo sitranjı diğer tüm anaçlardan düşük bulunurken, net fotosentez miktarı bakımından tüm anaçlar aynı değere sahip olmuşlardır. Ancak Carrizo sitranjı diğer tüm klorofil ışma parametreleri ve PSII

quantum verimi bakımından diğer anaçlardan düşük değerlere sahip olmuştur. 030116, F-A 517 ve özellikle F-A 5 en yüksek PSII quantum verimine sahip olmuşlardır. Çalışma sonunda fotosentez bakımından yüksek pH'lı topraklarda yetişen Navelina portakalında en tolerant anaç olarak F-A 5 anacı saptanmıştır.

Demir klorozunun fotosentezi etkilediği, bunun da meyve verim ve kalitesinde değişikliklere yol açtığı bilinmektedir. Şeftali ağaçlarında yapılan çalışmada demirle yeterince beslenen sağlıklı ağaçlarla klorotik ağaçların SPAD değeri, meyve verim ve kalite parametreleri incelenmiştir. Bu araştırma sonucunda, Fe eksikliği çeken bitkilerde, sağlıklı bitkilere göre daha az meyve tutumu meydana gelmiştir. Ayrıca tutan meyvelerin iriliğinin sağlıklı bitkilerdeki kadar olmadığı belirlenmiştir. Klorofil miktarının %50 oranında azaldığı şiddetli kloroz durumunda ağaçlardaki ürün kaybı %80'lere ulaşmıştır. Meyve iriliğinin yanında meyve renginde değişiklik; meyve suyu miktarında azalma; meyve suyunda bulunan organik asitler, vitaminler ve fenolik bileşiklerde de değişimler meydana geldiği bildirmiştir (Fernandez ve ark., 2006).

Uysal Kamiloğlu (2009), farklı ara anaç kombinasyonları üzerine aşılı Navelina portakalında yaptığı çalışmada kullanılan ara anaçların çeşidin fotosentez kapasitesine etki ettiğini ve en yüksek fotosentez hızının Star Ruby altıntopunun ara anaç olarak kullanıldığı kombinasyonda olduğunu bildirmiştir.

Eichert ve ark. (2010), demir noksanlığının demir klorozunu artırması ve fotosentetik aktiviteleri azaltmasının yanı sıra yaprağın fonksiyonlarını etkileyen yaprak morfolojisinde bazı değişimlere de yol açtığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada %30 toplam kireç, %10 aktif kireç içeren toprakta yetişmiş 14 yaşlı demir klorozu gösteren şeftali ağaçlarına yapraktan veya topraktan yapılan demir uygulamalarının yaprak ksilem tekstürü, su ilişkisi, gaz değişimleri ve stomal performansa etkilerini incelemişlerdir. Demir noksanlığı maksimum potansiyel PSII etkinliği, net fotosentez oranı, terleme oranı ve su kullanım etkinliğinde azalmalara sebep olmuştur. Araştırmacılar sağlıklı yeşil yapraklarda, klorotik yapraklara oranla net fotosentez oranını yaklaşık 4.0; transpirasyon oranını yaklaşık 1.5; stoma iletkenliğini yaklaşık 2.0; su kullanım etkinliğini yaklaşık 3.0 ve Fe içeriğini yaklaşık 1.2 kat daha fazla bulmuşlardır. Çalışmada demir klorozunu, yaprak ksilem

borularındaki incelme ve yaprak su iletimindeki azalma ile ilişkilendirmişlerdir. Ayrıca kloroz gösteren bitkilerin Fe ile beslenmesi sonucunda fotosentez hızında geri kazanımların mümkün olduğunu, ancak yaprak su ilişkisinde ve ksilem yapısında tamamen iyileşmelerin olmadığı sonucuna varmışlar ve demirin yaprak büyüme ve gelişmesinin ilk aşamalarında bitki tarafından kullanılabilir formda yetiştirme ortamında bulunması gerektiğini belirtmişlerdir.

2.2. Demir Klorozuyla İlgili Turunçgillerde Yapılan Tarama Çalışmaları

Demir klorozundan en fazla etkilenen bitkiler domates, ahududu, kivi, ananas, asma, avokado, kayısı, şeftali, erik, kiraz ve turunçgildir (Fernandez ve ark., 2006). Turunçgil çeşitlerinin Fe klorozuna duyarlı olması nedeniyle bu konuyla ilgili birçok tarama çalışması yapılmıştır.

Cooper ve ark. (1954), kireçli toprakta yaptıkları çalışmalarında Rangpur laymı ve turunç anaçlarının kireçli topraklar için uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Wutscher ve Olsen (1970), Florida'da 16 farklı anaç üzerine aşılı altıntop ağacının yüksek miktarda kireç içeren topraklardaki performanslarını incelemişlerdir. Araştırmacılar, Rangpur laymı ve turunç anaçlarının kireçli topraklar için uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Hamze ve ark. (1986) turunçgil cins, tür ve melezlerinden oluşan 12 anacın su kültüründe yüksek kirece karşı tolerans düzeylerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda anaçlar kirece karşı toleransları bakımından 4 gruba ayrılmıştır. En tolerat olarak *Citrus jambhiri* ve *Citrus macrophylla*; orta tolerat *Citrus volkameriana*, *Citrus aurantium*, *Citrus reticulata* ve *Citrus limonia*; az tolerat *Citrus tawianica*, *Citrus sinensis*, Troyer ve Carrizo sitranjları ve duyarlı olarak *Poncirus trifoliata* ve Swingle sitrumelo belirlenmiştir.

Treeby ve Uren (1993) portakal, Carrizo sitranjı, üç yapraklı, kaba limon, turunç ve Kleopatra mandarinlerinin farklı pH ve Fe içeren su kültürü çalışmasıyla tolerans düzeylerini belirlemeye çalışmışlardır. Demir klorozuna en az tolerans gösteren portakal, Carrizo sitranjı ve üç yapraklı anaçlarını; daha tolerat olarak da kaba limon, Kleopatra mandarini ve turunç anacını belirlemişlerdir.

Sudahono ve ark. (1994) 18 turunçgil anacının demire karşı tolerans düzeylerini saptamak için kum kültüründe yaptıkları çalışmada Fe klorozunu belirlemek için skala, SPAD ölçümü, yaprak klorofil konsantrasyonu, yapraklarda aktif Fe ve toplam Fe'yi belirlemişlerdir. Teksas turuncu (*Citrus aurantium*), Kleopatra mandarini (*Citrus reshni* Tan. var "Kleopatra"), Vangasay limonu 8C. Limon Burm.) ve Ridge pineapple X Milam 1578-201 (*Citrus sinensis* L. Osbeck X *Citrus jambhiri*) tolerant ve orta tolerant olarak bulunmuşlardır. Birçok üç yapraklı melezi orta duyarlı ve çok duyarlı olarak bulunmasına rağmen, Smooth Seville X Arjantin üç yapraklısı ((*Citrus grandis* (L.) Osbeck X *Citrus aurantium*) X *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) ve F-81-12 sitranjının (*Citrus sinensis* X *Poncirus trifoliata*) Fe klorozuna karşı yüksek tolerans gösterdiğini belirtmişlerdir.

Byrne ve ark. (1995), anaçlık özelliğine sahip farklı turunçgil cins, tür ve melezlerinden oluşan toplam 26 anaç üzerine aşılı Ray Ruby altıntopunu yüksek kireçli ve pH'ları 8.3 ve 7.8 olan iki farklı lokasyondaki toprak koşullarında Fe klorozu açısından değerlendirmişlerdir. Anaçların Fe toleransını belirlemek için Fe klorozu skalası ve SPAD ölçümü parametrelerinden yararlanmışlardır.

Castle ve Manthey (1998), 26 farklı Citrus cinsi ve yakın akrabalarının Fe'e dayanımlarını belirlemek için yaptıkları çalışmalarında, 3 aylık bitkileri kullanmışlar ve Fe-redüktaz enzim aktivitesine göre Fe klorozuna olan tolerans düzeylerini saptamışlardır. En yüksek enzim aktivitesine sahip olarak Volkameriana, Eureka limonu, Etrog ağaç kavunu, turunç ve Rangpur laymını; en düşük olarak Swingle sitrumelo, Duncan altıntopu, Thong Dee altıntopu, Ridge Pineapple portakalı, üç yapraklı ve bir papeda seleksiyonunu bulmuşlardır. Birçok genotip ise enzim aktivitesi bakımından düşük-orta seviyede bulunmuştur. Araştırmacılar, yüksek tolerans gösterenlerin Citrus cinsi içinde *Citrus medica* orjinli olanlar olduğunu belirtmiştir.

Pestana ve ark. (2001), Troyer sitranjı (*Citrus sinensis* (L.) Osb. X *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) üstüne aşılı Newhall portakal çeşidinde 0, 5, 10 ve 20 µM Fe miktarlarını kalsiyum karbonatlı ve kalsiyum karbonatsız koşullarda su kültüründe gerçekleştirdikleri denemede; 0 µM Fe ve 5 µM Fe uygulamalarında yaprak klorozu görüldüğünü, yaprak klorofil miktarının azaldığını, köklerin diğer uygulamalara göre

daha küçük olduğunu ve yan dal oluşumunun daha az meydana geldiğini belirtmişlerdir. 0 μM Fe CaCO_3 'lu ve CaCO_3 'suz uygulamalarında oksijen değerlendirme oranını 10 μM Fe uygulamasından daha düşük olarak saptamışlardır. CaCO_3 'lu 0 μM Fe ve 5 μM Fe uygulamalarında demir şelat redüktaz aktivitesinin, 10 ve 20 μM Fe uygulamalarına göre daha fazla artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmada tüm CaCO_3 'lu uygulamalarda fotosistem II etkinliği benzer olarak bulunmakla birlikte, 0 μM Fe'de bu etkinliğin biraz daha az olduğunu belirtmişlerdir. Bu araştırma sonucunda, yaprak klorofil konsantrasyonunun Troyer anacı üstüne aşılı Newhall portakallarında önemli derecede azalma gösterdiğini, fotosentetik kapasitenin az miktarda azaldığını ve fotosistem II etkinliğinin çok az miktarda etkilendiğini saptamışlardır.

Chouliaras ve ark. (2004 a), turunç ve Swingle sitrumelo üstüne aşılı 1 yaşlı Valencia ve Newhall portakal fidanlarının farklı Fe ve bikarbonat dozlarına karşı tepkilerini belirledikleri çalışmada toplam ve aktif Fe miktarını, peroksidaz ve katalaz enzim aktivitelerini, karotenoid/klorofil, P/Fe ve K/Ca oranlarını incelemişlerdir. Çalışmalarında Hoagland besin solüsyonunu modifiye ederek 20 μM Fe-EDDHA (pH 6.0) (+Fe) (kontrol), 0 μM Fe-EDDHA (pH 6.0) (-Fe), 10 μM Fe-EDDHA + 0.5 dm^{-3} CaCO_3 (pH 7.2), 10 μM Fe-EDDHA + 0.5 dm^{-3} CaCO_3 + 10 mM NaHCO_3 (pH 7.5), 10 μM Fe-EDDHA + 0.5 dm^{-3} CaCO_3 + 20 mM NaHCO_3 (pH 7.8) ve 10 μM Fe-EDDHA + 0.5 dm^{-3} CaCO_3 + 40 mM NaHCO_3 (pH 8.2) olmak üzere 6 uygulama yapmışlardır. Deneme sonunda, Fe klorozu belirtileri bikarbonat uygulamalarında, (-)Fe uygulamasına göre her iki anaç ve çeşitte daha şiddetli görülmüştür. Fe noksanlığı gösteren yapraklardaki peroksidaz ve katalaz aktivitelerini düşük bulmuşlardır. Araştırmacılar, peroksidaz, katalaz ve FCR aktiviteleri, aktif Fe konsantrasyonu, karotenoid/klorofil, P/Fe ve K/Ca verilerinin turunçgillerde yapılan Fe klorozu tarama çalışmalarında erken değerlendirme için uygun olabileceğini bildirmişlerdir.

Chouliaras ve ark. (2004 b), turunç (*Citrus aurantium*) ve Swingle sitrumelo (*Poncirus trifoliata* (L.) Raf. X *Citrus paradisi* Macf.) üzerine aşılı Valencia ve Newhall portakal (*Citrus sinensis*) çeşitlerinde Fe eksikliğinde katalaz ve peroksidaz aktivitesi, bitki-su ilişkileri, stomal iletkenlik ve yaprak ağırlığı parametrelerini

incelemişlerdir. Hoagland besin solüsyonuna Fe eklemediklerinde katalaz ve peroksidaz aktivitesi, fotosentez, osmotik basınç, turgor ve yaprak ağırlığının önemli derecede azalma gösterdiğini, fakat stoma iletkenliğinin ve yaprak su potansiyelinin değişmediğini belirtmişlerdir. Ancak araştırmacılar, Hoagland besin solüsyonuna NaHCO_3 (10 ve 40 mM) eklediklerinde stomal iletkenliğin, fotosentez ve turgor basıncının azaldığını; ayrıca, yaprak su potansiyeli ve osmotik basıncın arttığını bildirmişlerdir.

Pestana ve ark. (2005), Troyer sitranjı (*Citrus sinensis* (L.) Osb. X *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.), *Citrus taiwanica* Tan. ve Shim., ve Swingle sitrumelo (*Poncirus trifoliata* (L.) Raf. X *Citrus paradisi* Macf.) turunçgil anaçlarında farklı dozlarda (0, 5, 10, 15 ve 20 $\mu\text{mol Fe dm}^{-3}$) Fe içeren besin çözeltileriyle sulanan bitkilerin sürgün boyunu, yaprak sayısını, kök ve sürgünlerin taze ve kuru ağırlıklarını, yapraklardaki klorofil konsantrasyonunu ve bitki besin elementlerinin miktarlarını incelemişlerdir. Çalışmada yüksek pH'yı sağlamak adına besin çözeltilisine 1 g dm^{-3} CaCO_3 eklemişlerdir. Çalışma sonucunda, Troyer sitranjını bu 3 anaç içerisinde Fe'e en tolerant olarak, Swingle sitrumelo anacını en hassas ve *Taiwanica*'yı ise orta derecede tolerant olarak bildirmişlerdir.

Roose (2008), demir klorozuna karşı tolerant turunçgil anacı ıslahı çalışmaları sonucunda elde ettikleri bitkileri testlemişlerdir. Tarama çalışmaları toprak kültüründe 0, %5 ve %15 CaCO_3 'lu ortamlarda yapılmıştır. Yaklaşık 3 ay stres uygulanan bitkilerde büyüme ve kloroz durumlarına göre melez bitkilerin Fe klorozuna tepkileri belirlenmiştir.

Castle ve Nunnallee (2009), bazı turunçgil ve akrabalarının Fe klorozuna karşı gösterdikleri tepkileri hem su kültüründe hem de %5.9 CaCO_3 eklenmiş toprak kültüründe incelediklerinde su kültürü ve CaCO_3 eklenmiş toprak kültüründeki sonuçların birbirleriyle uyum içinde olduğunu saptamışlardır. Demir klorozu açısından, Fe redüktazı salgılama oranlarına göre *Volkameriana*, Rangpur laymı ve turunç seleksiyonlarının üç yapraklı ve melezlerinden daha iyi tolerans gösterdiklerini bildirmişlerdir.

Llosa (2009), Kleopatra mandarini, üçyapraklı ve bunların melezleri olan Forner-Alcaide 5 ve Forner-Alcaide 13 anaçlarının demir noksanlığında gösterdikleri

kloroz durumlarının farklılıklarını incelemiştir. 6 aylık bitkiler dört farklı demir konsantrasyonu içeren besin solusyonu ile yetiştirilmiş (0, 9, 18 ve 36 mM), ve 60 gün sonunda yaprak demir içeriği, toplam klorofil miktarı, katalaz aktivitesi ve kök ferrik şelat redüktaz (FCR) aktivitesi ölçülmüştür. Forner-Alcaide 5, FCR aktivitesi, toplam klorofil miktarı, toplam kuru ağırlık ve köklerdeki demir içeriği bakımında en yüksek bulunmuştur. Demir klorozuna duyarlı olan üç yapraklı anacı ise toplam klorofil içeriği, FCR aktivitesi ve toplam kuru ağırlık bakımından en düşük bulunduğunu, çalışma sonunda ise alkali topraklarda demir klorozuna karşı Forner-Alcaide 5 anacı ümitvar olduğunu bildirmiştir.

İncesu (2011), kontrollü koşullarda yaptığı çalışmasında 16 farklı turunçgil cins, tür ve çeşidi içerisinde Tuzcu 891 turuncu, Gou Tou turuncu, Antalya Kleopatra mandarinini yüksek pH'lı koşullarda demir klorozuna tolerant; Yerli üç yapraklıyı ise duyarlı olarak saptamıştır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Navelina göbekli portakalı aşılı fidanlarda demir klorozuna tolerans düzeylerini ortaya çıkarmak için taranan anaçların isimleri ve Ulusal Gen Kaynakları Kodları Çizelge 3.1'de sunulmaktadır.

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan anaçlar

Ulusal Gen Kaynakları Kodu	Anaç Adı (Latincesi)
TGK0644	Tuzcu 31-31 turuncu (<i>Citrus aurantium</i>)
TGK1051	Gou Tou turuncu (<i>Citrus aurantium</i>)
TGK0623	Volkameriana (<i>Citrus volkameriana</i>)
TGK0947	Antalya Kleopatra Mandarini (<i>Citrus reshni</i>)
TGK0627	Carrizo sitranjı (<i>Citrus sinensis</i> x <i>Poncirus trifoliata</i>)
TGK0629	Troyer sitranjı (<i>Citrus sinensis</i> x <i>Poncirus trifoliata</i>)
TGK1381	C-35 sitranjı (<i>Citrus sinensis</i> x <i>Poncirus trifoliata</i>)
TGK0699	Yerli üç yapraklı (<i>Poncirus trifoliata</i>)

3.1.1. Denemede Kullanılan Anaçların Özellikleri

3.1.1.1. Tuzcu 31-31 (*Citrus aurantium* L.)

Akdeniz ülkeleri başta olmak üzere turunçgil üreticisi ülkelerde en çok kullanılan anaç olan turunç; portakal, altıntop, mandarin ve limon için anaç olarak kullanılmaktadır. Dünya'da turunçgil yetiştiricilik alanlarında en yaygın anaç olarak kullanılmaya devam edilmesine rağmen, özellikle turunç üzerine aşılı mandarin, altıntop ve portakalların Tristeza (CTV) virüs hastalığına duyarlı olması nedeniyle Avustralya, Arjantin, Brezilya, Kaliforniya, İspanya, Güney Afrika ve Florida'nın büyük bir kısmında yeni kurulan bahçelerde kullanımı sınırlanmıştır. Ancak, turunç CTV'nin problem olmadığı orta ağır topraklarda yapılan yetiştiricilik alanlarında taze turunçgil üretimi için oldukça iyi bir anaçtır (Davies ve Albrigo, 1994). Yaklaşık % 85 nüseller embriyo meydana getirmesi nedeniyle birörnek fidan vermektedir

(Batchelor ve Rounds, 1948; Gardner ve Horanic , 1961; Tuzcu, 1978; Özcan ve Ulubelde, 1984; Castle, 1984; Sakovich, 1986; Davies ve Albrigo, 1994; Tuzcu 1994 ve Saunt, 2000).

Yukarıda belirtilen bütün özellikleri taşıyan Tuzcu 31-31 aynı zamanda Kök Boğazı Çürüklüğü (*Phytophthora citrothora*) ve Uçkurutan (*Phoma tracheiphila*) hastalığına tolerant olan bir turunçtur. 1974 yılında Prof. Dr. Önder Tuzcu tarafından Doğu Akdeniz Bölgesi'nden selekte edilmiştir (Yeşiloğlu, 1982). Küçük yapılı, dik habitus formulu, soğuğa dayanıklı bir turunçtur (Demirkeser, 1993).

3.1.1.2. Gou Tou Turuncu (*Citrus aurantium* var. "Gou Tou")

Çin kökenli bir anaç olup Tristezaya tolerant olması dışında toprak isteği veya diğer hastalıklara dayanımı konusunda bir bilgi yoktur. Florida'da Gou Tou anacı üzerine aşılı bitkiler diğer turunçlar üzerine aşılı olanlara göre daha büyük bir habitüse sahip olmuşlardır (Saunt, 2000). Gou Tou turuncunun, altıntoplarda verimi azalttığı bildirilmiştir (Louzada ve ark., 2008). Gou Tou turuncu *Phytophthora citrophthora* ve *Phytophthora parasitica* hastalıklarına toleranttır (Matheron ve ark., 1998).

3.1.1.3. Volkameriana (*Citrus volkameriana* Tan. ve Pasq. var "Volkameriana")

Volkameriana anacının İtalyan kökenli ve limon x turunç melezi olduğu kabul edilmektedir. Çok yaygın olarak kullanılan bir anaç değildir ve gelecek yıllarda da yaygın kullanılan anaçlar içerisinde yer alamayacağı varsayılmaktadır. Kaba limona benzer şekilde farklı toprak koşullarına adaptasyon yeteneği yüksektir. Ancak sıcak bölgelerde çok kuvvetli ve verimli ağaçlar oluşturmaktadır. Kireçli topraklarda iyi gelişme göstermektedir. Tuzluluğa dayanımı zayıftır (Davies ve Albrigo, 1994; Saunt, 2000).

Tohumla çoğaltımı ve aşılması kolay, büyümesi kuvvetli ve verime erken yatmaktadır. Meyve kalitesine etkileri özellikle ilk yıllarda iyi değildir.

S.Ç.K.M./Asit oranını bir miktar azalttığı, granülasyona eğilimi olduğu, meyve iriliğini önemli ölçüde artırdığı belirtilmiştir.

Volkameriana anacı nematodlara duyarlı olmasına rağmen, Cüceleşme (Exocortis - CEV), Tristeza (CTV) ve Xyloporosis (Gözenekleşme) virüs ve viroid hastalıklarına toleranttır. Uçkurutan hastalığına dayanıklıdır. Düşük sıcaklıklara ve kış dinlenme döneminde *Phytophthora citrophthora*'ya çok duyarlı bir anaçtır. Tüm turunçgil tür ve çeşitleri ile çok iyi uyumaktadır (Tuzcu, 1978; Tuzcu ve Göksedef, 1983; Özcan ve Ulubelde, 1984; Sakovich, 1986 ve Saunt, 2000).

3.1.1.4. Antalya Kleopatra Mandarin (Citrus reshni Tan. var. "Antalya")

Kleopatra mandarini dünyada yaygın olarak kullanılan bir anaç değildir. Ancak son yıllarda anaç olarak kullanımını artıracak önemli özellikleri gözlemlenmiştir (Davies ve Albrigo, 1994). Florida'da hala yaygın olarak kullanılan anaçlardan biridir. Portakal çeşitlerinden de Hamlin için yaygın olarak kullanılmakta, diğer portakal çeşitlerinde özellikle de Valencia portakalında düşük verimlilik görülmektedir. Kleopatra üzerine aşılı altıntop çeşitlerinin meyve kalitesi mükemmel olmakta ancak, ağaçlarda düşük verimlilik ve küçük meyve oluşumuna neden olmaktadır.

İspanya'da Carrizo sitranjının anaç olarak kullanımı hızla artarken, Kleopatra mandarininin kullanımı azalmaya başlamıştır. Kleopatra mandarini 10 yıl önceki yeni dikimlerin %20'sini oluşturken, son yıllarda yeni dikimlerin %10'unu oluşturmaktadır. Buna rağmen Kleopatra mandarini İspanya'da hâlâ 2. önemli anaç durumundadır ve genellikle mandarin çeşitleri için anaç olarak kullanılmaktadır.

İsrail'de de özellikle Valencia ve göbekli portakallarda yeni dikimlerin önemli bir yüzdesini Kleopatra mandarini oluşturmaktadır (Saunt, 2000). Kleopatra mandarini değişik toprak koşullarına kolayca uyum sağlayabilmektedir. Hafif tuzlu topraklardan ağır killi topraklara kadar oldukça geniş uyum yeteneğine sahiptir. Kumlu-ağır killi topraklarda iyi gelişmektedir. Yüksek tuzluluk ve pH'ya dayanıklıdır (Davies ve Albrigo, 1994; Saunt, 2000).

Kleopatra mandarini üzerine aşılana ağaçların taç yapısı büyük ve orta kuvvette olmaktadır. Orta düzeyde verimlidir. Ancak, ağaçlar erken yaşta verime geçmemektedir. Bu özelliği anaç olarak kullanımını sınırlayan ve yayılmasını engelleyen en önemli faktördür (Davies ve Albrigo, 1994; Saunt, 2000).

Üzerine aşılı ağaçların meyveleri diğer anaçlar üzerine aşılılardan daha küçük olmaktadır. Meyve suyu kalitesi iyi ve S.Ç.K.M.'si de orta düzeyde olmaktadır. Meyve kabuğu pürüzsüz ve incedir. Gelişme yavaş ve aynı yaştaki yerli turunç ve kaba limona oranla meyve verimi düşük düzeyde kalmaktadır. Bu anaç üzerindeki ağaçlar oldukça yavaş büyürler ve özellikle nüseller kültür çeşitleri ile aşılandıklarında, geç meyveye yatarlar (Bitters, 1961; Hosein, 1969; Özcan ve Ulubelde, 1984; Tuzcu, 1999 ve Saunt, 2000).

Kleopatra mandarininin en önemli avantajı temel bazı turunçgil virüs ve viroid hastalıklarına karşı diğer anaçlardan daha tolerant olmalarıdır. Tristeza (Göçüren-CTV), Exocortis (Cüceleşme-CEV) ile Xyloporosis (Gözenekleşme) virüs ve viroid hastalıklarına karşı toleranttır. Nematodlara duyarlı, *Phytophthora citrophthora*'ya orta derecede duyarlıdır. Soğuklara dayanıklıdır (Davies ve Albrigo, 1994; Saunt, 2000).

3.1.1.5. Carrizo Sitranjı (*Citrus sinensis* (L.) Osb. x *Poncirus trifoliata* L. Raf.)

1894-1895 donlarından sonra üç yapraklının soğuklara dayanıklılık özelliğinden yararlanarak yeni anaç elde edilmesi amaçlanmış ve Swingle tarafından 1897 yılında Washington Navel portakalı x Üç yapraklı melezlemesi ile elde edilmiştir. (Davies ve Albrigo, 1994).

Birçok nedenlerden dolayı portakal ve altıntoplar için anaç olarak çok yaygın şekilde kullanılmaktadır. Carrizo sitranjı meyveleri çekirdekli ve yüksek oranda nüseller embriyonu göstermektedir ve anaç olarak kolaylıkla çoğaltılabilmektedir. Tohumla çoğaltım ve aşılama kolaydır. Üzerine aşılı ağaçlar kumlu, kumlu - tınlı topraklarda iyi gelişmektedir. Kireçli topraklarda zayıf gelişmektedir. Ancak, kireçli topraklara adaptasyon bakımından üç yapraklı anacından daha avantajlı görünmektedir (Davies ve Albrigo, 1994).

Kaliforniya' da ve Akdeniz Ülkelerinde anaç olarak başarı ile kullanılmaktadır. Troyer sitranjına göre daha hızlı gelişmekte ve meyve kalitesine daha olumlu etki yapmaktadır. Verimliliği yüksek, meyveye yatması erkendir. Kök nematoduna (*Radopholus similis* Cob.) toleranttır. Uçkurutana dayanıklıdır. Troyer sitranjına göre kuraklığa daha dayanıklıdır (Gardner ve Horanic, 1961; Ford 1966; Blondel 1967; Tuzcu, 1978; Özcan ve Ulubelde, 1984; Castle, 1984; Jackson, 1985 ve Tuzcu, 1994).

Exocortis (Cüceleşme-CEV) virüs hastalığına çok duyarlıdır. Ancak, Tristeza (Göçüren-CTV) ve Xyloporosis (Gözenekleşme) virüs hastalığına dayanıklıdır. *Pytophthora citrophthora*'ya orta derecede duyarlıdır. Tristeza ve *Pytophthora citrophthora*'ya toleransları nedeniyle anaç olarak kullanımları yaygındır (Davies ve Albrigo, 1994; Saunt, 2000).

İspanya'da portakal, mandarin ve mandarin melezlerinin % 80'ni Carrizo sitranjı üzerine aşılansmaktadır. Güney Afrika 'da da en çok kullanılan anaçlar arasında bulunmaktadır (Saunt, 2000).

Carrizo sitranjının yüksek pH'lı kireçli topraklarda zayıf bir gelişim gösterdiği ve birçok mikroelementin noksanlığının görüldüğü belirtilmiştir (Campbell, 1991). Yüksek pH'lı ortamda değişik turuncgil anaçlarının performansları değerlendirildiğinde demir alımı açısından Carrizo sitranjı orta duyarlı olarak belirlenmiştir (Byrne ve ark, 1995).

3.1.1.6. Troyer sitranjı (*Citrus sinensis* (L.) Osb. x *Poncirus trifoliata* L. Raf.)

Troyer sitranjı, Washington Navel portakalı (*Citrus sinensis*) X üç yapraklı (*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) melezidir (Özcan ve Ulubelde, 1984). Tristeza (Göçüren), Xyloporosis (Gözenek) ve Psorosis (Kavlama) hastalıklarına toleranttır. Exocortis (Cüceleşme) hastalığına karşı duyarlıdır. Kireçli topraklara üç yapraklıdan daha iyi uyum gösterir. Genel olarak tuzlu topraklarda zayıf gelişir ve soğuğa orta derecede dayanıklıdır. Dünyada Akdeniz havzası, A.B.D. ve diğer bazı ülkeler ile Türkiye'de Ege Bölgesinde anaç olarak kullanılmaktadır.

3.1.1.7. C-35 Sitranjı (*Poncirus trifoliata* (L.) Raf. x *Citrus sinensis* Osb. 'Ruby')

Ruby Kan portakalı ve üç yapraklı anacının melezlenmesi ile elde edilmiş bir anaçtır. *Pytophthora* ve tristeza hastalıklarına tolerant ve nematodlara karşı dayanıklıdır. Soğuklara dayanımı Carrizo sitranjı kadar veya biraz daha fazladır. Ağaçları orta büyüklüktedir ve Troyer üzerine aşılı olanlardan %25 kadar daha küçük taç yapar. Kumlu, kumlu-killi ve killi topraklara uyumu iyidir ancak kireçli topraklara Carrizo sitranjından daha duyarlıdır (Saunt, 2000; Forner-Giner ve ark., 2003). C-35 sitranjının Kaliforniya koşullarında Zn ve Mn noksanlığına eğilimli olduğu, Navel portakalı aşılanan bitkilerde verimlilikte varyasyonlar olduğu; ayrıca, San Joaquin vadisinde iyi fakat, Riverside'da dikimden 3 yıl sonra zayıf kaldığı bildirilmiştir (Ferguson ve ark.,1990).

3.1.1.8. Yerli Üç Yapraklı (*Poncirus trifoliata* var. Yerli)

Orta ve Kuzey Çin'de süs bitkisi olarak, Japonya'da ise özellikle satsuma için kullanılan bir anaçtır (Castle, 1987). Yaprakları 3 parçalı yapıda ve her bir parça birbirine yakın büyüklüktedir. Turunçgiller içinde yaprağını döken tek türdür. Kışın yaprağını dökmesine karşın zorunlu bir dinlenme isteği yoktur. Çiçek tomurcuğu oluşumu bir yıl önceden meydana gelir. Meyvelerinde ortalama 45-50 tohum bulunur (Tuzcu, 1985).

Yüksek oranda poliembriyonik, dikenli ve yavaş büyüyen bir yapıdadır. Bu cinse ait bitkiler küçük ve büyük çiçekli olmak üzere 2 grupta incelenirler. Büyük çiçekli grubu üzerine aşılı olanlar, küçük çiçeklere oranla daha yüksek verimlidir, fakat üzerine aşılı meyveler daha geç olgunlaşırlar. Exocortis hastalığına çok duyarlıdır, fakat xyloporosis ve tristezaya toleranttır. Nematoda ve phytophoraya toleranttır (Castle, 1987;Saunt, 2000). En önemli özelliklerinden biri de soğuklara toleranslılığıdır. Dinlenme döneminde -26 °C'ye kadar dayanım gösterebilir (Yelenosky,1985). Kireçli topraklara çok duyarlıdır ve asidik topraklarda ancak anaç olarak kullanılabilir (Tuzcu,1985). Soğuklara ve tristezaya toleranslılığı açısından

melezleme çalışmalarında sıkça kullanılır. Yüksek pH'lı koşullarda sıklıkla demir klorozu gösterir.

3.1.2. Denemede Kullanılan Çeşit ve Özellikleri

3.1.2.1. Navelina Göbekli Portakalı (*Citrus sinensis* L.)

Kaliforniya'da 1910 yılında Washington Navel göbekli portakalından göz mutasyonu ile meydana gelmiştir. Bu çeşit Portekiz'de 'Dalmau' adı altında yetiştirilmektedir. Ağaçları yavaş büyür, ağaçlar küçük veya orta iridir. Washington Navel' e göre biraz daha seyrek taçlı ve biraz geniş yapraklıdır. Küçük koyu yeşil yaprakları ayırt edici özelliğidir. Bununla birlikte verimlidir ve W.N den en az 2 hafta önce olgunlaşır. Yetersiz renklenme olmasına rağmen, İspanya'da Ekim ortasında kabul edilebilir minimum iç kaliteye ulaşır. Sarartmaya uygundur.

Meyveleri orta iri ile orta-büyük arasında değişir, Washington Navel' den küçüktür. Meyve şekli daha ovaldir. Sap dibinde genelde derin oluklar vardır. Göbek daha küçük ve daha kapalıdır, fakat göbek belirgindir. Çekirdeksizdir. Olgunluk döneminde meyve kabuk rengi kırmızımtrak portakaldır. Kabuk orta ince ve düzdür. Meyve iç kalitesi iyidir. Meyve eti koyu renkli, meyve eti yapısı orta sıkı, oldukça sulu, tadı tatlıdır; aroma ve tadı Washington Navel'den biraz daha düşüktür. Erken meyveye yatar. Verimlidir.

Navelina Kaba limon ve Volkameriana anaçlarına aşılandığında yeterli bir iç kalitesi göstermesine rağmen, Troyer ve Carrizo sitranji anaçları üzerinde daha yüksek iç kalitesi gösterir. Swingle sitrumelo anacı Navelina'da meyve renklenmesini geciktirmekte ve anaç olarak uygun olmamaktadır.

Kaliforniya ve İspanya da yaygındır. İspanya'da bazı özellikleri az da olsa farklı olmakla beraber Newhall ile birlikte Navelina etiketi altında pazarlanmaktadır. İspanya göbekli portakal üretiminin yarısından fazlasını oluşturur. Avusturalya, Arjantin ve Türkiye'de hızla yayılmaktadır (Saunt, 2000).

3.2. Metod

Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı fidanlarının demir klorozu açısından gösterdikleri fizyolojik farklılıklar iklim odasında incelenmiştir. Tarama çalışması Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde bulunan iklim kontrollü bitki büyüme odasında yürütülmüştür.

Çalışmada kullanılan fidanlar Mart ayında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait cam serada 1:1; toprak:torf karışımında tüplerin içerisinde bulunan çöğürlere Navelina göbekli portakalı aşılanarak elde edilmiştir.

1 yaşındaki çöğürler 2010 yılı mart ayında aşılanmış ve ekim ayına kadar cam sera içerisinde yetiştirilmiştir (Şekil 3.1). Aşılamadan deneme süresine kadar geçen yaklaşık 8 aylık süre boyunca toprak(1):torf(1) ortamında yetiştirilen bitkilerin tümü 20 mM Fe EDDHA ile beslenmiştir. Fidanların yetiştirilmesinde turuncgil bitkileri için modifiye edilmiş Hoagland besin çözeltisi kullanılmıştır (Yeşiloğlu ve ark., 2009).



Şekil 3.1. Navelina göbekli portakalı aşılanmış çöğürlerden bir görüntü

Ekim ayında bitkiler stres uygulanacak olan kuvars kumu ortamına şaşırtılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Bitkilerin denemenin yürütüleceği ortama şaşırtılması

Kullanılan kuvars önce seyreltilmiş HCl'li suyla (pH 5.5-6) 2 kez, daha sonra sadece saf suyla 5 kez yıkanmıştır. Her saksıda 3 kg kuvars kumu bulunmaktadır. Şaşırtma öncesinde bitkilerin kök ve gövdelerinde budama yapılmış, olası fungal hastalıklara karşı ilaçlanmış ve bitki boyu (cm), bitki ağırlığı (g) ve yaprak sayısı (adet) ölçümleri yapılmıştır. Şaşırtmadan sonra bitkiler büyüme odasına taşınmıştır. Büyüme odasında 16/8 saat aydınlık ve karanlık, gündüz/gece 26°C ve 20°C sıcaklık sağlanırken, oransal nem %60 dolaylarında düzenlenmiştir.

(-Fe) ve kontrol uygulamalarında her anaçtan 8 tekerrür ve her tekerrür 1 bitki olmak üzere toplam 128 bitki kullanılmıştır. Deneme 'Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne göre planlanmıştır.

Bitkiler iklim odasına aktarıldıktan sonra 2 ay süre ile stres uygulamasına kadar (-)Fe ve kontrol bitkileri 1.25 mM KNO₃, 0.625 mM KH₂PO₄, 2.00 mM MgSO₄, 2.00 mM Ca(NO₃)₂, EDTA-Fe (100 µM), 25.0 µM H₃BO₃, 2.00 µM

MnSO₄, 2.00 µM ZnSO₄, 0.50 µM CuSO₄, 0.065 µM (NH₄)₆Mo₇O₂₄ içeren besin çözeltisi ile sulanmıştır. pH ayarı 1M KOH ile yapılmıştır. Son çözeltinin pH ve EC değerleri sırasıyla 5.8 ve 1.05 mS'dir.

(-Fe) uygulamasına 10⁻⁵ M Fe EDTA+ 2 g/L CaCO₃ + 3mM NaHCO₃ , pH 7.80 (stres), EC=0,967; kontrol bitkileri 10⁻⁴ M Fe EDTA pH 6.0 (kontrol) ile 5 ay stres koşulları devam ettirilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Deneme sonunda iklim odasındaki bitkilerin genel görüntüsü

3.2.1. Morfolojik İncelemeler

Fidanlarda bitki boyu, yaprak sayısı ve bitki taze ağırlığı parametreleri, aşının yapıldığı yetiştirme ortamından denemenin yürütüldüğü inert substrata transfer edilirken ölçülmüş ve etiketlenmiştir. Stres başlangıcında yaprak sayısı ve bitki boyu parametreleri yeniden ölçülmüş, Fe eksikliği altındaki bitkilerde bu parametrelerin ne ölçüde etkilendiklerini belirlemek için aylık ölçümler yapılmıştır. Deneme sonunda etiketlenmiş bitkilerde aynı büyüme parametreleri tekrar belirlenmiş, son ölçüm

değerleri ile arasındaki fark hesaplanarak, Navelina portakalı aşılı farklı anaçların Fe eksikliği stresi altında gösterdikleri büyüme performansları değerlendirilmiştir.

3.2.1.1. Yaprak sayısı (adet)

Fidanlarda yaprak sayısı, stres başlangıcında, stres sonrasında ayda bir defa ve deneme sonunda adet cinsinden belirlenmiştir.

3.2.1.2. Bitki Boyu (cm)

Fidanlarda bitki boyu, stres başlangıcında, stres sonrasında ayda bir defa ve deneme sonunda toprak seviyesinden mezür ile cm cinsinden ölçülmüştür.

3.2.1.3. Bitki Taze Ağırlığı (g/bitki)

Fidanlarda bitki taze ağırlığı, şaşırtmada ve deneme sonunda gram cinsinden belirlenmiştir.

3.2.1.4. Bitkilerin Kloroz Durumlarının Demir Klorozu Skalasına Göre Belirlenmesi

Demir eksikliğinden kaynaklanan genotiplerin kloroz durumları subjektif olarak demir kloroz skalasına göre değerlendirilmiştir (Byrne ve ark., 1995):

- 1: Normal yeşil yapraklar
 - 2: Damarlar arası bölge sarımsı-yeşil, damarlar yeşil
 - 3: Damarlar arası bölge yeşilimsi-sarı, damarlar yeşil
 - 4: Damarlar arası bölge sarı, damarlar yeşil
 - 5: Damarlar arası bölge sarı-beyaz, damarlar soluk yeşil ve yaprak dökümleri var.
- (1 ve 2 : tolerant, 3: orta derecede tolerant, 4-5: duyarlı)

3.2.2. Fizyolojik İncelemeler

3.2.2.1. Yaprak Klorofil Miktarının Belirlenmesi ($\mu\text{mol m}^{-2}$)

Yaprak klorofil miktarı SPAD-502 metre (Minolta, Osaka, Japonya) ile belirlenmiştir. Gelişmesini tamamlamış genç yapraklarda SPAD okumaları deneme sonunda yapılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Fidanlarda deneme sonunda SPAD ölçümünden bir görüntü

3.2.2.2. Yapraklarda Toplam Fe Konsantrasyonunun Belirlenmesi (mg/kg)

Deneme sonunda bitkilerin gelişmesini tamamlamış en genç yaprakları seyreltik HCl'li (%0.1 w/w) sudan geçirilmiş ve saf su ile iki kere yıkanmış, daha sonra 48 saat süreyle 65°C 'de etüvde kurutulmuş ve ardından öğütülmüştür. Öğütülen örneklerden alınan 0.2 g'lık bitki materyalleri 550°C 'de kül fırınında yakılmış ve %3.3 (v/v) HCl içerisinde çözdürülerek ICP (Inductively-Coupled Plasma, PerkinElmer, Optima 7000 DV) cihazında Fe konsantrasyonu mg Fe/kg olarak Kacar ve İnal (2008)'e göre belirlenmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Toplam demir konsantrasyonu tayininden görüntüler

3.2.2.3. Yapraklarda Aktif Fe Konsantrasyonunun Belirlenmesi (mg/kg)

Öğütülmüş yaprak örneklerindeki aktif demir konsantrasyonunu belirlemek için 100 mg örnek 10 ml 1 N HCl içerisinde 2 saat süreyle çalkalanmış ve mavi bant filtre kağıdından alınan süzüklerdeki aktif Fe konsantrasyonu ICP (Inductively-Coupled Plasma, PerkinElmer, Optima 7000 DV) cihazında yapılan okumalar ile Şekil 3.6'de görüldüğü gibi belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).



Şekil 3.6. Aktif demir konsantrasyonu tayininden görüntüler

3.2.2.4. Fotosistem II (PSII) ölçümleri

Klorofil ışına verimi ($QY = F_V'/F_M'$; F_V' = ışığa adapte olmuş yapraktaki değişken klorofil ışına değeri; F_M' = ışığa adapte olmuş yapraktaki maksimum klorofil ışına değeri), FluorPenTM fluorometresi (Photon System Instruments Ltd, Çek Cumhuriyeti) ile belirlenmiştir (Şekil 3.7). Her tekerrürde gelişmesini tamamlamış genç yapraklarda deneme sonunda okuma yapılmıştır (Harding ve ark., 2009).



Şekil 3.7. Fidanlarda deneme sonunda PSII ölçümünden bir görüntü

3.2.2.5. Fotosentez Hızı ($\text{mmol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)

Deneme sonunda yaprak fotosentez hızı taşınabilir (portatif) fotosentez ölçüm seti LCA-4 model fotosentez cihazı kullanılarak (Şekil 3.8) yapılmıştır. Fotosentez hızı $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Uygulamalara ait her tekerrürde gelişmesini tamamlamış en genç 4 yaprakta ölçüm yapılmıştır.

LCA-4 model fotosentez cihazı ile yapılan ölçümler sırasında yaprağa ulaşan fotosentetik aktif radyasyon (PAR) ve yaprak sıcaklığı kaydedilmiştir.



Şekil 3.8. Deneme kullanılan fotosentez ölçüm cihazından bir görünüm

3.2.2.6. Stomal İletkenlik ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

Deneme sonunda stomal iletkenlik (portatif) fotosentez ölçüm seti LCA-4 (ADC, BioScientific Ltd., İngiltere) model fotosentez cihazı kullanılarak yapılmıştır. Stomal iletkenlik $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Uygulamalara ait her tekerrürde gelişmesini tamamlamış en genç 4 yaprakta ölçüm yapılmıştır.

3.2.2.7. Terleme Oranı ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

Deneme sonunda terleme oranı (portatif) fotosentez ölçüm seti LCA-4 model fotosentez cihazı kullanılarak yapılmıştır. Fotosentez hızı $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Uygulamalara ait her tekerrürde gelişmesini tamamlamış en genç 4 yaprakta ölçüm yapılmıştır.

3.2.2.8. Su Kullanım Etkinliği [$\mu\text{mol (CO}_2\text{) mmol (H}_2\text{O)}^{-1}$]

Fotosentetik parametrelerin (fotosentez hızı, stomal iletkenlik, PAR, terleme oranı) ölçümünde kullanılan gaz değişim tespiti cihazlarıyla yapılan ölçümlerde su

kullanım etkinliği Fotosentez hızı/Terleme oranı ile hesaplanmıştır (von Caemmerer ve Farquar, 1981).

3.2.3. Tartılı Derecelendirme

Deneme sonunda çalışmadan elde edilmiş sonuçları farklı anaçların Navelina portakalında Fe klorozuna olan tepkilerini değerlendirebilmek ve sınıflandırabilmek amacıyla tartılı derecelendirme yapılmış, Çizelge 3.2’de belirtilen parametrelerin etki oranları kullanılmıştır. Değerlendirmeye alınan parametrelerin sınıf aralıkları Çizelge 3.3, Çizelge 3.4, Çizelge 3.5, Çizelge 3.6, Çizelge 3.7, Çizelge 3.8, Çizelge 3.9, Çizelge 3.10., Çizelge 3.11., Çizelge 3.12., Çizelge 3.13 ve Çizelge 3.14’te sunulmuştur. Yapılan değerlendirmede anaçların aldığı puanlar doğrultusunda kullanılan sınıflama ve tolerans düzeyi ise Çizelge 3.15’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Deneme sonunda ölçülen parametrelerin etki oranları

Parametreler	Etki Oranı (%)
Yaprak sayısı farkı (%)	10
Bitki boyu farkı (%)	2
Bitki ağırlığı farkı (%)	10
SPAD farkı (%)	10
Skala	14
Toplam demir farkı (%)	10
Aktif demir farkı (%)	10
PSII farkı (%)	12
Fotosentez hızı farkı (%)	12
Terleme oranı farkı (%)	2
Stomal iletkenlik farkı (%)	3
Su kullanım etkinliği farkı (%)	5
TOPLAM	100

Çizelge 3.3. Yaprak sayısı farkı (%) tartılı derecelendirme puanları

Yaprak sayısı farkı (%)	Puan
0.00-8.00	6
8.01-16.00	5
16.01-24.00	4
24.01-32.00	3
32.01-40.00	2
40.01 <	1

Çizelge 3.4. Bitki boyu farkı (%) tartılı derecelendirme puanları

Bitki boyu farkı (%)	Puan
0.00-8.00	6
8.01-16.00	5
16.01-24.00	4
24.01-32.00	3
32.01-40.00	2
40.01 <	1

Çizelge 3.5. İklim odası bitki ağırlığı farkı (%) tartılı derecelendirme puanları

Bitki ağırlığı farkı (%)	Puan
5.00-10.00	6
10.01-15.00	5
15.01-20.00	4
20.01-25.00	3
25.01-30.00	2
30.01 <	1

Çizelge3.6. İklim odası SPAD farkı (%) tartılı derecelendirme puanları

SPAD farkı (%)	Puan
0.00-10.00	6
10.01-20.00	5
20.01-30.00	4
30.01-40.00	3
40.01-50.00	2
50.01 <	1

Çizelge 3.7. İklim odası skala tartılı derecelendirme puanları

Skala	Puan
1.00-1.30	5
1.31-1.60	4
1.61-2.20	3
2.21-2.80	2
2.81 <	1

Çizelge 3.8. İklim odası toplam demir farkı (%) tartılı derecelendirme puanları

Toplam demir farkı (%)	Puan
20.00-30.00	6
30.01-40.00	5
40.01-50.00	4
50.01-60.00	3
60.01-70.00	2
70.01 <	1

Çizelge 3.9. İklim odası aktif demir farkı (%) tartılı derecelendirme puanları

Aktif demir farkı (%)	Puan
30.0-35.00	5
35.01-40.00	4
40.01-50.00	3
50.01-60.00	2
60.01 <	1

Çizelge 3.10. PSII farkı (%) tartılı derecelendirme puanları

Klorofil ışımaya verimi farkı (%)	Puan
0.00-1.30	6
1.31-2.00	5
2.01-4.00	4
4.01-5.00	3
5.01-6.00	2
6.01 <	1

Çizelge 3.11. Fotosentez hızı farkı (%) tartılı derecelendirme puanları

Fotosentez hızı farkı (%)	Puan
10.00-22.00	6
22.01-34.00	5
34.01-46.00	4
46.01-58.00	3
58.01-70.00	2
70.01 <	1

Çizelge 3.12. Terleme oranı farkı (%) tartılı derecelendirme puanları

Terleme oranı farkı (%)	Puan
10.00-15.00	6
15.01-20.00	5
20.01-30.00	4
30.01-40.00	3
40.01-50.00	2
50.01 <	1

Çizelge 3.13. Stomal iletkenlik farkı (%) tartılı derecelendirme puanları

Stomal iletkenlik farkı (%)	Puan
20.00-25.00	6
25.01-30.00	5
30.01-40.00	4
40.01-50.00	3
50.01-60.00	2
60.01 <	1

Çizelge 3.14. Su kullanım etkinliği farkı (%) tartılı derecelendirme puanları

Su kullanım etkinliği farkı (%)	Puan
0.00-5.00	6
5.01-15.00	5
15.01-25.00	4
25.01-35.00	3
35.01-50.00	2
50.01 <	1

Çizelge 3.15. Anaçların tartılı derecelendirme puanlarına göre demir klorozuna tolerans düzeylerinin sınıflandırılması

Sınıf Aralığı	Toleranslılık Düzeyi
1.00-1.90	-- (çok duyarlı)
1.91-2.80	- (duyarlı)
2.81-3.70	+ (az tolerant)
3.71-4.60	++ (orta tolerant)
4.61 <	+++ (çok tolerant)

3.2.4. Deneme Deseni ve İstatistik Analizler

Denemeden elde edilen verilerin SAS (v9.00) paket programında ‘Tesadüf Parselleri Deneme Deseni’ne göre varyans analizleri yapılmış ve ortalamalar Tukey testi ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca her parametrede anaç faktörü içinde kontrol ve (-)Fe ortalamaları “Student’s t test” istatistiksel hipotez testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Çalışmada incelenen parametrelerin arasındaki korelasyonun varlığı %1 ve %5 seviyesinde araştırılmıştır. Korelasyon tablolarının yorumlanmasında ilişkinin 0.60 ve üzerinde olduğu durumlar dikkate alınmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Morfolojik İncelemeler

4.1.1. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakal Fidanlarının Yaprak Sayıları (adet/bitki)

Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalında anaçların yaprak sayısına etkileri Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1'de; bitkilerin aylık yaprak sayılarındaki artış ise Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4 ve Şekil 4.5'de verilmiştir.

Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4 ve Şekil 4.5'de görüldüğü gibi, farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina göbekli portakalı fidanlarının yaprak sayılarının ortalamalarında denemenin başlangıcından sonuna kadar tüm anaçlarda artış gözlemlenmektedir. Ancak anaçların yaprak sayısına etkisi uygulama bazında incelendiğinde deneme başında ve sonundaki yaprak sayısı Tuzcu 31-31 turuncu, Gou Tou turuncu, Volkameriana ve Antalya Kleopatra mandarininde kontrol ve (-)Fe uygulamalarında birbirlerine yakın değerler gösterirken, Carrizo, Troyer ve C-35 sitranjları ve Yerli üç yapraklı anaçlarında kontrol ve (-)Fe uygulamalarında yaprak sayısı farkının arttığı görülmektedir.

Deneme başında Navelina fidanlarının ortalama yaprak sayıları 26.89 ile 33.35 adet arasındadır. 150 gün sonra deneme sonlandığında kontrol grubu bitkilerin yaprak sayıları 78.50 ile 98.40 adet, (-)Fe grubu bitkilerinde ise 60.67 ile 84.40 adet arasında olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.1.).

Yapılan tarama çalışmasında yaprak sayısı bakımından (-)Fe ve kontrol uygulamalarında, anaçların Navelina portakalı yaprak sayısı üzerine etkileri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %99 güvenle önemli bulunmuştur. Kontrol bitkilerinde en fazla yaprak sayısı artışı gösteren fidanlar Yerli üç yapraklı (67.23 adet), Antalya Kleopatra mandarini (65.95 adet), Troyer (63.05 adet) ve Carrizo (63.03 adet) sitranjı, en düşük yaprak sayısı artışı ise Tuzcu 31-31 turuncu (50.56 adet) ve C-35 sitranjı (49.64 adet) üzerine aşılı fidanlarda olduğu gözlemlenmiştir. Deneme sonunda (-)Fe bitkilerinin yaprak sayılarındaki artış incelendiğinde ise en

fazla artışın Antalya Kleopatra mandarini (57.31 adet); en az artışın C-35 sitranjı (31.81 adet) üzerine aşılı fidanlarda olduğu bulunmuştur.

(-)Fe ve kontrol uygulamaları arasındaki farklılık yüzde olarak incelendiğinde en az yaprak kaybı Gou Tou turuncu (%10.89) ve Antalya Kleopatra mandarininde (%13.10); en fazla ise Yerli üç yapraklı (%43.73) ve C-35 sitranjında (%35.93) saptanmıştır.

Anaç bazında kontrol ve (-)Fe uygulamalarının karşılaştırıldığı t testinde turunç anacı dışındaki tüm anaçlarda kontrol ve (-)Fe uygulamaları farklı grupta yer alırken; turunç anacı üzerine aşılı Navelina portakalında aynı grupta yer almıştır.

Akdeniz havzasında yaygın olarak kullanılan turunç anacının demir klorozuna tolerant olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada da benzer şekilde Tuzcu 31-31 turuncu yüksek pH'ya rağmen yaprak sayısında aynı grupta yer alarak demir noksanlığından diğer anaçlara oranla daha az etkilenmiştir. Buna karşı yüksek pH'ya duyarlı olarak bilinen Yerli üç yapraklı anacında da yaprak sayısı en fazla düşüşü göstermiştir.

Bu çalışmada (-)Fe bitkileri, kontrol bitkilerine göre daha az yaprak sayısına sahip olarak bulunmuşlardır. Bunun başlıca nedeni yüksek pH'da demir alımının azalmasıdır. Bu çalışmada pH yükseltmek için kullanılan HCO_3^- iyonu konsantrasyonunun birçok mikroelementin özellikle Fe^{2+} 'in alımını etkilediği ve bu durumun kireçli topraklarda yetiştirilen bitkilerde görülen kloroz probleminin başlıca nedeni olduğu bilinmektedir (Mengel, 1994).

Pestana ve ark., (2005) turunçgil anaçlarının besin solüsyonunda artan Fe konsantrasyonunun bitkilerin yaprak sayılarını artırdığını bildirmiştir. Ayrıca Sabır ve ark., (2010) ve İncesu, (2011) yaptıkları çalışmalarında sodyum bikarbonat uygulamasının yaprak sayısında azalmalar meydana getirdiğini belirtmişlerdir.

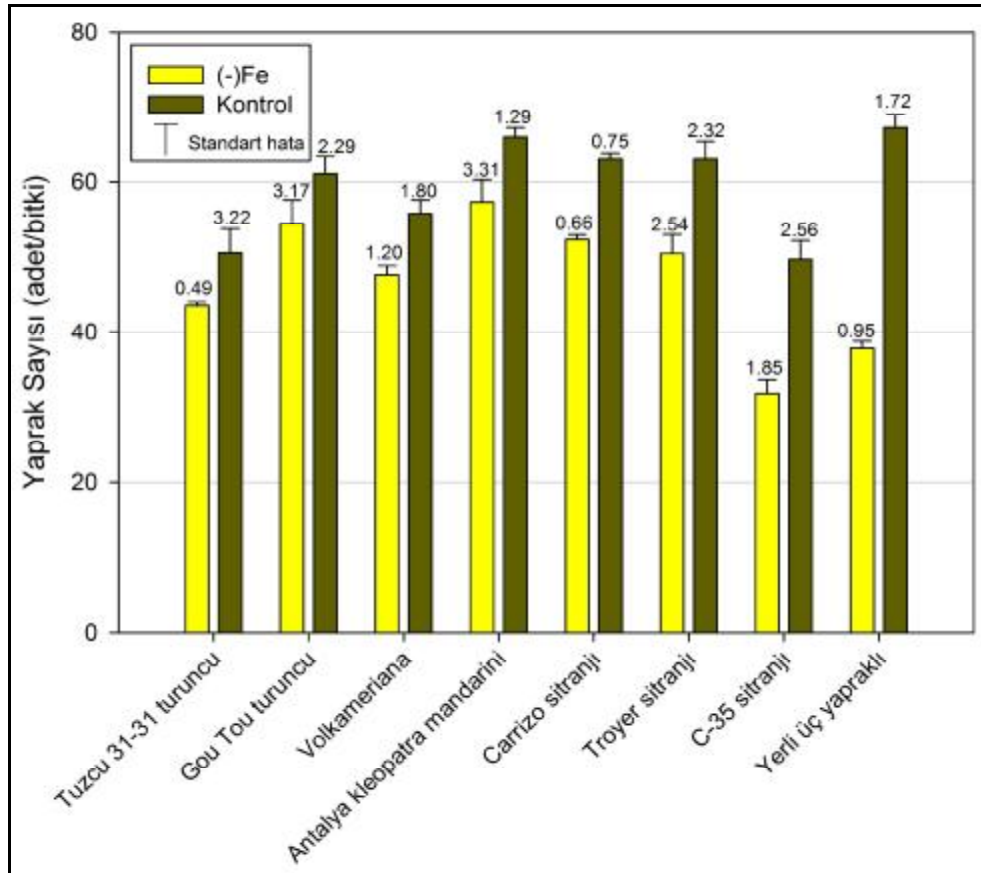
Çizelge 4.1. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin yaprak sayıları (adet)

Anaç	0. Gün	150. Gün		Fark		Önemlilik (t testi)	% Kayıp
		Kontrol	(-)Fe	Kontrol	(-)Fe		
Tuzcu 31-31 turuncu	32.69	83.25	76.25	50.56 b ⁽¹⁾	43.56 bc	Ö.D.	13.84
Gou Tou turuncu	27.33	88.40	81.75	61.07 ab	54.42 ab	Ö.D.	10.89
Volkameriana	31.71	87.47	79.33	55.76 ab A ⁽²⁾	47.62 abc B	* ^(4,998)	14.59
Antalya Kleopatra mandarini	26.89	92.84	84.20	65.95 a A	57.31 a B	* ^(8,185)	13.10
Carrizo sitranjı	30.37	93.40	82.67	63.03 a A	52.30 ab B	* ^(2,298)	17.03
Troyer sitranjı	33.35	96.40	83.80	63.05 a A	50.45 ab B	* ^(7,921)	19.98
C-35 sitranjı	28.86	78.50	60.67	49.64 b A	31.81 d B	* ^(7,286)	35.93
Yerli üç yapraklı	31.17	98.40	69.00	67.23 a A	37.83 cd B	* ^(4,531)	43.73
Önemlilik	-	-	-	** ⁽³⁾	**	-	-
D _%	-	-	-	11.659	11.314	-	-

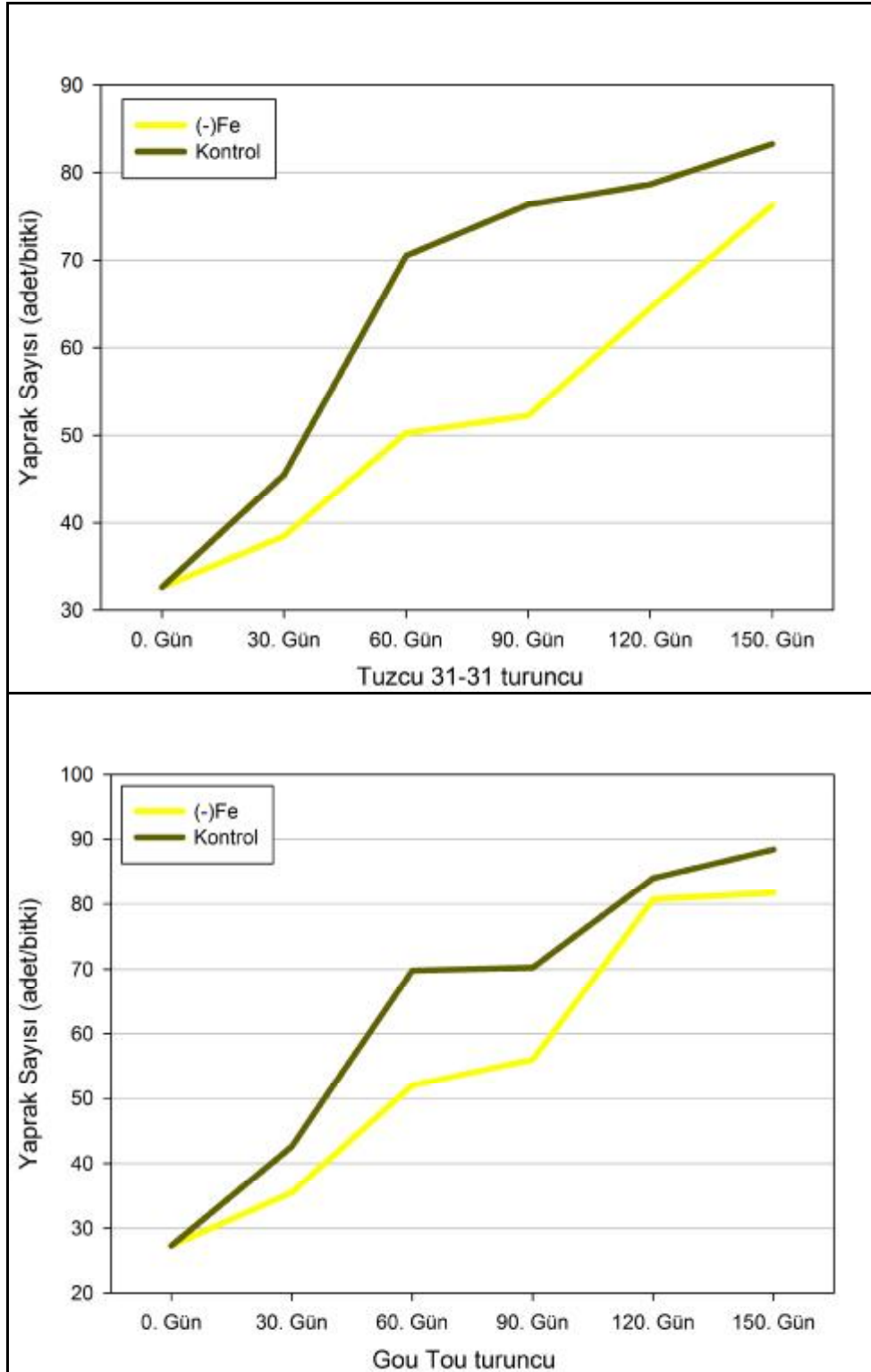
(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir.

(2): Student's t test farklılıkları ayrı harflerle gösterilmiştir.

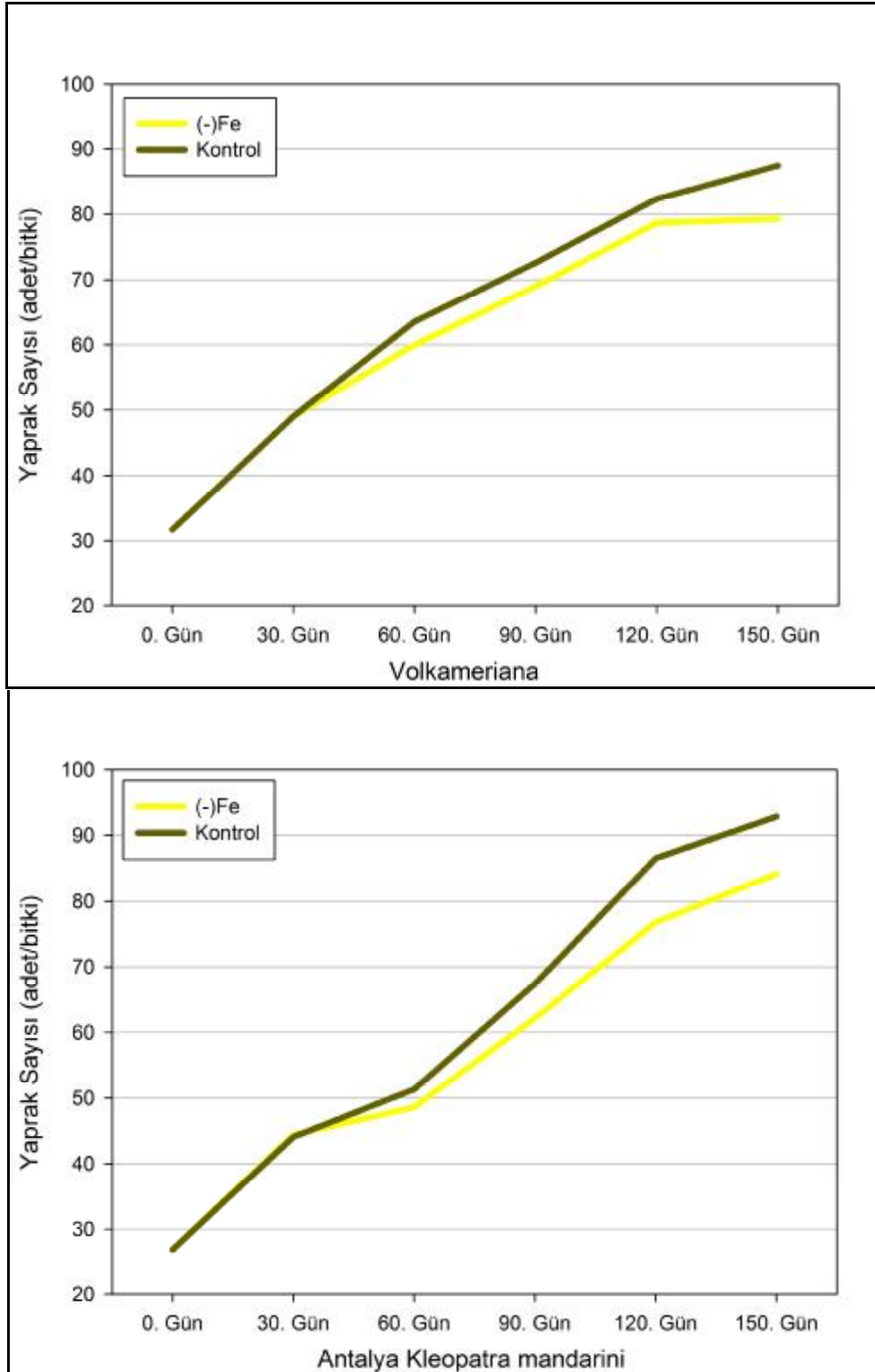
(3): Ö.D.: Önemli Değil. **: p<0.01, *:p<0.05



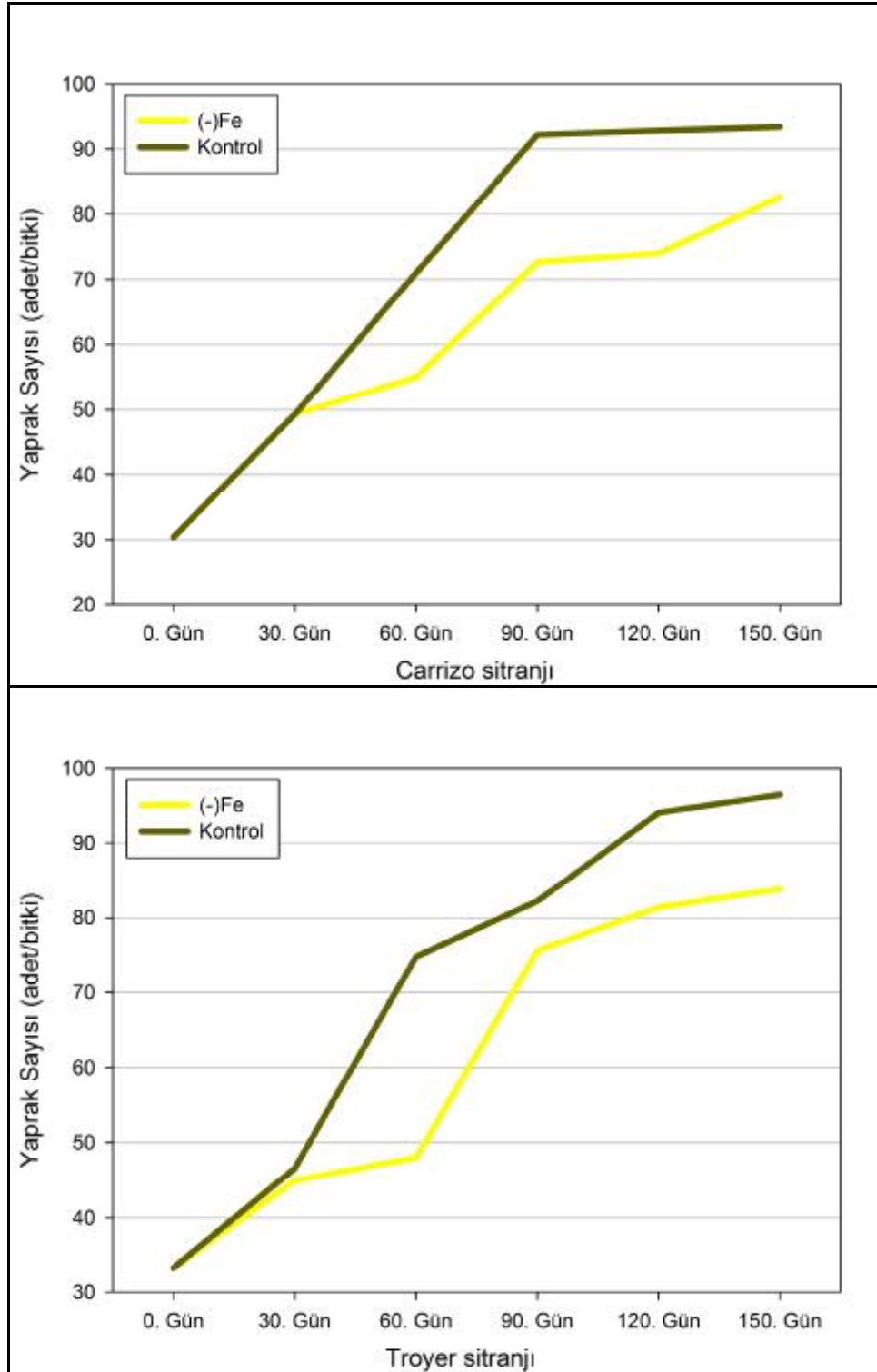
Şekil 4.1. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin yaprak sayıları (adet/bitki)



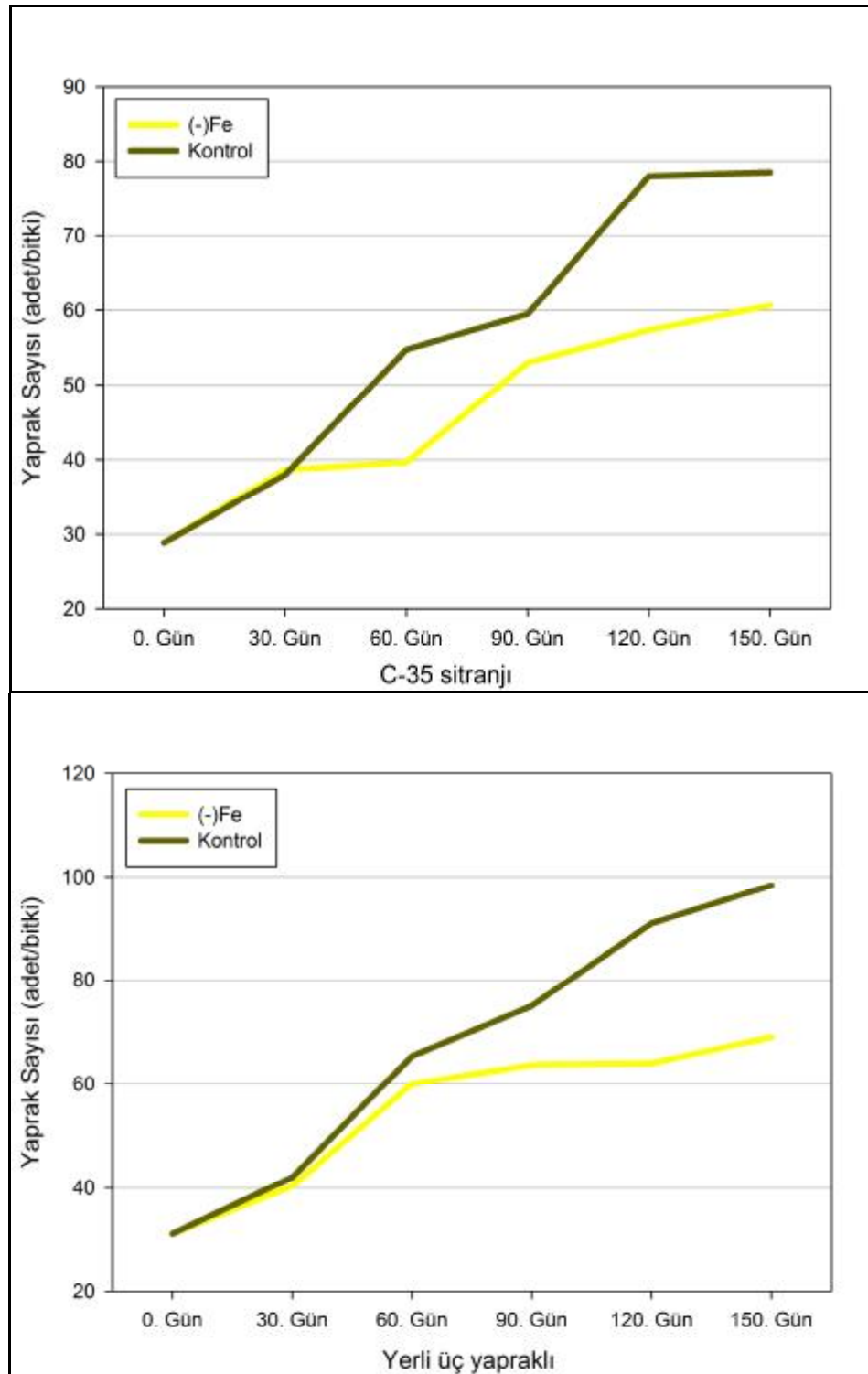
Şekil 4.2. Tuzcu 31-31 turuncu ve Gou Tou turuncu üzerine aşılı Navelina fidanlarının aylık ortalama yaprak sayıları (adet/bitki)



Şekil 4.3. Volkameriana ve Antalya Kleopatra mandarin üzerine aşılı Navelina fidanlarının aylık ortalama yaprak sayıları (adet/bitki)



Şekil 4.4. Carrizo ve Troyer sitranjları üzerine aşılı Navelina fidanlarının aylık ortalama yaprak sayıları (adet/bitki)



Şekil 4.5. C-35 sitranjı ve Yerli üç yapraklı üzerine aşılı Navelina fidanlarının aylık ortalama yaprak sayıları (adet/bitki)

4.1.2. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakalı Bitki Boyları (cm)

Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin boyları Çizelge 4.2 ve Şekil 4.6, aylık ortalama bitki boyları Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da sunulmuştur. Deneme başlangıcında bitkilerin boyları 49.25 cm ile 78.67 cm arasında iken deneme sonunda kontrol bitkilerinin boyları 59.88 ile 98.00 cm; (-)Fe uygulanmış bitkilerin boyları ise 59.00 ile 94.00 cm arasında değişmiştir (Çizelge 4.2). Aylık büyüme grafikleri incelendiğinde bitki boylarının deneme sonunda her anaç için kontrol bitkilerinde (-)Fe bitkilerine göre daha fazla olduğu, ancak kullanılan anaca göre bu farkın değiştiği gözlemlenmektedir.

Yapılan tarama çalışmasında bitki boyu bakımından hem (-)Fe uygulamasında hem de kontrol grubundaki anaçlar arasındaki farklılık istatistiksel olarak $\alpha=0.01$ 'e göre önemli bulunmuştur. Kontrol grubu bitkilerinde 150 günün sonunda en fazla boy artışı C-35 sitranjı (22.54 cm) üzerine aşılı fidanlarda gözlemlenmiştir. Carrizo sitranjı (20.87 cm), Yerli üç yapraklı (20.84 cm) ve Volkameriana (19.33 cm) anaçları üzerine aşılı fidanlar aynı grupta yer alırken, en az uzayan bitkilerin Gou Tou turuncu (10.63 cm) üzerine aşılı olan fidanlar olduğu belirlenmiştir. Yüksek pH'lı koşulda gelişen (-)Fe bitkileri incelendiğinde ise en çok boy artışının Carrizo sitranjı (15.54 cm), Volkameriana (15.33 cm), C-35 sitranjı (14.38 cm) ve Antalya Kleopatra mandarini (14.00 cm) üzerine aşılı bitkilerde olduğu gözlemlenirken en az boy artışının Gou Tou anacı (9.75 cm) kullanılan bitkilerde olduğu saptanmıştır.

Her bir anacın (-)Fe bitkilerinin kontrol bitkilerine oranla boy kaybı incelendiğinde; Navelina portakalında demir klorozuna bağlı boy kaybı en az Gou Tou turuncu (%8.28) ve Tuzcu 31-31 turuncu (%9.97); en fazla ise %43.99 ile Yerli üç yapraklı anacı üzerine aşılı olanlarda tespit edilmiştir.

Yapılan t testinde Tuzcu 31-31 ve Gou Tou anaçları dışındaki tüm anaçlarda kontrol ve (-)Fe uygulamaları farklı grupta yer alırken; bu anaçlar bitki boyu bakımından Navelina portakalında (-)Fe ve kontrol grubu bitkileri aynı grupta yer almıştır. Diğer bir deyişle Tuzcu 31-31 ve Gou Tou turuncu üzerine aşılı fidanlarda (-)Fe uygulamasında kontrol uygulamasına göre bitki boyu açısından istatistiksel

olarak bir fark bulunmamıştır. Birçok araştırmacının sodyum bikarbonat uygulamasının bitki gelişimini sekteye uğrattığı, bitki boyunda kontrol gruplarına göre uzamanın daha az gerçekleştiği şeklindeki bulguları bu çalışmada elde edilen sonuçları destekler niteliktedir (Sabır ve ark., 2010; İncesu, 2011). Forner-Giner ve ark., (2003), 7.5 pH'ya sahip toprakta 10 yaşlı Navelina portakalında farklı anaçların etkisini inceledikleri çalışmalarında en uzun bitki boyunu sırasıyla Volkameriana, Carrizo sitranjı, Kleopatra mandarini ve C-35 sitranjında saptamışlardır. Bu çalışmada 150 günün sonunda en uzun boylu bitkiler Forner-Giner ve ark., (2003)'ün bulgularıyla uyumlu olarak Volkameriana (98.00 cm) ve Carrizo sitranjı (84.00 cm) üzerine aşılı fidanlardan elde edilmiştir.

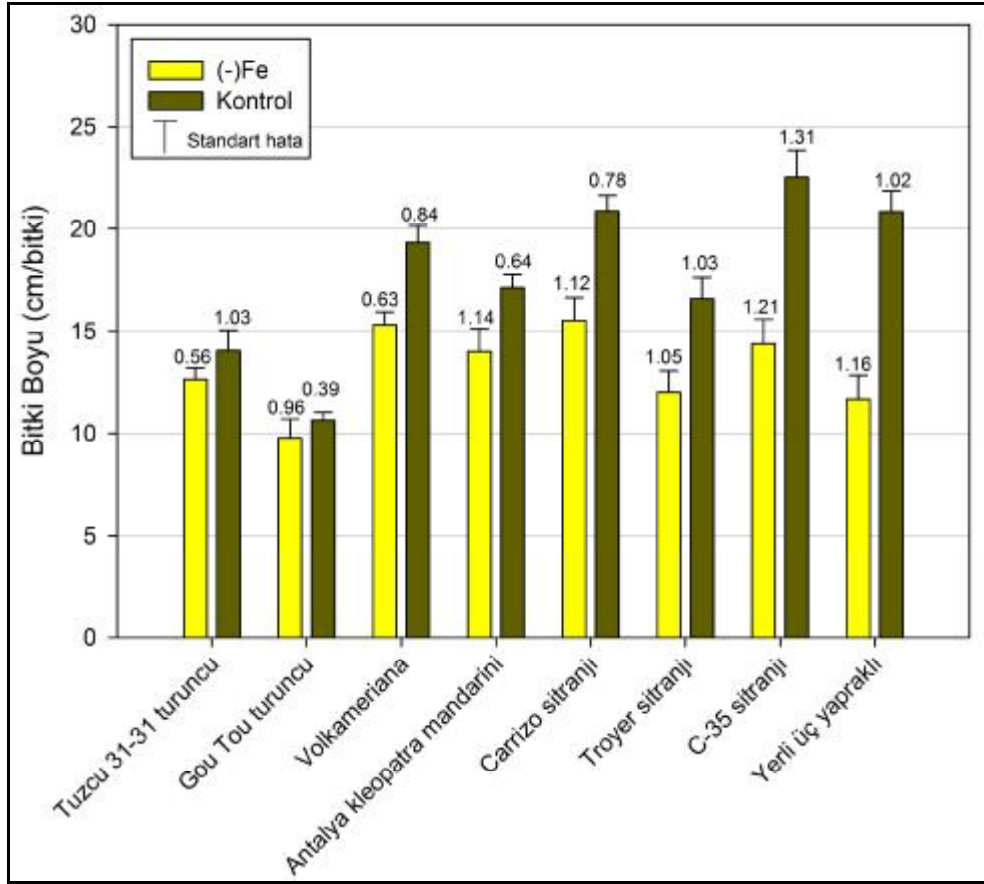
Çizelge 4.2. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin boyları (cm/bitki)

Anaç	0. Gün	150. Gün		Fark		Önemlilik (<i>t testi</i>)	% Kayıp
		Kontrol	(-)Fe	Kontrol	(-)Fe		
Tuzcu 31-31 turuncu	59.36	72.00	73.40	14.04 cd ⁽¹⁾	12.64 ab	Ö.D.	9.97
Gou Tou turuncu	49.25	59.88	59.00	10.63 d	9.75 b	Ö.D.	8.28
Volkameriana	78.67	98.00	94.00	19.33 ab A ⁽²⁾	15.33 a B	* (2.418)	20.69
Antalya kleopatra mandarini	55.50	72.63	69.50	17.13 bc A	14.00 a B	* (3.014)	18.25
Carrizo sitranjı	63.13	84.00	78.67	20.87 ab A	15.54 a B	* (1.835)	25.54
Troyer sitranjı	62.30	78.90	74.30	16.60 bc A	12.00 ab B	* (3.829)	27.71
C-35 sitranjı	49.29	71.83	63.67	22.54 a A	14.38 a B	* (3.028)	36.21
Yerli üç yapraklı	49.83	70.67	61.50	20.84 ab A	11.67 ab B	* (2.396)	43.99
Önemlilik	-	-	-	** ⁽³⁾	**	-	-
<i>D₉₅</i>	-	-	-	5.265	3.928	-	-

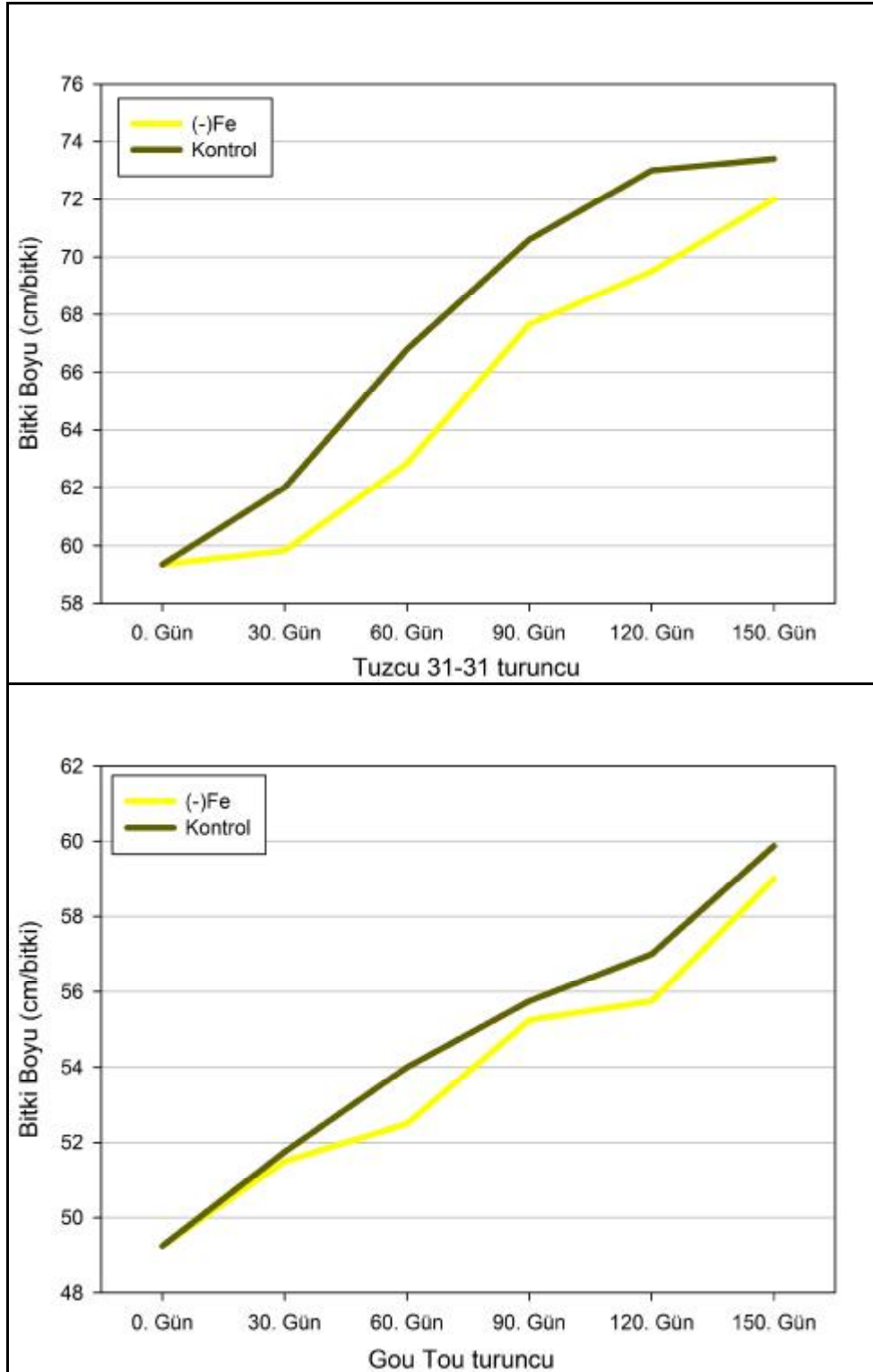
(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir.

(2): Student's t test farklılıkları ayrı harflerle gösterilmiştir.

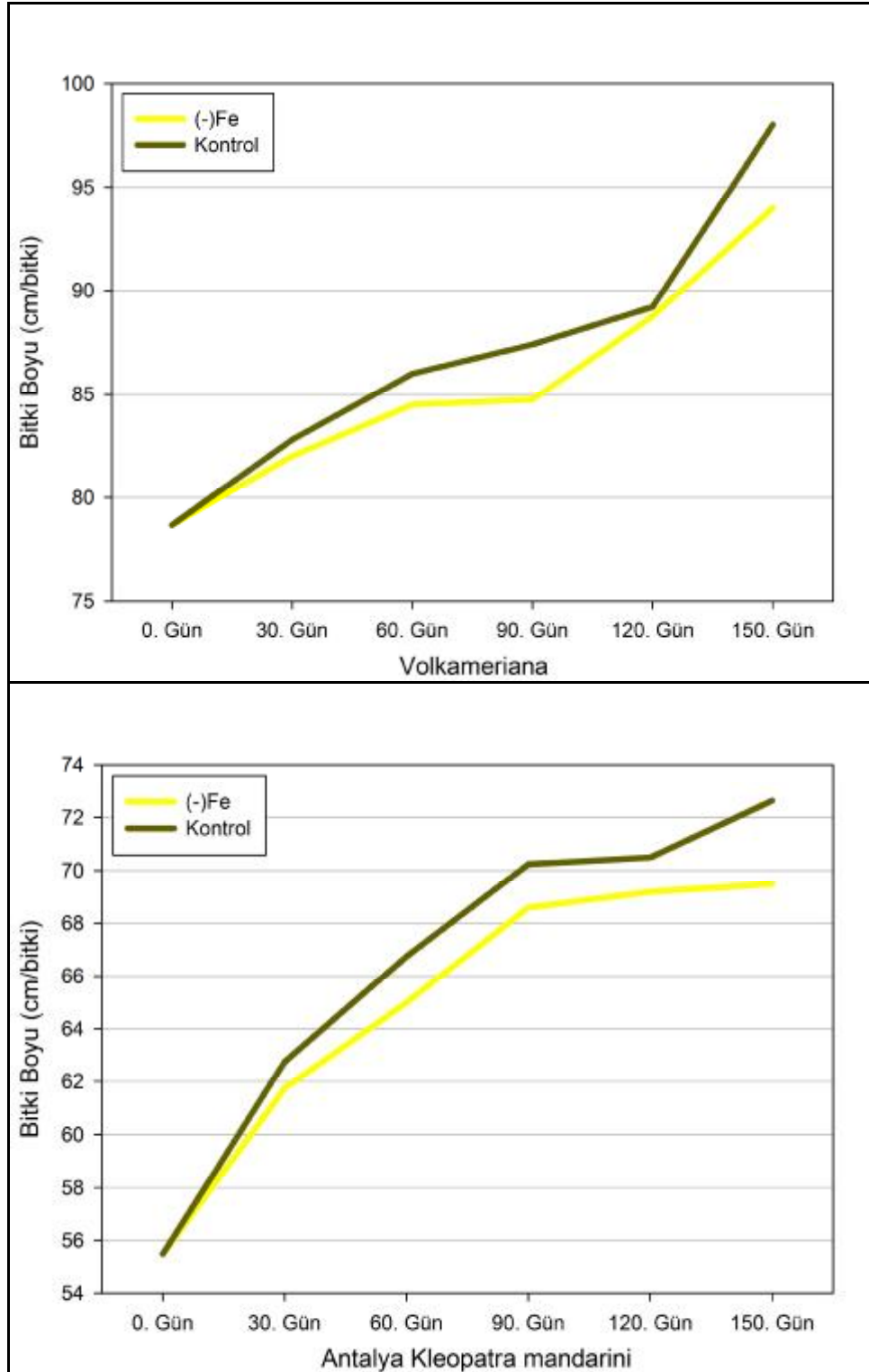
(3): Ö.D.: Önemli Değil. **: p<0.01; *:p<0.05



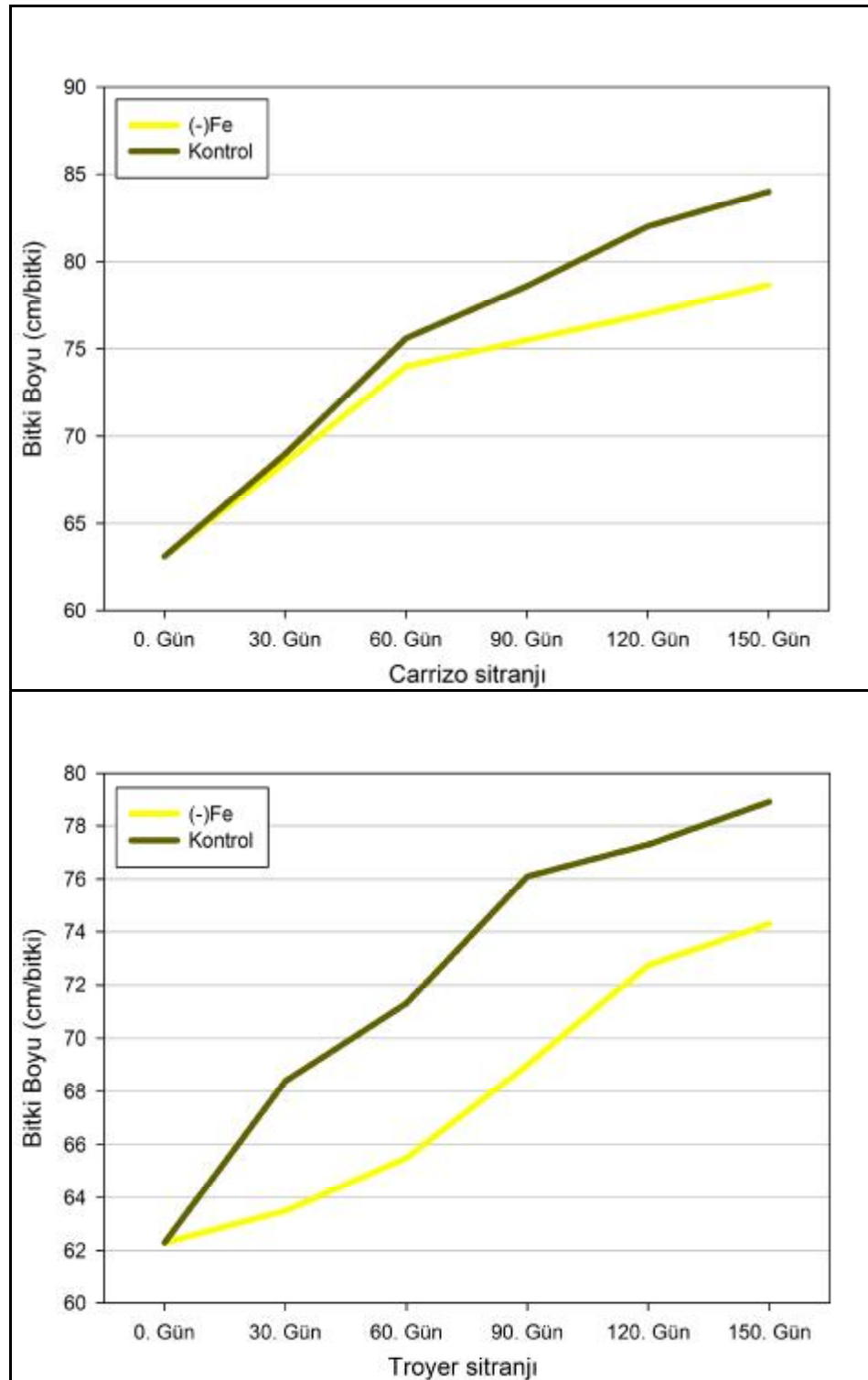
Şekil 4.6. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin boyları (cm)



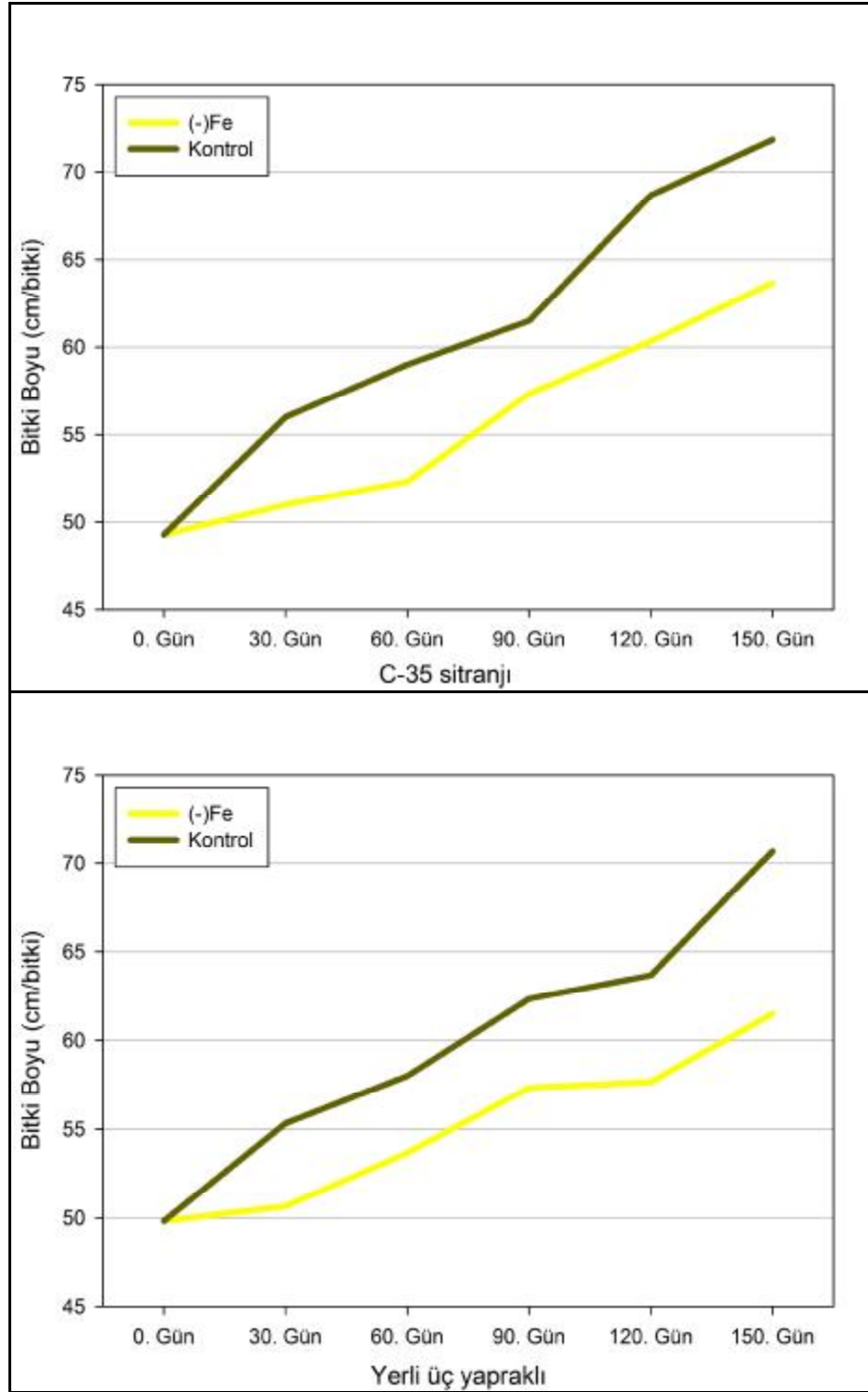
Şekil 4.7. Tuzcu 31-31 turuncu ve Gou Tou turuncu üzerine aşılı Navelina fidanlarının aylık ortalama bitki boyları (cm)



Şekil 4.8. Volkameriana ve Antalya Kleopatra mandarini üzerine aşılı Navelina fidanlarının aylık ortalama bitki boyları (cm)



Şekil 4.9. Carrizo ve Troyer sitranjları üzerine aşılı Navelina fidanlarının aylık ortalama bitki boyları (cm)



Şekil 4.10. C-35 sitranjı ve Yerli üç yapraklı üzerine aşılı Navelina fidanlarının aylık ortalama bitki boyları (cm)

4.1.1.3. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakallarının Bitki Ağırlıkları (g/bitki)

Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin bitki ağırlıkları Çizelge 4.3 ve Şekil 4.11’de verilmiştir. Yapılan tarama çalışmasında bitki ağırlığı bakımından gerek (-)Fe ve gerekse kontrol grupları düzeyinde genotipler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak $\alpha=0.01$ ’e göre önemli bulunmuştur.

Kontrol bitkileri incelendiğinde bitki ağırlığı artışının en yüksek Troyer sitranjı (89.89 g) üzerine aşılı bitkilerde olduğu saptanmıştır. Bu anaç Tuzcu 31-31 turuncu (85.69 g) ve Antalya Kleopatra mandarini (79.72 g) üzerine aşılı fidanlar izlemiştir. En düşük ağırlık artışına sahip olan fidanlar ise kontrol grubu bitkilerinde Gou Tou turuncu (65.14 g) ve Carrizo sitranjında (65.80 g) saptanmıştır. (-)Fe bitkilerinde ise en fazla ağırlık artışı Tuzcu 31-31 turuncu (77.25 g) ve Troyer sitranjı (73.37 g), en düşük ise Yerli üç yapraklı (52.68 g), C-35 sitranjı (52.90 g) ve Carrizo sitranjı (54.43 g) anaçlarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Navelina portakalında demir klorozunda en az ağırlık kaybı oluşturan anaçlar Gou Tou turuncu (%8.99) ve Tuzcu 31-31 turuncu (%9.85); en fazla ise Yerli üç yapraklı (%31.25) ve C-35 sitranjında (%26.77) belirlenmiştir.

Yapılan t testinde ise üzerine Navelina portakalı aşılı olan Tuzcu 31-31 turuncu, Gou Tou turuncu ve Antalya Kleopatra mandarininde kontrol ve (-)Fe bitkileri aynı grupta, diğer anaçlar ise farklı gruplarda yer almıştır. İncesu (2011), farklı turunçgil anaçlarının demir klorozuna olan toleranslılığını incelediği çalışmasında Tuzcu 31-31 turuncu, Gou Tou turuncu ve Antalya Kleopatra mandarinini tolerant olarak belirlemiştir. Bu çalışmada da benzer şekilde bu anaçlara aşılı Navelina portakalları ağırlık kaybını en az yaşayanlar olarak tespit edilmişlerdir. Aynı zamanda Castle ve Nunnallee (2009), Kleopatra mandarininin demir klorozundan ağırlık kaybı açısından en az etkilenen anaç olduğunu bildirmiştir.

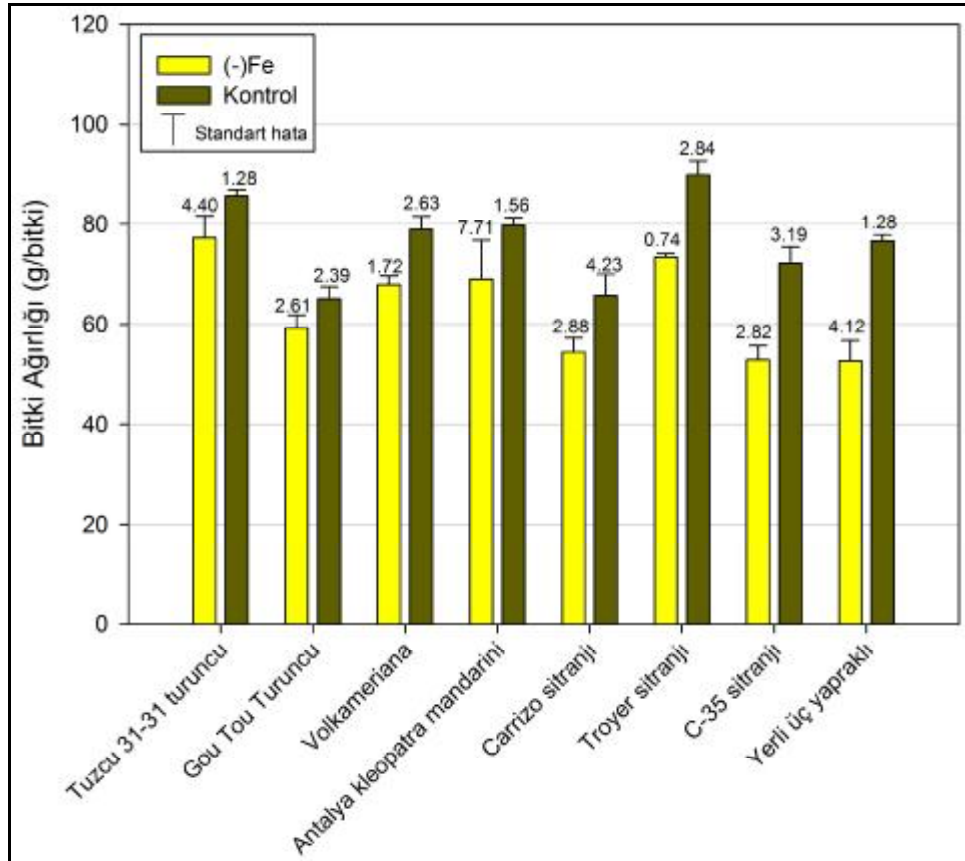
Çizelge 4.3. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin taze ağırlıklıları (g/bitki)

Anaç	Kontrol	(-)Fe	Önemlilik (t testi)	% Ağırlık Kaybı
Tuzcu 31-31 turuncu	85.69 ab ⁽¹⁾	77.25 a	Ö.D.	9.85
Gou Tou turuncu	65.14 c	59.28 ab	Ö.D.	8.99
Volkameriana	78.93 abc A ⁽²⁾	67.92 ab B	* (8.980)	13.95
Antalya Kleopatra mandarini	79.72 abc	69.09 ab	Ö.D.	13.33
Carrizo sitranji	65.80 c A	54.43 b B	* (9.132)	17.28
Troyer sitranji	89.89 a A	73.37 a B	* (9.083)	18.38
C-35 sitranji	72.23 bc A	52.90 b B	* (11.042)	26.77
Yerli üç yapraklı	76.62 abc A	52.68 b B	* (9.166)	31.25
Önemlilik	** ⁽³⁾	**	-	-
D _{%1}	15.595	18.102	-	-

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir.

(2): Student's t test farklılıkları ayrı harflerle gösterilmiştir.

(3): Ö.D.: Önemli Değil. **: p<0.01, *: p<0.05



Şekil 4.11. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin bitki ağırlıklıları (g/bitki)

4.1.4. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakallarının Demir Klorozu Skalası Değerleri

Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin Fe kloroz skalası değerleri Çizelge 4.4 ve Şekil 4.12’de verilmiştir. Ayrıca demene sonunda tüm bitkilerine ait genel bitki ve sürgün görüntüleri Şekil 4.13, Şekil 4.14, Şekil 4.15 ve Şekil 4.16’da sunulmuştur. Yapılan tarama çalışmasında skala bakımından (-)Fe uygulamasında genotipler arasındaki farklılık istatistiksel olarak %99 güvenle önemli bulunmuştur. Anaçların kontrol bitkilerinde ise sağlıklı yeşil yapraklar gözlemlenmiştir.

(-)Fe uygulamasında en klorotik yapraklar SPAD değeri ile uyumlu olarak Yerli üç yapraklı (3.00); C-35 (3.00) ve Troyer (2.60) sitranjlarında; en sağlıklı renge sahip yapraklar ise 1.16 skala değeri ile Tuzcu 31-31 turuncu üzerine aşılılarda tespit edilmiştir.

Demir klorozunun en tipik semptomu genç yapraklarda meydana gelen sararmalardır. Daha önce yapılan birçok turunçgil çalışmasında da gözlem değerlerinden oluşan skalalar kullanılmıştır (Maxwell ve Wutscher, 1976; Hamze ve ark., 1986; Sudahono ve ark., 1994; Byrne ve ark., 1995; Ferrarezi ve ark., 2007; Castle ve Nunnallee, 2009; İncesu, 2011). SPAD değeri ile gözlenen değer arasındaki paralellikler birbirlerini doğrulamaktadırlar.

Çizelge 4.4. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin kloroz skalası değerleri

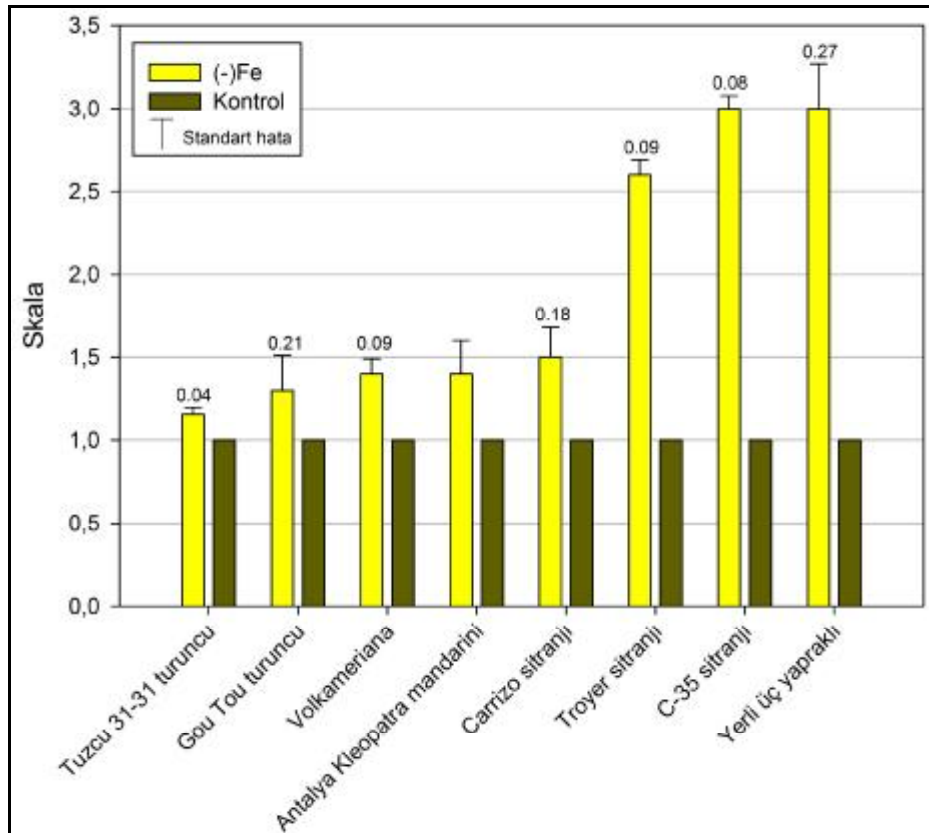
Anaç	Kontrol	(-)Fe	Önemlilik (t testi)
Tuzcu 31-31 turuncu	1.00	1.16 b ⁽¹⁾	Ö.D.
Gou Tou turuncu	1.00	1.30 b	Ö.D.
Volkameriana	1.00	1.40 b	Ö.D.
Antalya Kleopatra mandarini	1.00	1.40 b	Ö.D.
Carrizo sitranjı	1.00 B	1.50 b A ⁽²⁾	*
Troyer sitranjı	1.00 B	2.60 a A	*
C-35 sitranjı	1.00 B	3.00 a A	*
Yerli üç yapraklı	1.00 B	3.00 a A	*
Önemlilik	Ö.D.	** ⁽³⁾	-
D _{%1}	-	0.821	-

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir.

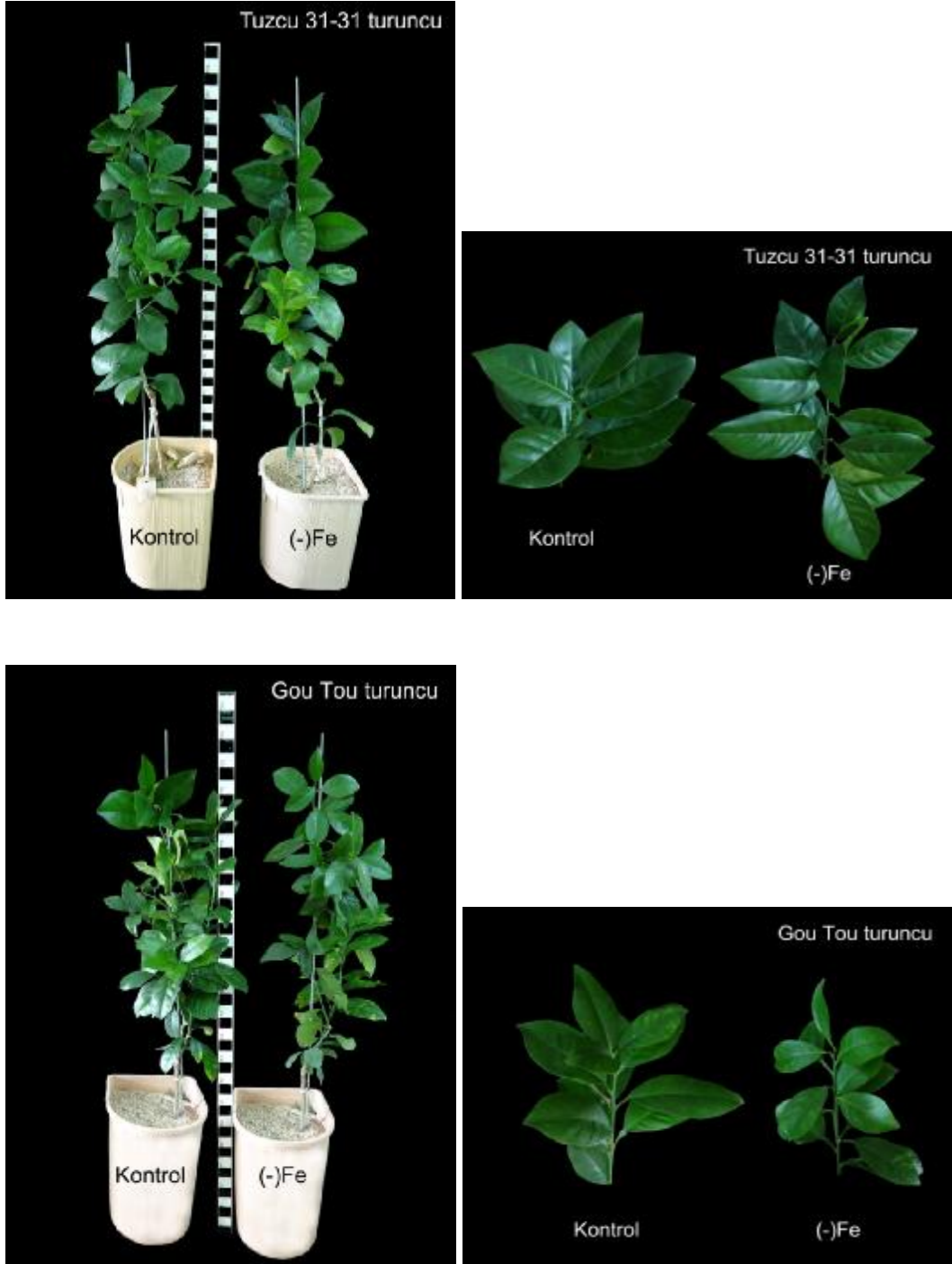
(2): Student's t test farklılıkları ayrı harflerle gösterilmiştir.

(3): Ö.D.: Önemli Değil. **: p<0.01; *:p<0.05

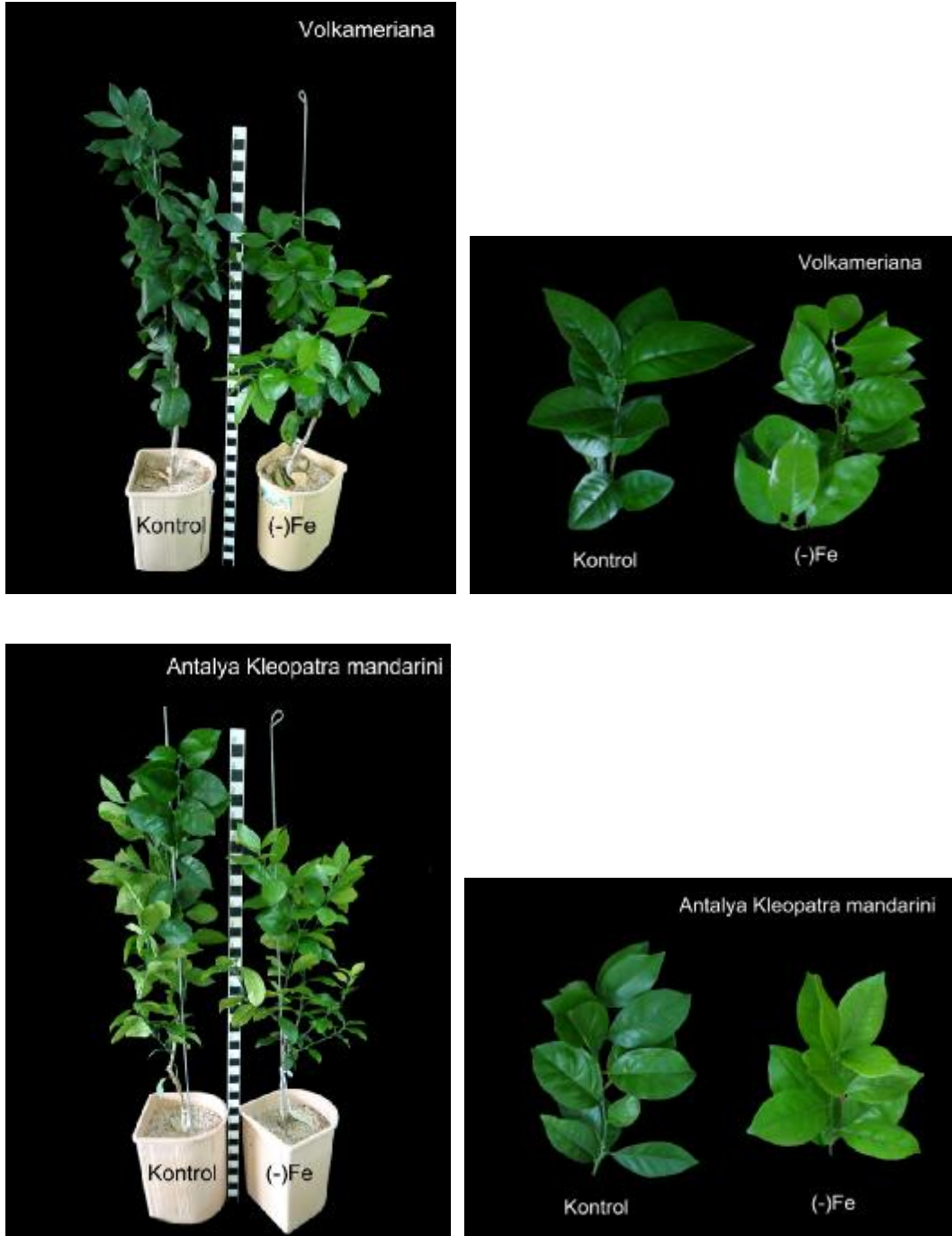
Skala değerleri; 1: Normal yeşil yapraklar, 2:Damarlar arası bölge sarımsı-yeşil, damarlar yeşil, 3: Damarlar arası bölge yeşilimsi-sarı, damarlar yeşil, 4: Damarlar arası bölge sarı, damarlar yeşil, 5: Damarlar arası bölge sarı-beyaz, damarlar soluk yeşil ve yaprak dökümleri var.



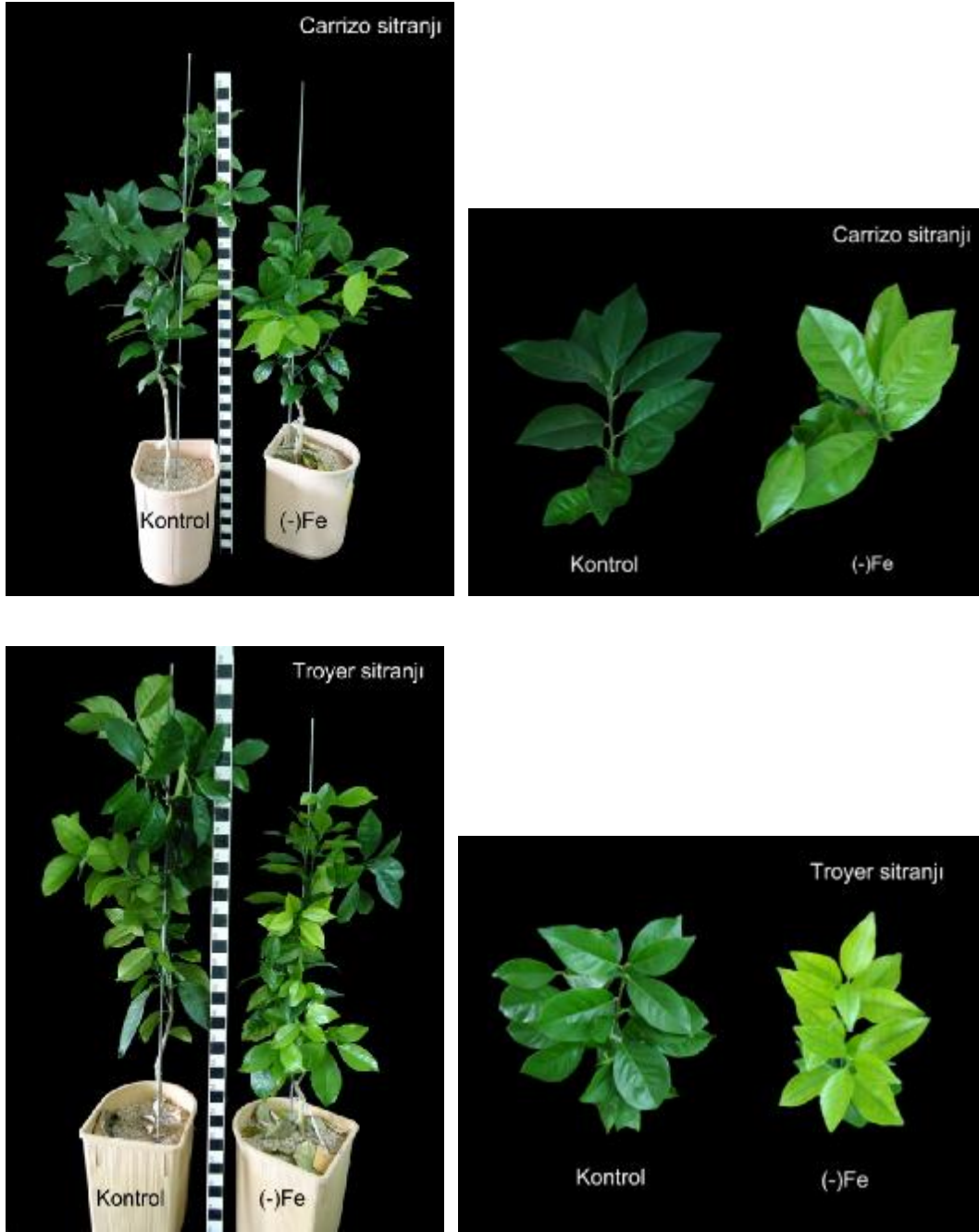
Şekil 4.12. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin kloroz skalası değerleri



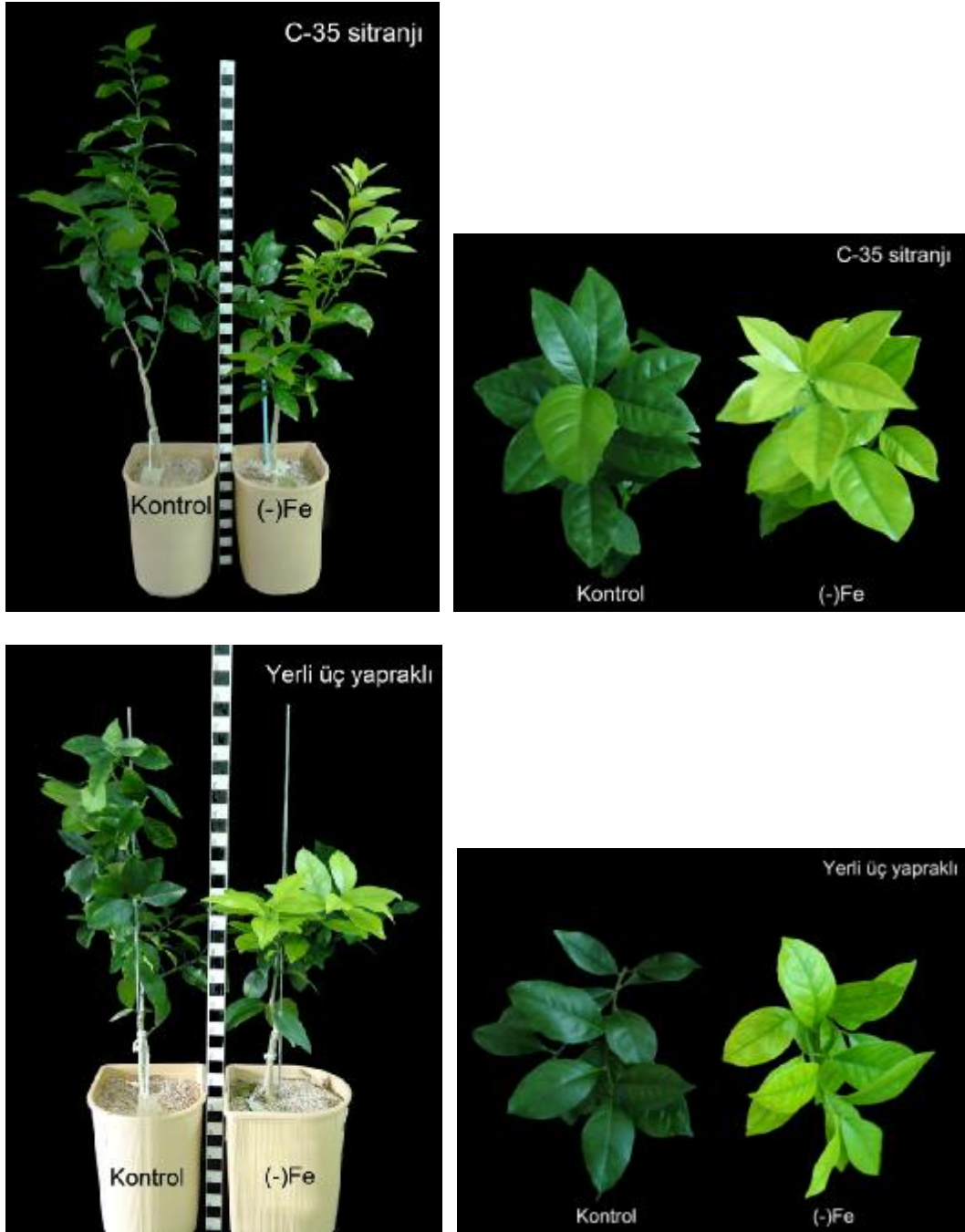
Şekil 4.13. Deneme sonunda Tuzcu 31-31 ve Gou Tou turuncuları üzerine aşıllı bitkilerin genel ve sürgün görüntüleri



Şekil 4.14. Deneme sonunda Volkameriana ve Antalya Kleopatra mandarini üzerine aşıllı bitkilerin genel ve sürgün görüntüleri



Şekil 4.15. Deneme sonunda Carrizo ve Troyer sitranjları üzerine aşılı bitkilerin genel ve sürgün görüntüleri



Şekil 4.16. Deneme sonunda C-35 sitranjı ve Yerli üç yapraklı üzerine aşılı bitkilerin genel ve sürgün görüntüleri

4.2. Fizyolojik İncelemeler

4.2.1. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakallarının Yaprak SPAD Değerleri ($\mu\text{mol m}^{-2}$)

Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin SPAD değerleri Çizelge 4.5 ve Şekil 4.17'de verilmiştir. Yapılan tarama çalışmasında SPAD bakımından (-)Fe uygulamasında genotipler arasındaki farklılık istatistiksel olarak %1 seviyesinde kontrol grubunda ise %5 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Kontrol grubu bitkilerinde farklı anaçların yaprak klorofil miktarı üzerine etkisi farklılık göstermiş olup, en yüksek SPAD değerleri $77.45 \mu\text{mol m}^{-2}$ ile Volkameriana ve $76.23 \mu\text{mol m}^{-2}$ ile Carrizo sitranjında saptanmıştır. En düşük ise $70.20 \mu\text{mol m}^{-2}$ ile Tuzcu 31-31 turuncu üzerine aşılı Navelina fidanlarında tespit edilmiştir. (-)Fe grubu bitkilerinde ise en yüksek SPAD miktarı Tuzcu 31-31 turuncunda $67.52 \mu\text{mol m}^{-2}$ saptanmış bunu $66.48 \mu\text{mol m}^{-2}$ ile Volkameriana izlemiştir. Demir klorozuna duyarlı olarak bilinen Yerli üç yapraklı üzerine aşılı bitkilerde ise $29.90 \mu\text{mol m}^{-2}$ ile en düşük SPAD değeri elde edilmiştir. Bunu C-35 sitranjı ($33.10 \mu\text{mol m}^{-2}$) ve Troyer sitranjı ($39.80 \mu\text{mol m}^{-2}$) üzerine aşılılar izlemiştir.

SPAD değerinde kontrol ve (-) Fe uygulamalarının % kayıplarında en az fark %3.82 ile Tuzcu 31-31 turuncunda, en fazla fark ise %60.10 ile Yerli üç yapraklı ve %56.00 ile C35 sitranjı anacı üzerine aşılı Navelina portakalında tespit edilmiştir.

Yapılan t testinde ise Tuzcu 31-31 turuncu ve Volkameriana üzerine aşılı olanlarda kontrol ve (-)Fe uygulaması aynı grupta, diğer anaçlar üzerine aşılılar ise farklı gruplarda yer almışlardır.

Kontrol grubu incelendiğinde farklı anaçların Navelina portakalının yaprak klorofil miktarı üzerine bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Turunçgil anaçlarının Fe klorozuna olan tepkilerinin incelendiği çalışmalarda bizim çalışmamızdaki sonuçlarla uyumlu bir şekilde SPAD miktarının ya da toplam klorofil miktarının Fe klorozunda azaldığı bildirilmiştir (Byrne ve ark., 1995; Pestana

ve ark., 2001; Pestana ve ark., 2005; Roose, 2008; Castle ve Nunnallee, 2009; Llosa, 2009).

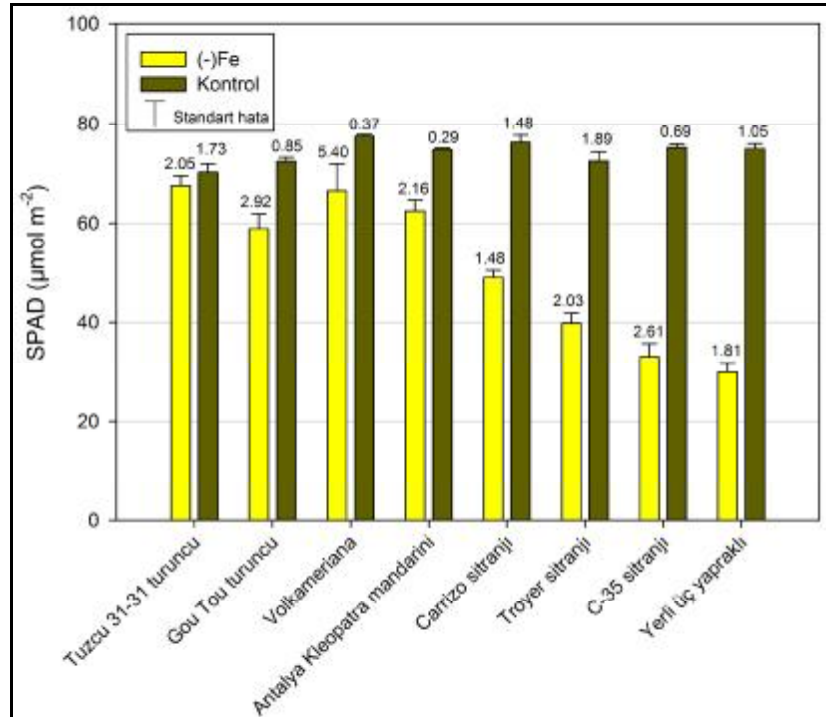
Çizelge 4.5. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin SPAD değerleri ($\mu\text{mol m}^{-2}$)

Anaç	Kontrol	(-)Fe	Önemlilik (t testi)	% Fark
Tuzcu 31-31 turuncu	70.20 b ⁽¹⁾	67.52 a	Ö.D.	3.82
Gou Tou turuncu	72.42 ab A ⁽²⁾	58.93 ab B	* (7.308)	18.63
Volkameriana	77.45 a	66.48 a	Ö.D.	14.16
Antalya Kleopatra mandarini	74.80 ab A	62.46 ab B	* (5.194)	16.50
Carrizo sitranjı	76.23 a A	48.98 bc B	* (5.911)	35.75
Troyer sitranjı	72.47 ab A	39.80 cd B	* (7.098)	45.08
C35 sitranjı	75.22 ab A	33.10 d B	* (7.001)	56.00
Yerli üç yapraklı	74.94 ab A	29.90 d B	* (5.894)	60.10
Önemlilik	* ⁽³⁾	**	-	-
$D_{\%5}$	5.358	-		
$D_{\%1}$	-	14.894		

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir.

(2): Student's t test farklılıkları ayrı harflerle gösterilmiştir.

(3): Ö.D.: Önemli Değil. **: $p < 0.01$; *: $p < 0.05$



Şekil 4.17. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin SPAD değerleri ($\mu\text{mol m}^{-2}$)

4.2.2. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakallarının Yaprak Toplam Demir Konsantrasyonları (mg/kg)

Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin yaprak toplam Fe konsantrasyonları Çizelge 4.6. ve Şekil 4.18.'de verilmiştir. Yapılan tarama çalışmasında toplam Fe konsantrasyonu bakımından (-)Fe ve kontrol gruplarında genotipler arasındaki farklılık istatistiksel olarak %99 güvenle önemli bulunmuştur. Kontrol grubu bitkilerinde en yüksek toplam demir konsantrasyonu Yerli üç yapraklı (129.73 ppm), en düşük ise Tuzcu 31-31 turuncu (92.40 ppm) üzerine aşıllarda saptanmıştır. Görüldüğü gibi anaçların büyüme güçleri birbirlerinden farklılık göstermektedir. Örneğin Poncirus cinsi, Citrus cinsine göre yetişkin dönemde daha kısa yapılı bitkiler meydana getirmektedir; Poncirus cinsi bitkiler ilk fidan döneminde hızlı gelişim gösterirken yaşı ilerledikçe daha yavaş bir gelişim göstermektedir (İncesu, 2011). Keskin (1981), yaklaşık 6 aylık turunçgil anaçlarında yaptığı ölçümlerde Yerli üç yapraklının bitki boyu ve çap gelişiminin Carrizo sitranjı ve turunçtan daha iyi olduğunu belirlemiştir. Buna karşın Kaplankıran (1984) ise, arazi koşullarında 4 yaşlı turunç ve Volkameriana çöğürlerinin, Yerli üç yapraklı çöğürlerine göre çap büyüme hızının daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Toplam demir konsantrasyonunun Yerli üç yapraklı üzerine aşıllarda yüksek çıkmasının nedeni muhtemelen bitkinin hızlı gelişim göstermesinden kaynaklanmaktadır.

(-)Fe bitkilerinde ise en yüksek toplam demir konsantrasyonu yüksek pH'da demir klorozuna tolerant olarak bilinen Tuzcu 31-31 turuncu (68.35 ppm) ve Gou Tou turuncu (68.27 ppm) anaçları üzerine aşıllarda saptanmıştır. En düşük toplam demir ise bu çalışmada Poncirus cinsini temsil eden ve demir klorozuna duyarlı Yerli üç yapraklı (32.19 ppm) de tespit edilmiştir.

(-)Fe ve kontrol uygulamalarının toplam demir konsantrasyonları arasındaki % farklılık incelendiğinde en az kayıp %26.03 ile Tuzcu 31-31 turuncu anacı üzerine aşılı olanlarda saptanmış; bunu %40.53 ile Gou Tou anacı üzerine aşıllar izlemiştir. Toplam demir konsantrasyonunda en fazla kayıp ise %75.18 ve %64.63 ile sırasıyla Yerli üç yapraklı ve C35 sitranjı anaçları üzerine aşıllarda saptanmıştır.

Yapılan t testinde de bütün anaçların (-)Fe ve kontrol uygulamaları farklı gruplarda yer almıştır.

Toplam demir miktarının yüksek olmasına rağmen, yapraklarda klorozun görünmesi demir paradoksu olarak tanımlanmaktadır. Ancak daha önce yapılan bazı çalışmalar demir paradoksunun doğal koşullar altında yetiştirilen bitkilerde görülüp, kontrollü koşullarda bu durumun yaşanmadığı yönündedir (Morales ve ark.,1998).

Kontrollü koşullarda çalışmalar yapan bazı araştırmacılar yapraklardaki toplam Fe düzeyinin yaprağın kloroz durumuna bağlı olarak azalma gösterdiğini belirtmişlerdir (Chouliaras ve ark., 2004a; Torres ve ark., 2006). Ancak bazı çalışmalarda da toplam Fe'in bitkinin Fe'le ilgili durumunu yansıtmada yeterli olmadığı; yapraktaki toplam Fe ve yaprak klorozu arasında bir ilişkinin bulunmadığı veya var olan ilişkinin doğrusal olmadığını bildirmişlerdir. Bu nedenle, klorotik yaprakların yüksek toplam Fe içerebileceği ve dolayısıyla Fe alımı etkinliğinin teşhisinde klorotik yaprakların kullanılmayacağı bildirilmiştir (Razeto, 1982; Hurley ve ark., 1986; Sudahano ve ark.,1994; Mohammad ve ark.,1998; Abadia ve ark., 2000; Razeto ve Valdes, 2006; Ferrarezi ve ark., 2007).

Bununla beraber bu çalışmada bitkinin kloroz düzeyi ile toplam demir arasındaki ilişki doğrusal görünmektedir (Çizelge 4.13).

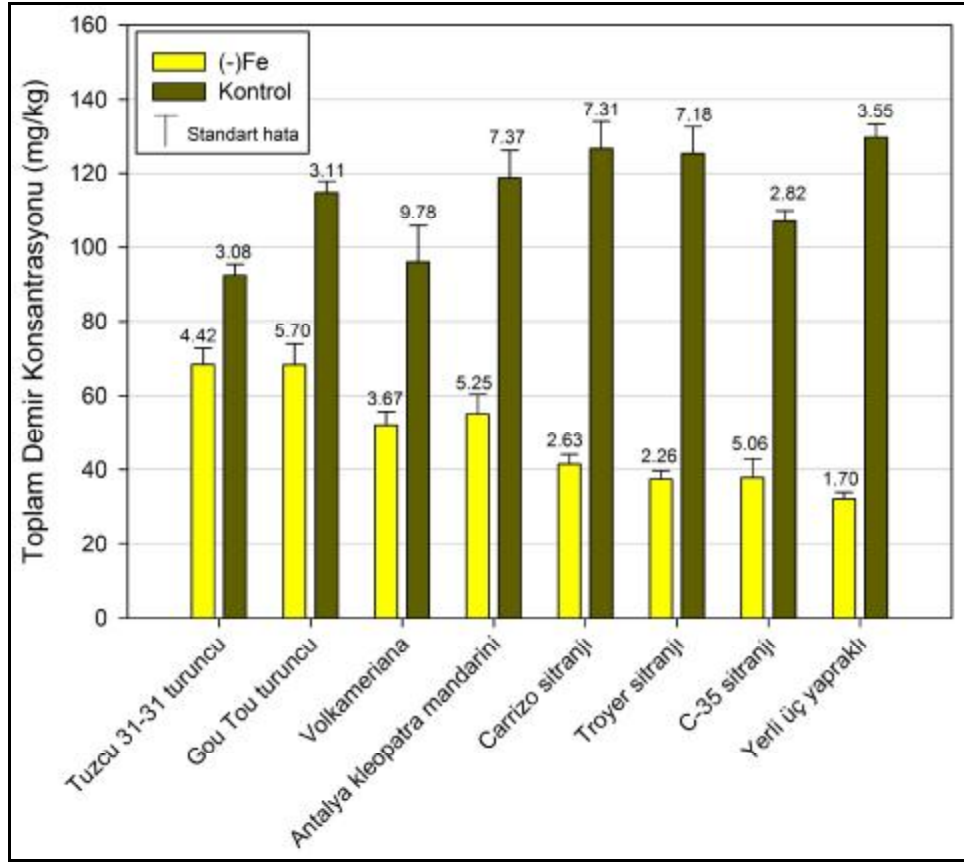
Çizelge 4.6. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin yaprak toplam demir konsantrasyonları (mg/kg)

Anaç	Kontrol	(-)Fe	Önemlilik (t testi)	% Fark
Tuzcu 31-31 turuncu	92.40 c ⁽¹⁾ A ⁽²⁾	68.35 a B	* (12.015)	26.03
Gou Tou turuncu	114.80 abc A	68.27 a B	* (14.461)	40.53
Volkameriana	96.08 bc A	52.10 abc B	* (27.443)	45.78
Antalya Kleopatra mandarini	118.78 abc A	55.09 ab B	* (20.155)	53.62
Carrizo sitranji	126.61 ab A	41.47 bc B	* (21.395)	67.25
Troyer sitranji	125.32 ab A	37.44 bc B	* (16.774)	70.13
C-35 sitranji	107.11 abc A	37.88 bc B	* (12.903)	64.63
Yerli üç yapraklı	129.73 a A	32.19 c B	* (8.744)	75.18
Önemlilik	** ⁽³⁾	**	-	-
D _{%1}	30.704	22.034	-	-

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir.

(2): Student's t test farklılıkları ayrı harflerle gösterilmiştir.

(3): **: p<0.01; *:p<0.05



Şekil 4.18. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin yaprak toplam demir konsantrasyonları (mg/kg)

4.2.3. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakallarının Yaprak Aktif Demir Konsantrasyonları (mg/kg)

Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin yapraklarındaki aktif Fe konsantrasyonları Çizelge 4.7 ve Şekil 4.19'da verilmiştir. Aktif Fe konsantrasyonu bakımından (-)Fe ve kontrol gruplarında genotipler arasındaki farklılık istatistiksel olarak %99 güvenle önemli bulunmuştur.

Kontrol grubu bitkilerinde en yüksek aktif demir konsantrasyonu Carrizo sitranji (78.98 ppm) ve Yerli üç yapraklı (69.08 ppm) üzerine aşılılarda tespit edilmiştir. Kontrol bitkilerinde Poncirus kanı taşıyan Yerli üç yapraklı, Carrizo Troyer ve C-35 sitranjları üzerine aşılı Navelina portakalında aktif demir konsantrasyonları daha yüksek bulunmuştur. En düşük aktif demir konsantrasyonu ise 55.02 ppm ile Tuzcu 31-31 turuncunda belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

(-)Fe grubunda ise anaçların yüksek pH'daki davranışları gözönünde bulundurularak bakıldığında, demir klorozuna tolerant olarak bilinen turunç türünü temsil eden Gou Tou (37.90 ppm) ve Tuzcu 31-31 (36.68 ppm) turunçlarında en yüksek aktif demir konsantrasyonuna sahip olduğu görülmektedir. En düşük aktif Fe konsantrasyonları ise 22.52 ppm ve 22.60 ppm ile sırasıyla C-35 sitranjı ve emir klorozuna duyarlı olarak bilinen Yerli üç yapraklı anacı üzerine aşılı bitkilerde saptanmıştır.

(-)Fe ve kontrol uygulamalarının aktif demir konsantrasyonları arasındaki % farklılık bakımından en az kayıp %33.33 ile Tuzcu 31-31 turuncu anacı üzerine aşılı olanlarda saptanmış; bunu %37.21 ile Gou Tou anacı üzerine aşılılar izlemiştir. Aktif demir konsantrasyonunda en fazla kayıp ise %67.28 ve %64.50 ile sırasıyla Yerli üç yapraklı ve C35 sitranjı anaçları üzerine aşılılarda saptanmıştır.

Yapılan t testinde de bütün anaçların (-)Fe ve kontrol uygulamaları farklı gruplarda yer almıştır.

Bitkilerde Fe'in büyük bir kısmı Fe⁺³, den oluşmasına karşın, Fe⁺² metabolik olarak aktiftir (Kacar ve Katkat, 2009). Bu nedenle, aktif Fe'in bitkinin Fe düzeyini belirlemek için uygun olduğu ve bitkinin kloroz durumunu yansıttığı belirtilmiştir (Sudahano ve ark., 1994; Mohammad ve ark., 1998; Chouliaras ve ark., 2004 a; Torres ve ark., 2006; Çelik ve Katkat, 2007; Ferrarezi ve ark., 2007).

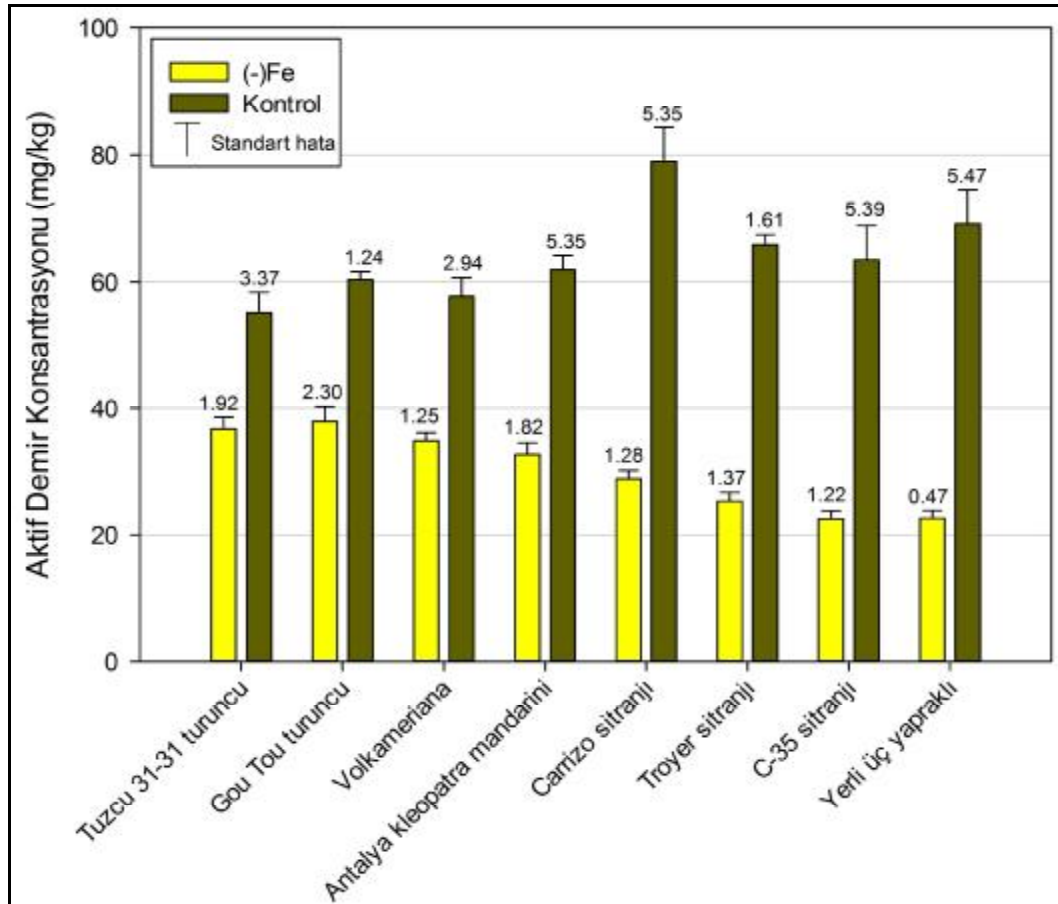
Çizelge 4.7. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin yaprak aktif demir konsantrasyonları (mg/kg)

Anaç	Kontrol	(-)Fe	Önemlilik (t testi)	% Fark
Tuzcu 31-31 turuncu	55.02 b ⁽¹⁾ A ⁽²⁾	36.68 ab B	* (8.642)	33.33
Gou Tou turuncu	60.36 b A	37.90 a B	* (5.817)	37.21
Volkameriana	57.74 b A	34.86 ab B	* (7.110)	39.63
Antalya Kleopatra mandarini	61.91 ab A	32.70 abc B	* (6.425)	47.18
Carrizo sitranjı	78.98 a A	28.93 bcd B	* (12.245)	63.37
Troyer sitranjı	65.80 ab A	25.42 cd B	* (4.713)	61.37
C-35 sitranjı	63.44 ab A	22.52 d B	* (12.327)	64.50
Yerli üç yapraklı	69.08 ab A	22.60 d B	* (12.235)	67.28
Önemlilik	** ⁽³⁾	**	-	-
D _{%1}	17.268	8.323	-	-

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir.

(2): Student's t test farklılıkları ayrı harflerle gösterilmiştir.

(3): Ö.D.: Önemli Değil. **: p<0.01; *:p<0.05



Şekil 4.19. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin yaprak aktif demir konsantrasyonları (mg/kg)

4.2.4. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakallarının PSII Klorofil Işıma Verimlilikleri

Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin PSII fotosentez etkinlikleri Çizelge 4.8 ve Şekil 4.20’de verilmiştir. Fotosentez etkinliği bakımından kontrol bitkilerinde anaçlar arasındaki fark %95 güvenle ve (-)Fe bitkilerinde anaçlar arasındaki farklılık %99 güvenle istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Kontrol grubu bitkilerinin deneme sonunda PSII klorofil ışına verimleri incelendiğinde en yüksek C-35 sitranjı (0.7878), en düşük ise Volkameriana (0.7668) üzerine aşılı Navelinalarda belirlenmiştir. Demir noksanlığı altındaki Navelina fidanlarında ise en yüksek değer Gou Tou turuncundan (0.7712) elde edilmiştir. Bunu Antalya Kleopatra mandarini (0.7679) üzerine aşılı Navelina izlemiştir. En düşük PSII verimi ise C-35 sitranjı (0.7224) ve Yerli üç yapraklı (0.7380) üzerine aşılı Navelina fidanlarının yapraklarında tespit edilmiştir.

Kontrol ve (-)Fe bitkilerinin PSII etkinliği bakımından aralarındaki fark karşılaştırıldığında en fazla kayıp C35 sitranjı (%8.302) ve Yerli üç yapraklı (%5.702); en az kayıp ise Tuzcu 31-31 turuncu (%1.352) ve Gou Tou turuncu (%1.373) anaçlarına aşılı Navelina fidanlarında saptanmıştır.

Uygulamaların anaç bazındaki etkisini incelemek için yapılan t testinde Tuzcu 31-31 turuncu, Gou Tou turuncu, Volkameriana ve Antalya Kleopatra mandarini dışındaki tüm anaçlar üzerine aşılı Navelinaların (-)Fe ve kontrol uygulamaları farklı gruplarda yer almışlardır.

PSII etkinliğinin portakal, şeker kamışı ve armutta demir klorozu durumunda çok az etkilendiği bildirilmiştir (Pestana ve ark., 2005). Abadia ve ark., (1999) demir noksanlığında gerçekleşen bu azalışın sadece yaprak absorbansındaki düşüşle alakalı olmadığını, aynı zamanda fotokimyasal olmayan bir takım metabolik olaylarla birlikte ısı enerjisini yitirmesine bağlı olduğunu belirtmiştir.

Türkan (2008), bitkilerin PSI ve PSII olarak bilinen ve seri olarak çalışan iki reaksiyon merkezine sahip olduğunu ve iki fotosistemin tilakoyid zar üzerinde farklı yerlerde bulunduğunu ileri sürmüştür. Araştırmacı PSI’in yığın oluşturmeyen stroma zarlarında, PSII’nin ise yığın oluşturan grana zarlarında yaygın olarak yerleştiğini,

PSI'in reaksiyon merkezindeki klorofillerin 700 nm'de PSII'ninkilerin ise 680 nm'de maksimum ışık soğurduğunu bildirmiştir.

Pestana ve ark. (2001), Troyer üzerine aşılı Newhall portakalında yüksek pH'lı koşullarda PSII etkinliğinin kontrol koşullarına göre az oranda azalma gösterdiğini bildirmiştir.

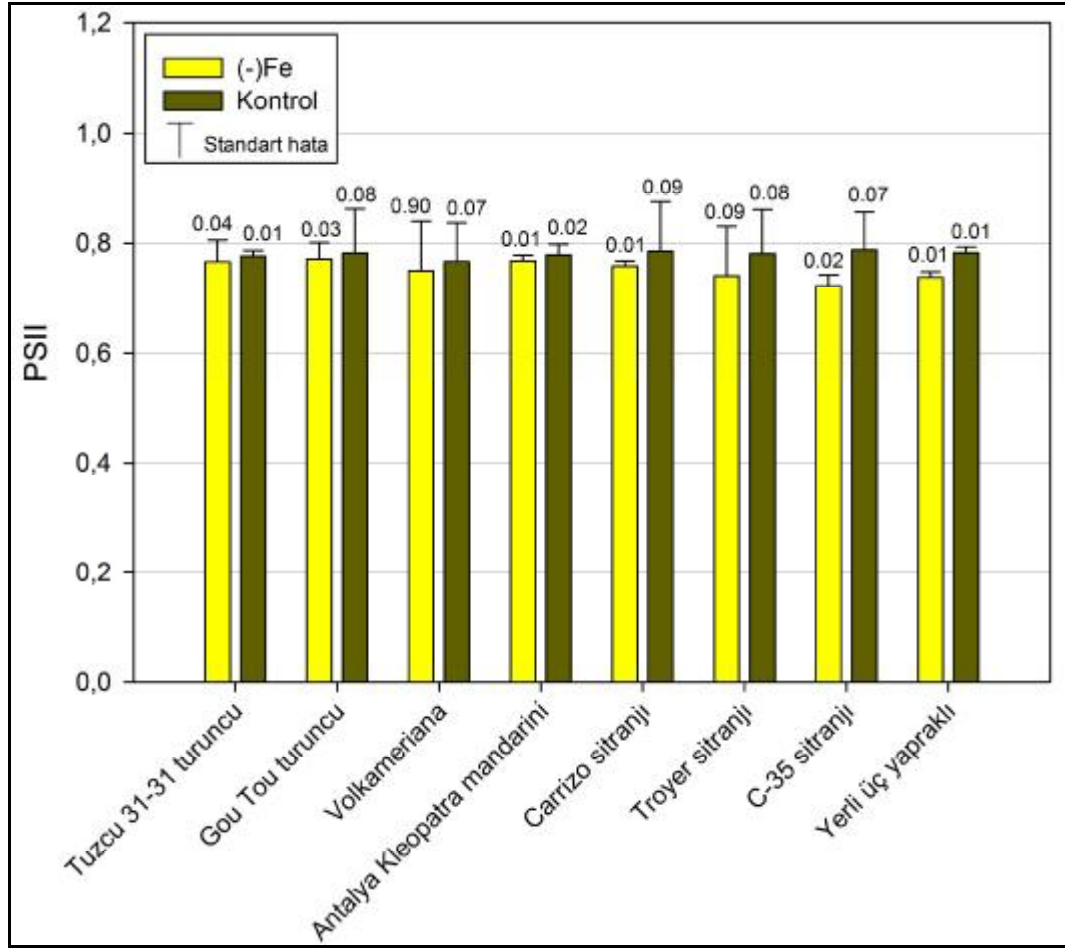
Çizelge 4.8. Farklı anaçlar üzerine aşılı Naveline bitkilerinin PSII etkinlikleri

Anaç	Kontrol	(-)Fe	Önemlilik (<i>t testi</i>)	% Fark
Tuzcu 31-31 turuncu	0.7765 ab ⁽¹⁾	0.7660 ab	Ö.D.	1.352
Gou Tou turuncu	0.7820 ab	0.7712 a	Ö.D.	1.373
Volkameriana	0.7668 b	0.7496 ab	Ö.D.	2.231
Antalya Kleopatra mandarini	0.7785 ab	0.7679 ab	Ö.D.	1.354
Carrizo sitranjı	0.7851 ab A ⁽²⁾	0.7581 ab B	* ^(0.011)	3.440
Troyer sitranjı	0.7808 ab A	0.7408 ab B	* ^(0.023)	5.121
C-35 sitranjı	0.7878 a A	0.7224 b B	* ^(0.034)	8.302
Yerli üç yapraklı	0.7826 ab A	0.7380 ab B	* ^(0.024)	5.702
Önemlilik	* ⁽³⁾	**	-	-
<i>D</i> ₅	0.0189	-	-	-
<i>D</i> ₁	-	0.0456	-	-

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir.

(2): Student's t test farklılıkları ayrı harflerle gösterilmiştir.

(3): Ö.D.: Önemli Değil. **: p<0.01; *:p<0.05



Şekil 4.20. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina bitkilerinin PSII etkinlikleri

4.2.5. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakallarının Fotosentez Hızları ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)

Deneme sonunda farklı anaçların Navelina fidanlarındaki fotosentez hızına etkileri ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) Çizelge 4.9 ve Şekil 4.21’de verilmiştir. Fidanların yapraklarında fotosentetik parametrelerin ölçümleri yapılırken ortalama yaprak sıcaklıkları 29.57°C ve yaprağa ulaşan fotosentetik aktif radyasyon ortalama $1157 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ olarak kaydedilmiştir. Fotosentez hızı bakımından kontrol grubu bitkilerinin arasındaki fark %5, (-)Fe bitkilerinde ise anaçların arasındaki fark %1 seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Fotosentez hızı, iklim odası kontrollü koşullarında yetişen kontrol bitkilerinde en yüksek Carrizo sitranji ($6.65 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) en düşük C-35 sitranji ($5.37 \mu\text{mol}$

$\text{CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$) üzerine aşılı Navelina fidanlarında saptanırken, diğer tüm anaçlar aynı grupta yer almıştır. Yüksek pH'lı koşullarda yetişen fidanlarda ise en yüksek fotosentez hızı Tuzcu 31-31 turuncu ($4.69 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$), Volkameriana ($4.49 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$) ve Gou Tou turuncu ($4.09 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$) üzerine aşılılarda bulunmuştur. Demir noksanlığında en düşük fotosentez hızı ise Yerli üç yapraklı ($1.43 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$) ve C-35 sitranjı ($1.84 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$) anaçları üzerine aşılılarda saptanmıştır.

(-)Fe ve kontrol grupları karşılaştırıldığında fotosentez etkinliğinde en fazla düşüş Yerli üç yapraklı (%78.11) ve C-35 sitranjında (%65.78); en az ise Tuzcu 31-31 turuncu (%14.38), Gou Tou turuncu (%34.29) ve Antalya Kleopatra mandarininde (%32.98) belirlenmiştir.

Uygulamalar arasındaki farklılığı görmek için yapılan t testinde Tuzcu 31-31 turuncu dışındaki tüm anaçlar farklı grupta yer almışlardır. Bu sonuç Tuzcu 31-31 turuncu üzerine aşılı Navelina fidanlarının demir klorozunda fotosentezinin istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş yaşamadığını göstermektedir.

Demir klorozunda fotosentez etkinliği ile aktif demir, SPAD ve skala arasındaki korelasyonun oldukça güçlü olduğu görünmektedir (Çizelge 4.13). Bu durum daha önce yapılan çalışmalarda da belirtildiği gibi demir noksanlığı yaşayan yapraklarda fotosentetik aktivitenin azaldığını kanıtlamaktadır (Morales ve ark. 1994, Abadia ve ark., 1999, Bertamini ve ark., 2001, Larbi ve ark., 2006, Nenova, 2009). Ayrıca Bavaresco ve ark., (2006) demir klorozu gösteren bitkilerde fotosentez hızındaki azalmanın yine Fe klorozuna bağlı olarak PSII etkinliğindeki değişimden ileri geldiğini bildirmiştir.

Chouliaras ve ark. (2004 b), turunc ve Swingle sitrumelo üzerine aşılı Valencia portakalında net fotosentezin pH'nın artışıyla birlikte azaldığını, ayrıca turunc üzerine aşılı olanlarda bu hızın Swingle sitrumelo üstüne aşılılardan daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Ayrıca Gonzalez-Mas ve ark., (2009), pH'sı 8 olan toprak koşullarında farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalında fotosentez hızının anaçlar tarafından etkilendiğini bildirmiştir.

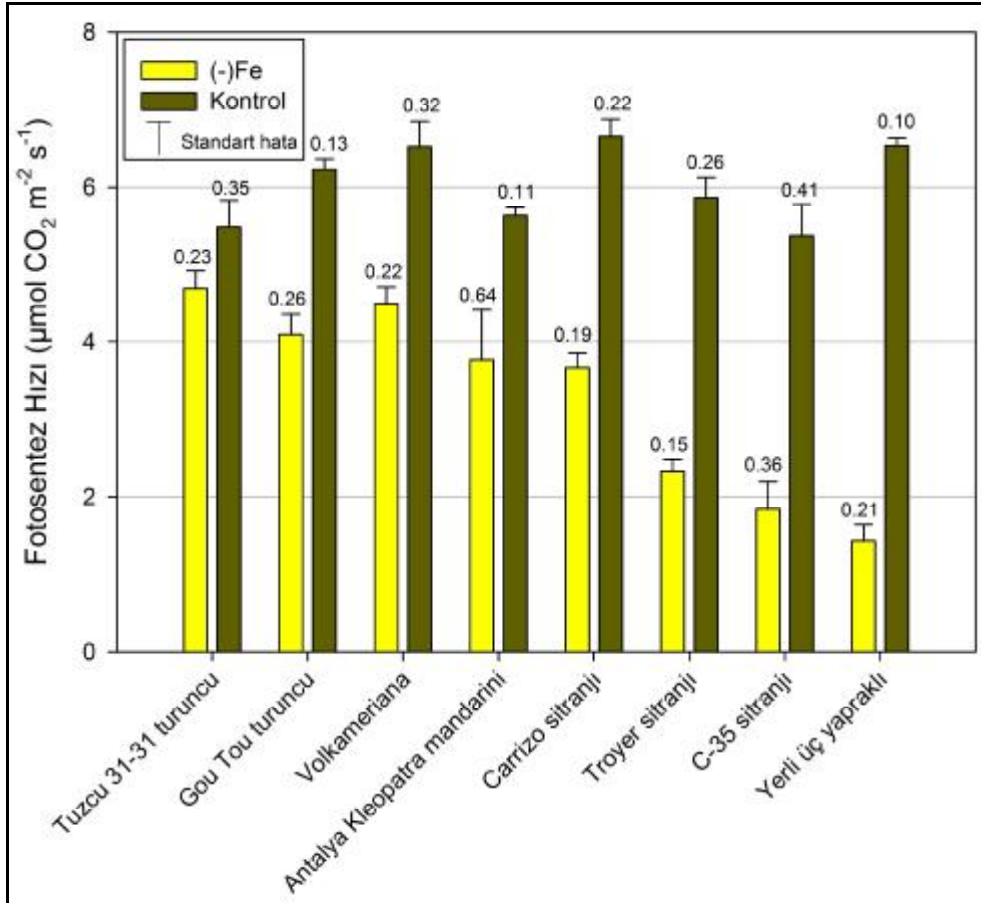
Çizelge 4.9. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin fotosentez etkinlikleri ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)

Anaç	Kontrol	(-)Fe	Önemlilik (t testi)	% Fark
Tuzcu 31-31 turuncu	5.48 ab ⁽¹⁾	4.69 a	Ö.D.	14.38
Gou Tou turuncu	6.23 ab A ⁽²⁾	4.09 a B	* (0.652)	34.29
Volkameriana	6.52 ab A	4.49 aB	* (0.807)	31.13
Antalya Kleopatra mandarini	5.63 ab A	3.77 ab B	* (1.497)	32.98
Carrizo sitranjı	6.65 a A	3.67 ab B	* (0.667)	44.84
Troyer sitranjı	5.87 ab A	2.33 bc B	* (0.698)	60.41
C-35 sitranjı	5.37 b A	1.84 c B	* (2.134)	65.78
Yerli üç yapraklı	6.53 ab A	1.43 c B	* (2.265)	78.11
Önemlilik	* ⁽³⁾	**	-	-
D _{5%}	1.196	-	-	-
D _{1%}	-	1.755	-	-

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir.

(2): Student's t test farklılıkları ayrı harflerle gösterilmiştir.

(3): Ö.D.: Önemli Değil. **: p<0.01; *:p<0.05



Şekil 4.21. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin fotosentez etkinlikleri ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)

4.2.6. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakalı Yapraklarının Stomal İletkenliği ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin stomal iletkenlikleri Çizelge 4.10 ve Şekil 4.22’de verilmiştir. Kontrol ve (-)Fe uygulamalarında stomal iletkenlik %5 seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Kontrol bitkilerinde en yüksek stomal iletkenlik Yerli üç yapraklıda ($77.20 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), en düşük ise C-35 sitranjında ($36.00 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) tespit edilmiş, diğer anaçlar üzerine aşılılar ise orta düzeyde stomal iletkenliğe sahip olarak aynı grupta yer almışlardır.

(-)Fe bitkilerinde ise en yüksek stomal iletkenlik Carrizo sitranjı ($40.00 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) ve Tuzcu 31-31 turuncu ($40.00 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) üzerine aşılılarda saptanmış, bunu Yerli üç yapraklı ($35.00 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), Troyer sitranjı ($35.00 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) ve Gou Tou turuncu ($34.00 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) izlemiştir. En düşük stomal iletkenlik ise Volkameriana ($16.00 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), C-35 sitranjı ($20.00 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) ve Antalya Kleopatra mandarini ($22.00 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) üzerine aşılılarda tespit edilmiştir.

(-)Fe ve kontrol grupları % kayıp olarak kıyaslandığında stoma iletkenliğinde en fazla azalış %68.00 ile Volkameriana’da belirlenmiş, bu anacı %54.66 ile Yerli üç yapraklı anacı izlemiştir. En düşük azalış ise %22.73 ile Gou Tou turuncunda saptanmıştır.

Anaçların kontrol ve (-)Fe uygulamaları arasındaki farklılığı görmek için yapılan t testinde tüm anaçlar farklı grupta yer almışlardır.

Bu sonuçlar değişik araştırmacılar tarafından yapılan ve demir stresi olduğunda stomal iletkenliğin azaldığına dair bulgularla örtüşmektedir.

Molassiotis ve ark. (2006) iki farklı şeftali anacının demir klorozunda gösterdikleri fotosentetik parametreleri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda yüksek pH’lı koşullarda (7.9 pH) stomal iletkenliğin kontrole göre (6.5 pH) azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca Chouliaras ve ark., (2004 b)., turunç ve Swingle sitrumelo üzerine aşılı iki portakal çeşidinde bikarbonat uygulaması ile oluşturulmuş Fe noksanlığında stoma iletkenliğinin azaldığını saptamışlardır. Eichert ve ark. (2010) ise demir klorozu gösteren bitkilere demir uygulamasının arazi koşullarında

yetiştirilen bitkilerin yaprak ksilem yapısının, su ilişkilerinin, gaz değişimlerinin ve stomal performansının doğrudan su basıncı ile kontrol edildiğine dair birçok çalışma olduğunu belirtmişlerdir (Sperry, 2000; Meinzer, 2002; Brodribb ve Jordan, 2008). Ayrıca araştırmacılar demir klorozu görülen şeftali ağaçlarında yaprak yapısını ve fotosentetik parametreleri inceledikleri çalışma doğrultusunda, yapraklarda görülen klorozun CO₂ ve ışığa bağlı olarak stomal iletkenlikteki değişimle ilgili olduğunu saptamışlardır. Stomal iletkenlikteki bu değişimler genel olarak stres koşullarının bitkilerde koruyucu hücrelerin absisik asite olan (ABA) hassasiyetini artırması ile ilişkilendirilmektedir (Hartung ve Slovik 1991; Pou ve ark., 2008). Ayrıca Battal ve ark. (2003) farklı bitki besin elementlerinin mısır bitkisinde Fe noksanlığında ABA miktarında önemli yükseliş olduğunu saptamışlardır.

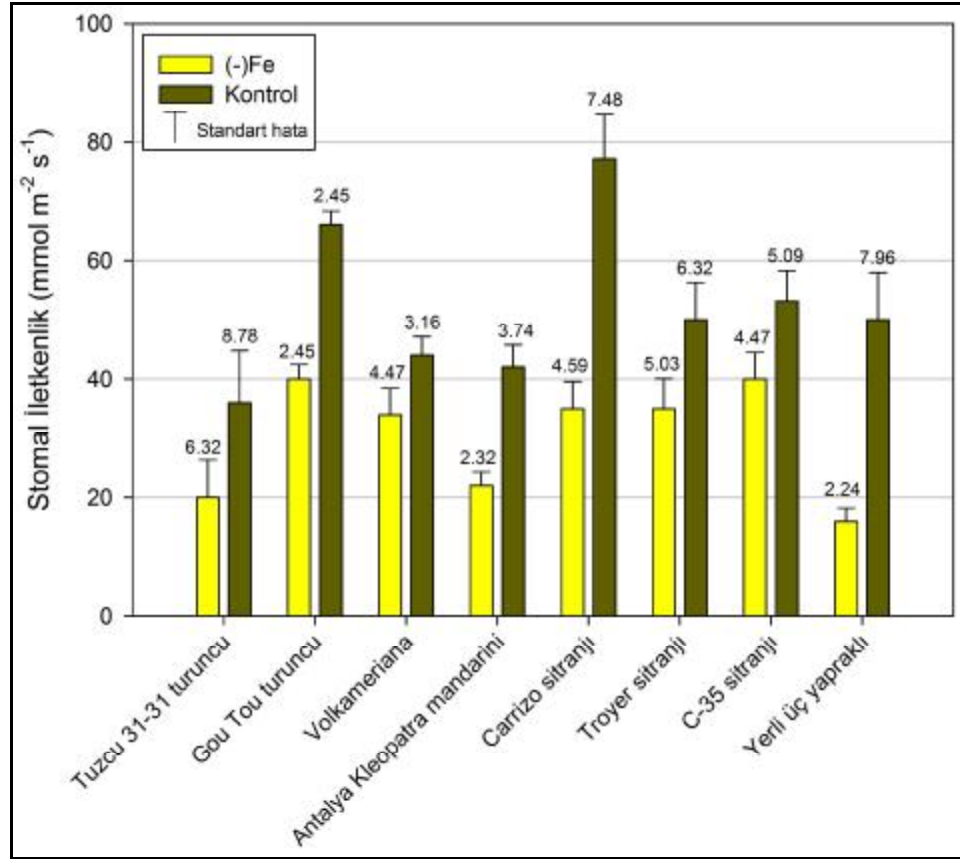
Çizelge 4.10. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı yapraklarının stomal iletkenlikleri (mmol m⁻² s⁻¹)

Anaç	Kontrol	(-)Fe	Önemlilik (<i>t testi</i>)	% Fark
Tuzcu 31-31 turuncu	53.20 ab ⁽¹⁾ A ⁽²⁾	40.00 a B	* (13.47)	24.81
Gou Tou turuncu	44.00 ab A	34.00 abc B	* (7.998)	22.73
Volkameriana	50.00 ab A	16.00 c B	* (22.12)	68.00
Antalya Kleopatra mandarini	42.00 ab A	22.00 abc B	* (11.03)	47.62
Carrizo sitranjı	66.00 ab A	40.00 a B	* (13.01)	39.39
Troyer sitranjı	50.00 ab A	35.00 ab B	* (8.813)	30.00
C-35 sitranjı	36.00 b A	20.00 bc B	* (14.64)	44.44
Yerli üç yapraklı	77.20 a A	35.00 ab B	* (14.41)	54.66
Önemlilik	* ⁽³⁾	*		
D _{0.5}	37.84	18.88	-	-

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir.

(2): Student's t test farklılıkları ayrı harflerle gösterilmiştir.

(3): Ö.D.: Önemli Değil. **: p<0.01; *:p<0.05



Şekil 4.22. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin stomal iletkenlikleri (mmol m⁻² s⁻¹)

4.2.7. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakallarının Yaprak Terleme Oranları (mmol H₂O m⁻² s⁻¹)

Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin terleme oranları Çizelge 4.11 ve Şekil 4.23’de verilmiştir. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakallarının terleme oranları (-)Fe ve kontrol uygulamalarında $p < 0.05$ ’e göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalının terleme oranları kontrol grubunda anaç düzeyinde farklı olmuştur. En yüksek terleme oranı Yerli üç yapraklıda (2.79 mmol H₂O m⁻² s⁻¹); en düşük ise Tuzcu 31-31 turuncunda (1.39 mmol H₂O m⁻² s⁻¹) saptanmıştır.

Demir klorozunun farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalında yarattığı etkiye bakıldığında ise en yüksek terleme oranı Yerli üç yapraklıda (1.30 mmol H₂O

$\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) gerçekleşmiş, bu anacı $1.30 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ değeri ile Gou Tou turuncu izlemiştir. En düşük terleme oranı ise C-35 sitranjı ($0.83 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), Volkameriana ($0.93 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ve Antalya Kleopatra mandarininde ($0.96 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) tespit edilmiştir.

(-)Fe ve kontrol bitkilerinin demir klorozunda gösterdikleri terleme oranı % kayıp olarak değerlendirildiğinde ise en yüksek kayıp %53.32 ile Yerli üç yapraklı ve %42.76 ile C-35 sitranjında bulunmuştur. En düşük kayıp ise Tuzcu 31-31 turuncu (%11.37) ve Gou Tou turuncunda (%15.76) belirlenmiştir.

Uygulamalar arasındaki farklılığı görmek için yapılan t testinde Volkameriana, Antalya Kleopatra mandarini, C-35 sitranjı ve Yerli üç yapraklı anaçları farklı grupta; Tuzcu 31-31 turuncu, Gou Tou turuncu, Carrizo ve Troyer sitranjları ise aynı gruplarda yer almışlardır.

Bu çalışmada demir klorozu gösteren bitkilerde terleme oranı bakımından düşüşler gözlemlenmiştir. Bavaresco ve ark. (2006) Fe klorozuna bağlı olarak fotosentez hızındaki gerilemenin düşük stomal iletkenlik ve terleme oranı ile ilişkili olduğunu bildirmiştir. Ecihert ve ark. (2010), sağlıklı yeşil yapraklarda, klorotik yapraklara oranla net fotosentez oranını yaklaşık 4.0; transpirasyon oranını yaklaşık 1.5; stoma iletkenliğini yaklaşık 2.0; su kullanım etkinliğini yaklaşık 3.0 ve Fe içeriğini yaklaşık 1.2 kat daha fazla olduğunu belirtmiştir. Ayrıca şiddetli Fe klorozu gösteren şeftali, armut ve şeker kamışı bitkilerinin yapraklarında gerçekleştirilen klorofil ve gaz değişimi ölçümlerinde; klorotik yapraklarda stomal iletkenliğin ve transpirasyon oranının azaldığı bildirilmiştir (Larbi ve ark., 2006).

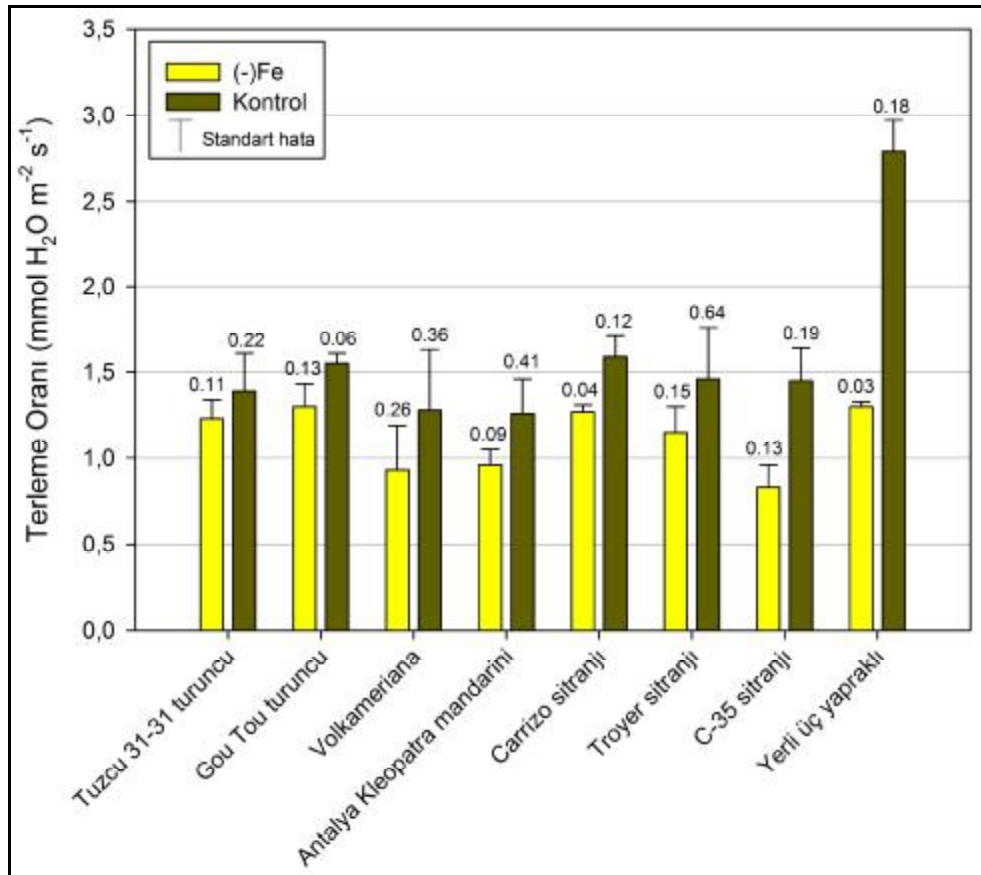
Çizelge 4.11. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin terleme oranları ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

Anaç	Kontrol	(-)Fe	Önemlilik (t testi)	% Fark
Tuzcu 31-31 turuncu	1.39 b ⁽¹⁾	1.23 ab	Ö.D.	11.37
Gou Tou turuncu	1.55 b	1.30 a	Ö.D.	15.76
Volkameriana	1.28 b A ⁽²⁾	0.93 ab B	* ^(0,204)	27.27
Antalya Kleopatra mandarini	1.26 b A	0.96 ab B	* ^(0,217)	23.77
Carrizo sitranjı	1.59 b	1.27 ab	Ö.D.	19.90
Troyer sitranjı	1.46 b	1.15 ab	Ö.D.	21.45
C-35 sitranjı	1.45 b A	0.83 b B	* ^(0,308)	42.76
Yerli üç yapraklı	2.79 a A	1.30 a B	* ^(0,529)	53.32
Önemlilik	* ⁽³⁾	*	-	-
$D_{\%5}$	0.738	0.446	-	-

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir.

(2): Student's t test farklılıkları ayrı harflerle gösterilmiştir.

(3): Ö.D.: Önemli Değil. **: $p < 0.01$; *: $p < 0.05$

Şekil 4.23. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin terleme oranları ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

4.2.8. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakallarının Yaprak Su Kullanım Etkinliği [$\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ mmol}(\text{H}_2\text{O})^{-1}$]

Fotosentetik parametrelerin (fotosentez hızı, stomal iletkenlik, PAR, terleme oranı) ölçümünde kullanılan gaz değişim tespiti cihazlarıyla yapılan ölçümlerde su kullanım etkinliği Fotosentez hızı/Terleme oranı ile hesaplanmaktadır (von Caemmerer ve Farquar, 1981).

Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin su kullanım etkinlikleri Çizelge 4.12 ve Şekil 4.24'de verilmiş olup (-)Fe uygulaması ve kontrolde $p < 0.01$ 'e göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Kontrol bitkilerinde su kullanım etkinliği üzerine anaçların etkisi önemli bulunmuştur. En yüksek su kullanım etkinliğine sahip anaçlar Volkameriana ($5.11 \mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ mmol}(\text{H}_2\text{O})^{-1}$), Carrizo sitranjı ($4.19 \mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ mmol}(\text{H}_2\text{O})^{-1}$) ve Troyer sitranjı ($4.01 \mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ mmol}(\text{H}_2\text{O})^{-1}$); en düşük ise Yerli üç yapraklı ($2.34 \mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ mmol}(\text{H}_2\text{O})^{-1}$) olarak belirlenmiştir.

(-)Fe bitkilerinde ise en yüksek su kullanım etkinliğine sahip anaç olarak kontrolle benzer şekilde Volkameriana ($4.84 \mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ mmol}(\text{H}_2\text{O})^{-1}$) olarak tespit edilmiş, bu anacı Antalya Kleopatra mandarini ($3.92 \mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ mmol}(\text{H}_2\text{O})^{-1}$) ve Tuzcu 31-31 turuncu ($3.981 \mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ mmol}(\text{H}_2\text{O})^{-1}$) izlemiştir. En düşük su kullanım etkinliği ise Yerli üç yapraklıda ($1.10 \mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ mmol}(\text{H}_2\text{O})^{-1}$) saptanmıştır.

Her anaçta uygulamalar arasındaki farklılığı görmek için yapılan t testinde Tuzcu 31-31 turuncu, Gou Tou turuncu, Volkameriana ve Antalya Kleopatra mandarini aynı grupta; Carrizo, Troyer ve C-35 sitranjları ile Yerli üç yapraklı anaçları üzerine aşılılar farklı gruplarda yer almışlardır.

(-)Fe ve kontrol bitkilerinin demir klorozunda gösterdikleri su kullanım etkinlikleri % kayıp olarak değerlendirildiğinde ise en yüksek kayıp %53.10 ile Yerli üç yapraklı ve %49.59 ile Troyer sitranjında bulunmuştur. En düşük kayıp ise Tuzcu 31-31 turuncu (%3.40) ve Volkamerianada (%5.31) belirlenmiştir.

Fe eksikliği görülen yapraklar su kullanım etkinliği bakımından sağlıklı yapraklara göre daha az etkindirler. Fe klorozu görülen şeker pancarı, şeftali ve

armut bitkilerinde kazanılan bir birim karbonhidrat asimilasyonunda sağlıklı yapraklara göre daha çok terleme söz konusudur. Ancak Fe noksanlığı fotosentez hızını, terleme oranına göre, daha fazla etkilemekte ve sonuç olarak Fe klorozu gösteren bitkide su kullanım etkinliğinin düşmesi olarak yansımaktadır (Larbi ve ark., 2006). Ayrıca Eichert ve ark. (2010) Fe klorozu gösteren şeftali yapraklarında sağlıklı yapraklara göre su kullanım etkinliği dahil tüm fotosentetik parametrelerin düştüğünü bildirmişlerdir.

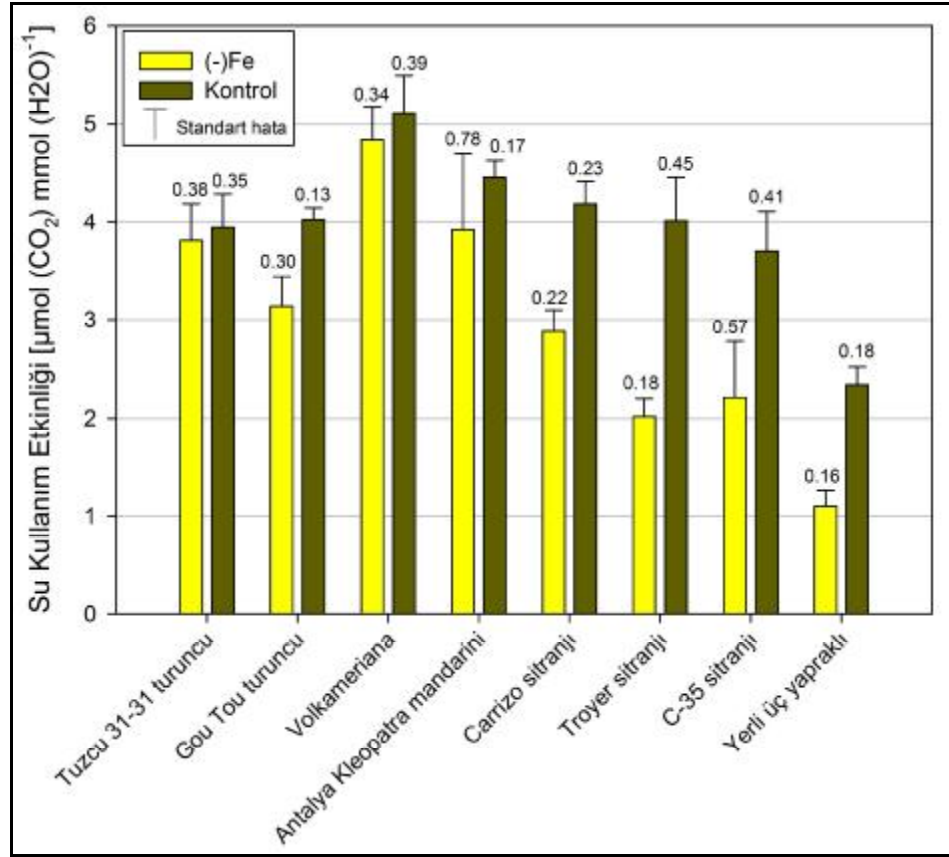
Çizelge 4.12. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin su kullanım etkinlikleri [$\mu\text{mol}(\text{CO}_2)$ $\text{mmol}(\text{H}_2\text{O})^{-1}$]

Anaç	Kontrol	(-)Fe	Önemlilik (t testi)	% Fark
Tuzcu 31-31 turuncu	3.94 b ⁽¹⁾	3.81 ab	Ö.D.	3.40
Gou Tou turuncu	4.02 b	3.14 bc	Ö.D.	21.99
Volkameriana	5.11 a	4.84 a	Ö.D.	5.31
Antalya Kleopatra mandarini	4.46 ab	3.92 ab	Ö.D.	12.08
Carrizo sitranjı	4.19 a A ⁽²⁾	2.88 bc B	* (1.121)	31.14
Troyer sitranjı	4.01 a A	2.02 cd B	* (1.487)	49.59
C-35 sitranjı	3.70 b A	2.21 bcd B	* (0.735)	40.23
Yerli üç yapraklı	2.34 c A	1.10 d B	* (0.892)	53.10
Önemlilik	** ⁽³⁾	**		
<i>D</i> _{%1}	0.893	1.768		

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir.

(2): Student's t test farklılıkları ayrı harflerle gösterilmiştir.

(3): Ö.D.: Önemli Değil. **: p<0.01; *:p<0.05



Şekil 4.24. Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalı bitkilerinin su kullanım etkinliği [$\mu\text{mol} (\text{CO}_2) \text{mmol} (\text{H}_2\text{O})^{-1}$]

4.3. Denemede İncelenen Parametreler Arasındaki İlişki Durumları

İklim odasında yüksek pH'lı yetiştirme ortamında 8 farklı turuncgil anacının üzerine aşılı Navelina göbekli portakalı fidanlarında deneme kapsamında incelenen yaprak sayısı, bitki boyu, bitki ağırlığı, SPAD, skala, toplam Fe ve aktif Fe konsantrasyonları, PSII, fotosentez hızı, terleme oranı, stomal iletkenlik ve su kullanım etkinliği parametrelerinin arasındaki korelasyon sonuçları Çizelge 4.13 ve Şekil 4.25'da verilmiştir.

Parametreler arasındaki korelasyon katsayılarının 0.60 ve üzerinde olan ilişkiler incelendiğinde bitki boyu ve bitki ağırlığının diğer parametrelerle güçlü bir ilişki içerisinde olmadıkları saptanmıştır.

Deneme sonunda yaprak sayıları ile yaprakların toplam ve aktif Fe içerikleri, SPAD ve fotosentez hızı arasında istatistiksel olarak %99 güven ile önemli pozitif bir

korelasyon saptanmış yaprak sayısının skala ile negatif bir ilişki içerisinde olduğu bulunmuştur.

Yapraklardaki toplam Fe konsantrasyonu ile aktif Fe konsantrasyonu, SPAD, PSII, stomal iletkenlik ve fotosentez hızı ile pozitif, skala ile negatif bir ilişki içerisinde oldukları istatistiksel olarak $p=0.01$ önem düzeyinde saptanmıştır. Bu ilişkilere göre %86 oranla yapraklarda artan aktif Fe miktarının toplam Fe miktarına bağlı olduğu söylenebilmektedir. Ayrıca toplam Fe miktarı artıkça yaprağın yeşil rengini ifade eden SPAD değeri artmaktadır. Demirin yaprağa yeşil rengi veren klorofil pigmentinin sentezini artırması sonucu yaprağın fotosentez hızında artışa sebep olmaktadır.

Yaprakların içerdikleri aktif Fe konsantrasyonu ile diğer parametrelerin ilişki durumları incelendiğinde, toplam demire paralel olarak SPAD, PSII ve fotosentez hızında $\alpha=0.01$ 'e göre önemli pozitif korelasyonlar saptanırken skala ile negatif bir ilişki içerisinde olduğu bulunmuştur. Buna artan SPAD değerinin, yapraktaki klorofil pigmentin ışımalarının (PSII) ve fotosentez hızının sırasıyla %76, %63, %78 oranla aktif Fe konsantrasyonundaki artışa bağlı olduğu söylenilebilmektedir.

Gelişmesini tamamlamış en genç yapraklarda gerçekleştirilmiş olan ve yaprağın yeşil renginin tonunu (açık-koyu) ifade eden SPAD okumaları ile skala değerleri arasında önemli bir negatif korelasyon gözlemlenmektedir. Skala 1 gözlem değerinde yaprağın yeşil rengini, 5 gözlem değerinde ise aşırı klorozu temsil ederken artan SPAD değerinin %90 oranında skala değerinin düşmesine sebep olmaktadır. Ayrıca SPAD ile PSII ve fotosentez hızı parametrelerinin arasında istatistiksel olarak önemli bir korelasyonun varlığı saptanmıştır. Yaprağa yeşil rengini veren klorofil miktarının artışının yansımaları olarak yapılan fotosentezin artışını, SPAD ve fotosentez hızı arasındaki 0.83 korelasyon katsayısı bulgumuz desteklemektedir.

Demir klorozu skala değerlendirmesinin diğer parametreler ile ilişkisi incelendiğinde skala değerinin en yüksek korelasyonu veren parametrelerden biri olduğu görülmekte ve diğer tüm parametreler ile negatif bir ilişki içerisinde olduğu saptanmıştır. Artan toplam ve aktif Fe konsantrasyonlarının bu parametrelere bağlı olarak artan SPAD değerlerinin, klorofil ışımalarının (PSII) ve fotosentez hızının

artması demir klorozu skala değerlerini düşürmekte yani yaprağın sağlık ve yeşil renkte olduğunu göstermektedir.

Yapraklardaki CO₂ asimilasyon hızının SPAD, PSII, toplam ve aktif Fe konsantrasyonu parametreleri ile pozitif ilişki durumları incelendiğinde istatistiksel olarak %99 güven ile önemli ve yüksek korelasyon katsayıları elde edilmiştir (sırasıyla 0.83, 0.80, 0.78 ve 0.62). Buna göre artan Fe konsantrasyonlarının yapraklardaki klorofil miktarını artırması sonucunda fotosentez hızında artış olduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca fotosentez hızı ile su kullanım etkinliği arasında pozitif bir korelasyon gözlemlenmiş olup su kullanım etkinliğinin artışının fotosentez hızının artmasına bağlı olduğu söylenebilir

Denemede ele alınan parametrelerden toplam ve aktif Fe konsantrasyonları ile SPAD, PSII, fotosentez hızı, yaprak sayısı arasındaki korelasyon katsayıları önemli ve yüksek değere sahip olmuştur. Fe konsantrasyonlarındaki artış veya azalışın bu parametreleri hangi oranda etkilediklerini gözlemlemek için toplam ve aktif Fe konsantrasyonları ile bu parametreler arasında regresyon analizi yapılarak parametreler arasındaki ilişkiyi açıklayan regresyon denklemleri kurulmuştur. Demir konsantrasyonlarını bağımsız değişken kabul edilerek yapılan regresyon analizlerinde, toplam demire bağımlı olarak aktif demir, SPAD, fotosentez hızı, PSII (Şekil 4.26); aktif demire bağımlı olarak SPAD, fotosentez hızı, PSII, yaprak sayısı (Şekil 4.27) parametrelerindeki değişimler incelenmiştir.

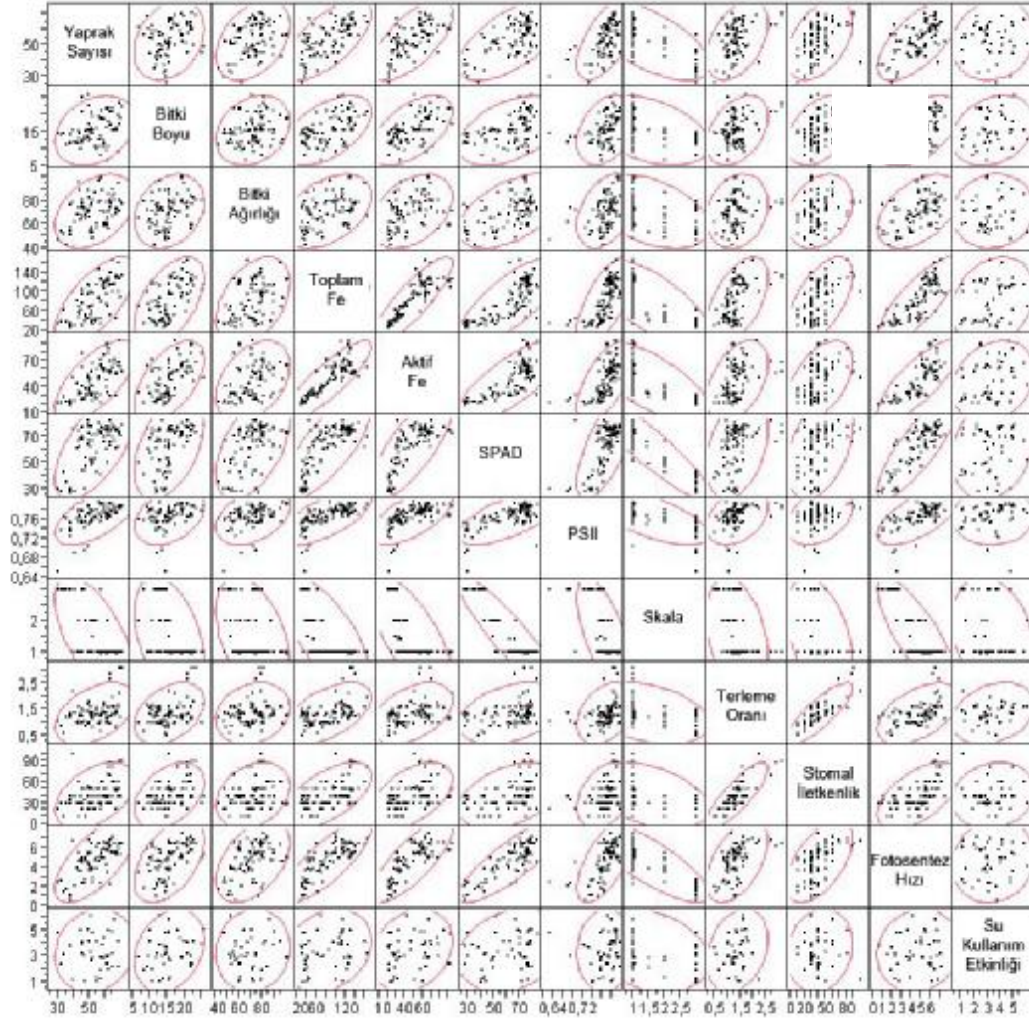
Regresyon analizleri incelendiğinde bağımsız değişken olan toplam Fe konsantrasyonu ile buna bağlı değişken kabul edilen aktif Fe konsantrasyonu arasında %99 güvenle istatistiksel olarak önemli bir ilişki saptanmıştır. Buna göre aktif Fe'deki artışın %96.2 oranında toplam Fe'e bağlı olduğu söylenebilmektedir. Toplam Fe ile SPAD değerleri arasındaki ilişki incelendiğinde yaprağın yeşil renginin $\alpha=0.01$ 'e göre %72.8 oranında içerdiği toplam Fe konsantrasyonuna bağlı olduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde toplam Fe ve klorofil ışımaya verimi (PSII) karşılaştırıldığında istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuş ve PSII'deki artışın %75.9 oranla toplam Fe konsantrasyonundaki artışa bağlı olduğu açıklanabilir. Fotosentez hızındaki artışın ise yine toplam Fe ile istatistiksel olarak önemli ve pozitif bir ilişki içerisinde olduğu yapılan regresyon analizinde tespit edilmiştir.

Yaprakların içerdiği Aktif Fe konsantrasyonu ile SPAD ve PSII'nin $\alpha=0.01$ 'e göre, fotosentez hızı ve yaprak sayısının ise $\alpha=0.05$ 'e göre istatistiksel olarak önemli ilişki içerisinde oldukları bulunmuştur. Yani SPAD, PSII, Fotosentez ve yaprak sayısı parametrelerindeki artış sırasıyla % 73.4, %75.1, %61 ve %57.9 oranlarıyla yaprağın içerdiği aktif Fe konsantrasyonuna bağlı olduğu şeklinde açıklanabilir.

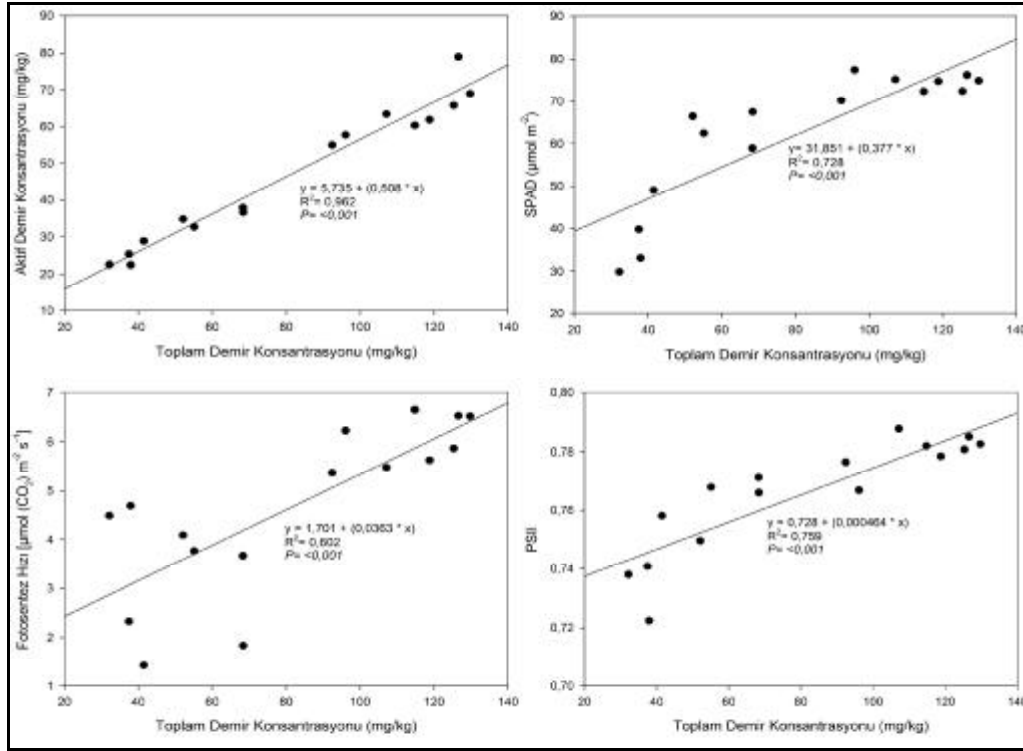
Tüm bu bulguların ışığında iklim odası kontrollü koşullarında yüksek (7.8-8.2) ve optimum pH'lı (6.0-6.2) koşullarda yetiştirilen farklı anaçlar üzerine aşı Navelina göbekli portakalı bitkilerinin bünyesindeki toplam ve aktif Fe'in varlığı yapraklarda sentezlenen klorofil pigmentlerini artırmakta, artan klorofil miktarı ile PSII ve fotosentez hızında paralel bir artış gözlemlenmekte ve bunların sonucunda bitki gelişiminde bir duraksama yaşanmaksızın yaprak sayısının da arttığı söylenebilmektedir.

Çizelge 4.13. Denemede incelenen parametrelerin arasındaki korelasyon katsayıları

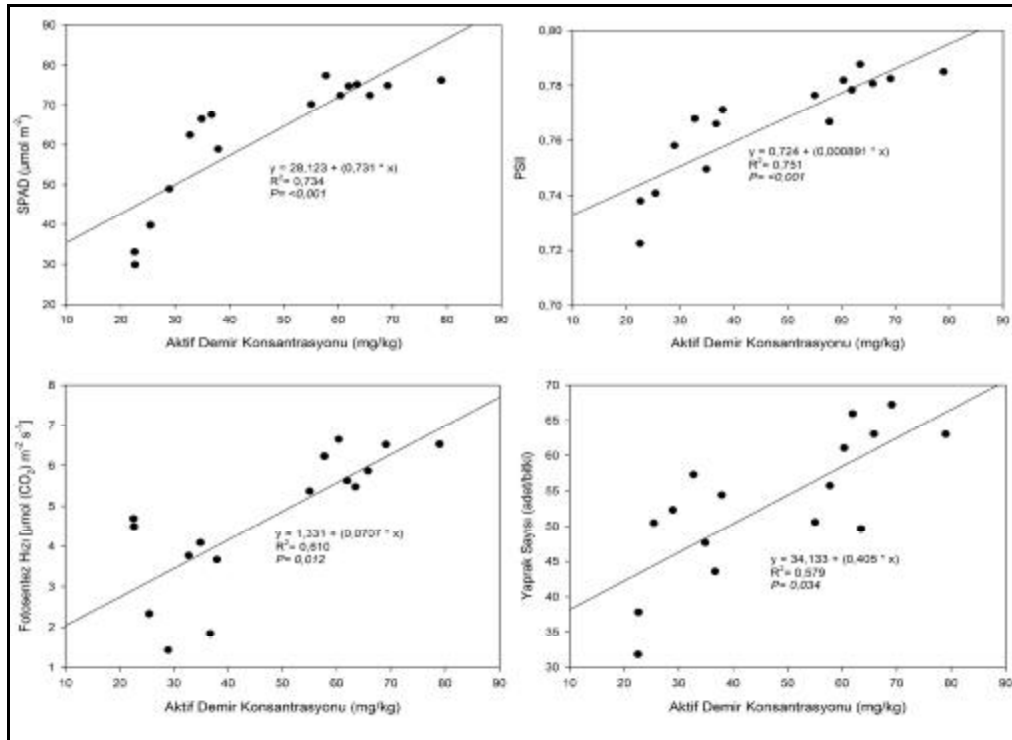
	Yaprak Sayısı	Bitki Boyu	Bitki Ağırlığı	Toplam Demir	Aktif Demir	SPAD	PSII	Skala	Terleme Oranı	Stomal İletkenlik	Fotosentez Hızı	Su Kullanım Etkinliği
Ortalama	53.22	15.46	71.40	81.48	47.12	62.56	0.77	1.49	1.36	41.28	4.66	3.48
Standart Sapma	10.57	4.12	12.73	37.33	19.34	16.42	0.02	0.79	0.49	19.31	1.75	1.10
Yaprak Sayısı Önemlilik	1.00	0.28 *	0.39 *	0.67 ***	0.66 ***	0.61 ***	0.58 ***	-0.62 ***	0.44 *	0.45 *	0.66 ***	0.21 Ö.D.
Bitki Boyu Önemlilik		1.00	0.25 *	0.52 ***	0.54 ***	0.45 *	0.33 *	-0.40 *	0.39 *	0.40 *	0.49 *	0.17 Ö.D.
Bitki Ağırlığı Önemlilik			1.00	0.41 *	0.39 *	0.51 *	0.38 ***	-0.43 ***	0.20	0.28	0.47	0.32 *
Toplam Demir Önemlilik				1.00	0.86 ***	0.76 ***	0.67 ***	-0.70 ***	0.55 ***	0.60 ***	0.80 ***	0.55 *
Aktif Demir Önemlilik					1.00	0.76 ***	0.63 ***	-0.69 ***	0.43 *	0.50 *	0.78 ***	0.51 *
SPAD Önemlilik						1.00	0.68 *	-0.90 ***	0.35 *	0.40 *	0.83 ***	0.43 *
PSII Önemlilik							1.00	-0.67 ***	0.35 *	0.35 *	0.62 ***	0.48 *
Skala Önemlilik								1.00	-0.34 *	-0.41 *	-0.81 ***	0.57 ***
Terleme Oranı Önemlilik									1.00	0.83 ***	0.51 ***	-0.64 ***
Stomal İletkenlik Önemlilik										1.00	0.57 ***	-0.59 *
Fotosentez Hızı Önemlilik											1.00	0.73 ***
Su Kullanım Etkinliği Önemlilik												1.00



Şekil 4.25. Denemde incelenen parametrelerin korelasyon dağılım grafikleri



Şekil 4.26. Toplam demir konsantrasyonlarının aktif demir, SPAD, fotosentez hızı ve PSII parametreleri ile regresyon eğrileri



Şekil 4.27. Aktif demir konsantrasyonlarının SPAD, PSII, fotosentez hızı ve yaprak sayısı parametreleri ile regresyon eğrileri

4.4. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Navelina Portakalında Tartılı Derecelendirme Sonuçları

Deneme sonunda incelenen tüm parametreler birlikte değerlendirilerek kullanılan anaçların demir klorozuna toleranslılık düzeyleri belirlenmesi amacıyla tartılı derecelendirme yapılmış ve her anaç puanlandırılıp toleranslılık düzeyleri sınıflandırılmıştır (Çizelge 4.14).

Yapılan tartılı derecelendirme sonuçlarına göre Fe klorozuna Tuzcu 31-31 ve Gou Tou turunçları çok tolerant; Volkameriana ve Antalya Kleopatra mandarini orta tolerant; Carrizo sitranjı az tolerant; Troyer sitranjı duyarlı; C-35 sitranjı ve Yerli üç yapraklı çok duyarlı olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.14. Tartılı derecelendirme sonuçları

% Fark	Tuzcu 31-31 turuncu	Gou Tou turuncu	Volkameriana	Antalya Kleopatra Mandarini	Carrizo sitranji	Troyer sitranji	C-35 sitranji	Yerli üç yapraklı
Y.S.	0.50	0.50	0.50	0.50	0.40	0.40	0.20	0.10
B.B.	0.10	0.10	0.08	0.08	0.06	0.06	0.04	0.02
B.A.	0.60	0.60	0.50	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10
SPAD	0.60	0.50	0.50	0.50	0.30	0.20	0.10	0.10
Skala	0.70	0.70	0.56	0.56	0.56	0.28	0.14	0.14
T.D.	0.60	0.40	0.40	0.30	0.20	0.10	0.20	0.10
A.D.	0.50	0.40	0.40	0.30	0.10	0.10	0.10	0.10
PSII	0.60	0.60	0.48	0.60	0.48	0.24	0.12	0.24
F.H.	0.72	0.48	0.60	0.60	0.48	0.24	0.24	0.12
T.O.	0.12	0.10	0.08	0.08	0.10	0.08	0.04	0.02
S.İ.	0.18	0.18	0.03	0.09	0.12	0.15	0.09	0.06
S.K.E.	0.30	0.20	0.25	0.25	0.15	0.10	0.10	0.05
Toplam	5.52	4.76	4.38	4.36	3.35	2.25	1.57	1.15
Toleranslılık Düzeyi	+++ (çok tolerant)	+++ (çok tolerant)	++ (orta tolerant)	++ (orta tolerant)	+	-	-- (çok duyarlı)	-- (çok duyarlı)

Y.S.: yaprak sayısı; B.B.: bitki boyu; B.A.: bitki ağırlığı; T.D.: toplam demir konsantrasyonu; A.D.: aktif demir konsantrasyonu; F.H.: fotosentez hızı; T.O.: terleme oranı; S.İ.: stomal iletkenlik; S.K.E.: su kullanım etkinliği.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Demir klorozunun farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalında yaprak sayısı üzerine olan etkisi incelenmiştir. Demir klorozunda tüm anaçlar yaprak sayısını azaltmıştır. Ancak en fazla yaprak kaybı Yerli üç yapraklı ve C-35 sitranjı; en az kayıp ise Gou Tou turuncu ve Antalya Kleopatra mandarini üzerindeki Navelina fidanlarında saptanmıştır.

Bitki boyu artışı (-)Fe bitkilerinde kontrol bitkilerine göre daha az gerçekleşmiştir. Ayrıca demir stresinde tüm anaçların bitki boyu büyümesini azaltarak daha kısa boylu fidanlar oluşumuna neden olmuştur. Navelina portakalında demir klorozuna bağlı boy kaybı en az Gou Tou turuncu ve Tuzcu 31-31 turuncu; en fazla ise Yerli üç yapraklı anacı üzerine aşılı olanlarda tespit edilmiştir.

Demir stresinde tüm anaçlar Navelina portakalı fidanlarında ağırlık kaybına yol açmıştır. En az ağırlık kaybı oluşturan anaçlar Gou Tou turuncu ve Tuzcu 31-31 turuncu; en fazla ise Yerli üç yapraklı ve C-35 sitranjı olmuştur.

Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakallarında demir stresinde bazı anaçlar yaprak renginde şiddetli sararmalar meydana getirmiştir. Yapılan SPAD ölçümlerinde en klorotik yapraklar Yerli üç yapraklı, C-35 ve Troyer sitranjı üzerine aşılı fidanlarda tespit edilmiştir. Benzer şekilde demir klorozu skalası gözlemleri sonucunda Yerli üç yapraklı, C-35 ve Troyer sitranjı en klorotik yapraklar olarak belirlenmiştir. SPAD ölçümleri ve demir klorozu skalası gözlemi birbirini doğrulamıştır.

Demir stresinde yaprak toplam Fe konsantrasyonunun azaldığı, en fazla kaybın C-35 sitranjı ve Yerli üç yapraklı; en az kaybın ise Tuzcu 31-31 ve Gou Tou turunçları üzerine aşılı Navelina fidanlarının yapraklarında gerçekleştiği belirlenmiştir. Toplam Fe konsantrasyonlarına paralel olarak (-)Fe bitkilerinde kontrol bitkilerine göre yaprak aktif demir konsantrasyonlarında da azalışlar meydana gelmiştir. En fazla aktif Fe kaybı C-35 sitranjı ile Yerli üç yapraklı; en az kayıp ise Tuzcu 31-31 turuncu üzerine aşılı bitkilerde saptanmıştır.

PSII klorofil ışımaya verimleri demir noksanlığı çeken bitkilerde düşüş göstermiştir. PSII ölçümlerinde en fazla kayıp C-35 sitranjı ve Yerli üç yapraklı; en

az kayıp ise Tuzcu 31-31 ve Gou Tou turunçları üzerine aşılı Navelina fidanları yapraklarında belirlenmiştir.

Bitkilerin CO₂ asimilasyon hızı incelendiğinde, PSII verimlerine benzer şekilde Fe noksanlığı görülen bitkilerde kayıplar meydana gelmiştir. (-)Fe bitkilerinde kontrol bitkilerine göre en fazla kayıp C-35 sitranjı ve Yerli üç yapraklı; en az kayıp ise Tuzcu 31-31 turuncu, Gou Tou turuncu ve Antalya Kleopatra mandarini üzerine aşılılarda olduğu saptanmıştır.

Deneme sonunda fotosentez hızının yanında incelenen diğer fotosentetik parametreler (stomal iletkenlik, terleme oranı ve su kullanım etkinliği) bakımından (-)Fe bitkilerinde düşüşler saptanmıştır.

Demir stresinde bitkilerin yaprak stoma iletkenliğinde görülen en fazla kayıp Volkameriana ve Yerli üç yapraklı; en az ise Gou Tou turuncu üzerine aşılı fidanlarda olmuştur.

Farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakalının terleme oranlarındaki kayıplar incelendiğinde en yüksek Yerli üç yapraklı ve C-35 sitranjı; en düşük ise Tuzcu 31-31 ve Gou Tou turunçlarında saptanmıştır.

Demir klorozu görülen bitkilerde su kullanım etkinliği kontrol bitkilerine göre azalış göstermiş olup, en yüksek kayıp Yerli üç yapraklı ve Troyer sitranjında; en düşük kayıp ise Tuzcu 31-31 turuncu ve Volkameriana üzerine aşılı fidanlarda belirlenmiştir.

Deneme sonunda incelenen tüm parametreler arasındaki ilişki durumları incelendiğinde yapılan korelasyon analizine göre bitki boyu ve bitki ağırlığının diğer parametrelerle güçlü bir ilişki içerisinde olmadıkları saptanmıştır. Bunun yanında yapraklardaki toplam Fe konsantrasyonu ile aktif Fe konsantrasyonu, SPAD, PSII, stomal iletkenlik ve fotosentez hızı ile pozitif, skala ile negatif bir ilişki göstermişlerdir.

Elde edilen bulgular sonucunda Fe stresi bakımından üzerine Navelina göbekli portakalı aşılı olan Tuzcu 31-31 ve Gou Tou turunçları çok tolerant; Volkameriana ve Antalya Kleopatra mandarini orta tolerant; Carrizo sitranjı az tolerant; Troyer sitranjı duyarlı; C-35 sitranjı ve Yerli üç yapraklı çok duyarlı olarak tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışmada farklı anaçlar üzerine aşılı Navelina portakallarında kloroz durumunun yapraklarda meydana gelen renk açılmalarıyla rahatlıkla tanınabildiği, SPAD ölçümleri ve skala gözlemleriyle kloroz şiddetinin ortaya koyulabileceği belirlenmiştir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda SPAD ve skala gözlemleriyle demir klorozunun teşhisi yapılabilecektir.

Bu çalışmada öne çıkan anaçlar demir klorozuna tolerant anaç ıslahında ebeveyn olarak değerlendirilmelidir.

Kontrollü koşullarda yapılan bu çalışmada anaçların genetik performansları ortaya konmuş olmakla birlikte, arazi çalışmalarıyla bu anaçların doğal koşullarda gösterecekleri performanslarında mutlaka belirlenmesi ve daha sonra yetiştiricilere anaç önerilerinde bulunulması doğru olacaktır.

KAYNAKLAR

- ABADIA, J., ABADIA, A., 1993. Iron and pigments. In: Barton, L.L., Hemming, B.C. (Eds.), Iron Chelation in Plants and Soil Microorganisms. Academic Press, San Diego, CA, USA, pp. 327–343.
- ABADIA, J., MORALES, F., and ABADIA, A., 1999. Photosystem II efficiency in low chlorophyll, iron-deficient leaves. *Plant Soil*, 215: 183-192.
- ABADIA, J., TAGLIAVINI, M., GRASA, R., BELKHODJA, R., ABADIA, A., SANZ, M., ARAUJO, E., TSIPOURIDIS, C., and MARANGONI, B., 2000. Using the flower Fe concentration for estimating chlorosis status in fruit tree orchards: a summary report. *Journal of Plant Nutrition*, 23:2023-2033.
- AÇIKALIN, E., PEKMEZCI, M., ve YEŞİOĞLU, T., 2008. Yerli Turunç, Carrizo ve Troyer Sitranjı Anaçlarının Antalya Koşullarında Yetiştirilen Marsh Seedless Altıntopunun Meyve Verimi, Kalitesi Ve Ağaç Gelişimi Üzerine Etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 105–116.
- BATCHELOR, L.D., and ROUNDS, M.B., 1948. Choice of Rootstock In: Batchelor L.D. and Webber H.J. (Eds.). *The Citrus Industry*, University of Berkley, 2: 122-169.
- BATTAL, P., TURKER, M., and TILEKOGLU, B., 2003. Effects of Different Mineral Nutrients on Abscisic Acid in Maize (*Zea mays*). *Free Radical Research*. 37: 35-35.
- BAVARESCO, L., BERTAMINI, M., and LACONO, F., 2006. Lime-induced chlorosis and physiological responses in grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Pinot blanc) leaves. *Vitis*, 45(1): 45-46
- BERTAMINI, M., NEDUNCHEZHIAN, N., and BORGHI, B., 2001. Effect of iron deficiency induced changes on photosynthetic pigments, ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase, and photosystem activities in field grown grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Pinot noir) leaves. *Photosynthetica*, 39 (1): 1-160.

- BITTERS, W. P., 1961. Valencia Orange on Different Rootstocks. In: (W. B. Sinclair) *The Orange It's Biochemistry and Physiology*. Univ. Calif., Div. Agr. Sci, p:56-95, Riverside.
- BLONDEL, W. P., 1967. Quelques Aspects du Remplacement du Bigaradier et de l'utilisation de Porte Greffe Nouveaux. *Fruit*, 22 (1): 2-26.
- BRANCADORO, L., RABOTTI, G., SCIENZA, A., and ZOCCHI, G., 1995. Mechanisms of Fe-efficiency in roots of *Vitis* spp. In response to iron deficiency stress. *Plant Soil*, 171: 229-234.
- BRODRIBB, T.J., JORDAN, G.J., 2008. *Plant, Cell and Environment*. 31: 1557-1564.
- BYRNE, D. H., ROUSE, R. E., and SUDAHONO, 1995. Tolerance to citrus rootstocks to lime-induced iron chlorosis. *Subtropical Plant Science*, 47: 7–11.
- CAMPBELL, C.W., 1991. Rootstocks for the Tahiti lime. *Proc. Fla. State. Hort. Soc.*, 104:28–30.
- CASTLE, W. S., 1984. Choosing a Rootstocks for Citrus. *The Citrus Industry*, 65 (1): 20-28.
- _____, 1987. *Citrus Rootstocks .Rootstocks for fruit crops*, (Rom, Roy C. ed. Carlson, Robert F. ed.) New York, US: Willey Interscience, 361-399.
- CASTLE, W. S., MANTHEY, J. A., 1998. Screening Citrus Rootstocks for Iron-Deficiency Tolerance. *Proc. Fruits*, 53:375-381.
- CASTLE, W. S., NUNNALLEE, J., 2009. Screening Citrus Rootstocks and Related Selections in Soil and Solution Culture for Tolerance to Low-iron Stres. *Hortscience*, 44 (3): 638-645.
- CHOULIARAS, V., THERIOIS, I., MOLASSIOTIS, A., PATAKAS, A., and DIAMANTIDIS, G., 2004 a. Iron chlorosis in grafted sweet orange (*Citrus sinensis* L.) plants:physiological and biochemical responses. *Biologia Plantarum*, 48(1):141-144.

- CHOULIARAS, V., THERIOIS, I., MOLASSIOTIS, A., PATAKAS, A., and DIAMANTIDIS, G., 2004 b. Effect of iron deficiency on gas exchange and catalase and peroksidase activity in citrus. *Journal of Plant Nutrition*, 27(12):2085-2099.
- COOPER, W. C., and PCYTSADO, A., 1954. Screening citrus seedlings for tolerance to calcareous soils. *J. Rio Grande Valley Hon. Soc.*, 8:100-105.
- ÇAKMAK, İ., and ENGELS C., 2000. Role of Mineral Nutrients in Photosynthesis and Yield Formation. *Mineral Nutrition of Crops*, 399:141-168.
- ÇELİK, H., and KATKAT, A.V., 2007. Some Parameters in Relation to Iron Nutrition Status of Peach Orchards. *Journal of Biological & Environmental Sciences*, 1(3): 111-115.
- DAVIES, F.S., and ALBRIGO, L. G., 1994. Rootstocks. In: Athern,J., Rees. A. (Eds.), *Citrus*. CAB International, Wallingford, UK, 254p.
- DAVIS, T., JOLLEY, V.,WALSER, R., BROWN, J., and BLAYLOCK, A., 1986. Net photosynthesis of Fe-efficient and Fe-inefficient soybean cultivars grown under varying iron levels. *J. Plant Nutr.* 9, 671–681.
- DEMİRKEŞER, H.T., 1993. Doğu Akdeniz Bölgesinde Selekte Edilen “Tuzcu” Turunç Klonlarının Kütdiken Limon Çeşidinin Meyve Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Adana.
- EICHERT, A., PEGUERO-PINAB, T., GIL-PELEGRINB, J. J., HEREDIAC, A., 2010. Effects of iron chlorosis and iron resupply on leaf xylem architecture, water relations, gas exchange and stomatal performance of field-grown peach (*Prunus persica*). *Physiologia Plantarum*, 138: 48–59.
- EISENSTEIN, R. S., and BLEMİNGS, K. P.,1998. Iron regulatory proteins, iron responsive elements and iron homeostasis. *Journal of Nutrition*, 128, 2295–2298.
- FAO,2011. <http://www.fao.org/> (Erişim tarihi: 12 Haziran 2011)
- FERGUSON, L., SACOVICH, N., and ROOSE, M., 1990. California citrus rootstocks. University of California Publication, 21477.

- FERNANDEZ, V., DEL RIO, V., ABADIA, J. and ABADIA, A., 2006. Foliar iron fertilization of peach (*Prunus persica* (L.) Batsch): Effects of iron compounds, surfactants and other adjuvants. *Plant and Soil*, 289, 239–252.
- FERRAREZI, R. S., BATAGLIA., O. C, FURLANI, R. P., and SCHAMMASS, E. S., 2007. Iron Sources For Citrus Rootstock Development Grown On Pine Bark/Vermiculite Mixed Substrate. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, 64 (5): 520-531, September/October.
- FORD, H. W. 1966. Rootstocks for Spreading Decline Araes. Citrus station Mimeo Report CES. Lake Alfred, Florida. 66 (11): 1-7.
- FORNER-GINER, M.A., ALCAIDE, A., PRIMO-MILLO, E., and FORNER J.B., 2003. Performance of Navelina orange on 14 rootstocks in Northern ‘Valencia’ (Spain), *Sci. Hortic.: Amsterdam* 98, 223–232.
- GARDNER, F. E., and HORANIC, G. E., 1961. A Comparative Evaluation of Rootstocks for Valencia and Parson Brown Oranges on Lakeland Fine Sand. *Proc. Florida Sta. Gardner, F.E. and G.E. Horanic, 1961 b. Evaluation of Citrus Rootstocks for Florida. Citrus and Vegetable Magazine*, 24 (10): 12, 26, 27, 30.
- GOGORCENA, Y., ABADIA, J., and ABADIA, A., 2004. A New technique for screening iron-efficient genotypes in peach rootstocks: Elicitation of root ferric chelate reductase by manipulation of external iron concentrations. *Journal of Plant Nutrition*, 27: 1-5.
- GONZALES-MAS, M.C., LLOSA, M.J., QUIJANO, A., and FORNER_GINER, A., 2009. Rootstock Effects on Leaf Photosynthesis in ‘Navelina’ Trees in Calcareous Soil. *Hortscience*, 44(2): 280-283.
- GÜZEL, N., GÜLÜT, K.Y., ve BÜYÜK, G., 2004, *Toprak Verimliliği ve Gübreler-Bitki Besin Elementleri Yönetimine Giriş*, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 2. baskı, 654 sayfa.
- HARDING S.A., JARVIE M. M., LINDROTH R. L., TSAI C.J., 2009. A Comparative Analysis of Phenylpropanoid Metabolism, N Utilization, and Carbon Partitioning In Fast- And Slow-Growing Populus Hybrid Clones. *Journal of Experimental Botany*. 60: 3443-3452.

- HARTUNG, W., SLOVIK, S., 1991. Physicochemical Properties of Plant-Growth Regulators and Plant-Tissuesdetermine Their Distribution and Redistribution – Stomatal Regulation by Abscisic Acid in Leaves. *New Phytologist*, 119(3): 361-382.
- HAMZE, M., RYAN, J., and ZAABOUT, N., 1986. Screening of citrus rootstocks for lime-induced chlorosis tolerance. *Journal of Plant Nutrition*, 9:459-469.
- HOSEIN, I., 1969. Citrus Rootstocks in the Caribbean. *Citrus Res. Univ. West Indies Bulletin. St. Augustine, Trinidad and Tobago*. 15: 1-5.
- HU, M., GUO, Y., SHEN, Y., ZHANG, L., 2006. Environmental Regulation of Citrus Photosynthesis. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao (: The Journal Of Applied Ecology)*. 17(3):535-540.
- HURLEY, A., WALSER, R., DAVIS, T. and BARNEY, D. 1986. Net photosynthesis, chlorophyll, and foliar iron in apple trees after injection with ferrous sulfate. *HortScience*, 21:1029- 1031.
- ITURBE-ORMAEXTE, I., MORAN, J. F., ARRESE-IGOR, C., GOGORCENA, Y., KLUCAS, R. V. and BECANA, M., 1995. Activated oxygen and antioxidant defenses in iron deficient pea plants. *Plant, Cell & Environment*, 18: 421-429.
- İNCESU, 2011. Anaç ve Anaç Özelliği Olan Bazı Turunçgil Genotiplerinde Demir Klorozuna Dayanıklılığın Fizyolojik ve Genetik Yönden İncelenmesi. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi – Doktora Tezi 267 sayfa.
- JACKSON, L .K., 1985. Citrus Rootstocks. *The Citrus Industry*, 66 (9): 18-23.
- LLOSA, M.J., BERMEJO, A., CANO, A., QUINONES, A., and FORNER-GINER, M.A., 2009. The Citrus Rootstocks Cleopatra Mandarin, *Poncirus trifoliata*, Forner-Alcaide 5 and Forner-Alcaide 13 Vary in Susceptibility to Iron Deficiency Chlorosis. *Journal of American Pomological Society*. 63(4): 160-167.
- KACAR, B., KATKAT, A. V., ve ÖZTÜRK, Ş., 2002. Bitki Fizyolojisi. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, 563 sayfa.
- KACAR, B., ve KATKAT, B. 2006. Bitki Besleme. (2.Basım). Nobel Yayın No:849, 595 sayfa.

- KACAR, B., ve İNAL, A., 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayınları No: 1241, 892 sayfa.
- KACAR, B., ve KATKAT, V.,2009. Bitki Besleme. Nobel Kitabevi. 4. Baskı, 659 sayfa.
- KAPLANKIRAN, M. 1984. Bazı turunçgil anaçlarının doğal hormon, karbonhidrat ve bitki besin madde düzeyleri ile büyümeleri arasındaki ilişkiler üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 151 sayfa, Adana.
- KESKİN,N.,1981. 1980-1981 Yılında Adana Koşullarında Üç Değişik Harçta Yetiştirilen 6 Önemli Turunçgil Anacının Gösterdikleri Çimlenme, Büyüme Durumları ve Bu Koşullara Bağlı Olarak Yapısal Özellikleri. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Yetiştirme ve Islahı Bölümü.YL 006. Adana. s. 67.
- LARBI, A., ABADIA, A., ABADIA, J., MORALES, F., 2006. Down co-regulation of light absorption, photochemistry, and carboxylation in Fe deficient plants growing in different environments. *Photosynthesis Research.*, 89: 113–126.
- LOPEZ-MILLAN A. F., MORALES, F., ANDALUZ, A., GOGORCENA, Y., ABADIA, A., DE LAS RIVAS, J., and ABADIA, J., 2000. Protective mechanisms in roots of iron deficient sugar beet: changes in carbon assimilation and oxygen use. *Plant Physiology*, 124: 885–897.
- LOUZADA, E., DEL RIO, H. S., SETAMOU, M., WATSON, J. W.,and SWIETLIK, D. M., 2008. Evaluation of citrus rootstocks for the high pH, calcareous soils of South Texas. *Euphytica*, 164: 13-18.
- MARSCHNER, H. V., and RÖMHELD, V., 1994. Strategies of plants for acquisition of iron. *Plant Soil*, 165:261-274.
- MARSCHNER, H. V., 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*.2nd Ed. Academic Press Inc., San Diego, USA.
- MATHERON, M. E.; WRIGHT, G. C., and PORCHAS, M., 1998. Resistance to *Phytophthora citrophthora* and *P. parasitica* and nursery characteristics of several citrus rootstocks. *Plant Disease*, 82:1217-1225.
- MAXWELL, N. P., and WUTSCHER, H. K., 1976. Yield, fruit size, and chlorosis of grapefruit on 10 rootstock. *HortScience*, 11:496-498.

- MEINZER, F.C., 2002. Co-ordination of Vapour and Liquid Phase Water Transport Properties in Plants. *Plant Cell Environment*. 25: 265-274
- MENGEL, K., 1994. Iron Availability in Plant Tissues, Iron Chlorosis on Calcareous Soils. *Plant Soil*, 165: 275–283.
- MENGEL, K., KIRKBY, A., KOSEGARTEN, H., and APPEL, T., 2001. Principles of Plant Nutrition (fifth ed.), Kluwer Academic Publishers, 513–539.
- MOHAMMAD, M. J., NAJIM, H., and KHRESAT, S., 1998. Nitric Acid- and O-Phenanthroline-Extractable Iron for Diagnosis of Iron Chlorosis in Citrus Lemon Trees. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 29(7-8):1035-1043.
- MOLASSIOTIS A, TANOU G, DIAMANTIDIS G., PATAKAS, A., and THERIOS, I., 2006. Effect of 4-month Fe deficiency exposure on Fe reduction mechanism, photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and antioxidant defense in two peach rootstocks differing in Fe deficiency tolerance. *Journal of Plant Physiology*, 163:176–185.
- MORALES, F., ABADIA, A., BELKHODJA, R., and ABADIA, J.,1994. Iron deficiency-induced changes in the photosynthetic pigment composition of field-grown pear (*Pyrus communis* L.) leaves. *Plant, Cell and Environment* 17:1153-1160.
- MORALES, F., GRASA, R., ABADIA, A.,and ABADIA, J., 1998. Iron chlorosis paradox in fruit trees. *Journal of Plant Nutrition*, 21: 815–825.
- NENOVA, V. R., 2009. Growth and photosynthesis of pea plants under different iron supply. *Acta Physiologia Plantarum*, 31 (2): 385-391.
- ÖZCAN, M., ve ULUBELDE, M., 1984. Turunçgil Anaçları. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Proje ve Uygulama Genel Müdürlüğü. Ege Bölge Zirai Araş. Ens. Yayınları No:50, Menemen, 37 sayfa.
- ÖZDEMİR, G., 2005. Farklı kireç içerikli topraklarda yetiştirilen asma genotiplerinde değişik uygulamaların Fe alımı üzerine etkilerinin morfolojik ve fizyolojik yönden incelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora tezi.186 sayfa.

- ÖZSAN, M., 1979. Türkiye turunçgil yetiştiriciliğinin dünyadaki yeri ve önemi. Akdeniz bölgesi bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde sorunlar ve çözüm yolları ve yapılması gereken araştırmalar simpozyumu. İncekum, Alanya Antalya, Turkey, sayfa: 40-46.
- PESTANA, M., DAVID, M., VARENNE, A., ABADIA, J., and FARIA, E. A., 2001. Responses of “Newhall” Orange Trees to Iron Deficiency in Hydroponics: Effects on Leaf Chlorophyll, Photosynthetic Efficiency, and Root Ferric Chelate Reductase Activity. *Journal of Plant Nutrition*, 24(10):1609-1620.
- PESTANA, M., VARENNE, A., ABADIA, J., and FARIA, E. A., 2005. Differential Tolerance to Iron Deficiency of Rootstocks Grown in Nutrient Solution. *Scientia*, 104 (1): 25-36.
- POU, A., FLEXAS, J., ALSINA, M.D., BOTA, J., CARAMBULA, C., HERRALDE, F., GALMES, J., LOVISOLO, C., JIMENEZ, M., RIBASCARBO, M., RUSJAN, D., SECCHI, F., TOMAS, M., ZSOFI, Z., MEDRANO, H., 2008. Adjustments of Water Use Efficiency by Stomatal Regulation During Drought and Recovery in The Drought-Adapted Vitis Hybrid Richter-110 (*V. berlandieri* x *V. rupestris*). *Physiologia Plantarum*. 134: 313-323.
- RANIERI, A. , CASTAGNA, A., BALDAN, B., and SOLDATINI, G. C., 2001. Iron deficiency differently affects peroxidase isoforms in sunflower. *Journal of Experimental Botany*, 52 (354): 25-35.
- RAZETO, B., 1982. Treatments for iron chlorosis in peach trees. *Journal of Plant Nutrition*, 5:917-922.
- RAZETO, B., and VALDES, G., 2006. Fruit analysis as an indicator of the iron status of nectarine and kiwi plant. *HortTechnology*, 16 (4): 579-582.
- ROMBOLA, A.D., and TAGLIAVINI, M., 2006. Iron nutrition of fruit tree crops. p 61-83. In *Iron Nutrition in Plants and Rhizospheric Microorganisms* (L. Barton and J. Abadia Eds.). Springer.

- ROOSE, M. L., 2008. Citrus Rootstock Breeding and Evaluation. <http://ccnb.info/ccnb/reports/citrus-roose-rootstock-08.pdf/> (Erişim tarihi: 7 Ocak 2009).
- RÖMHELD, V., and MARSCHNER, H., 1986. Evidence for a specific uptake system for iron phytosiderophores in roots of grasses. *Plant Physiology*, 80:175-180.
- RÖMHELD, V., 1987. Different strategies for iron acquisition in higher plants. *Physiologia Plantarum*, 70:321-234.
- SABIR A., BİLİR-EKBİÇ H., ERDEM, H., and TANGOLAR., S., 2010. Response of four grapevine (*Vitis* spp.) genotypes to direct or bicarbonate-induced iron deficiency. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(3), 823-829.
- SAKOVICH, N.J., 1986. Lemon Rootstocks for Southern California. *Proc. Int. Soc. Nurserymen II. Congress. Riverside, California*, 238-243.
- SAUNT, J., 2000. *Citrus Varieties of the World*. Sinclair Int. Limited, Norwich, England.
- SPERRY, J.S., 2000. Hydraulic Constraints on Plant Gas Exchange. *Agricultural and Forest Meteorology*. 104(1): 13-23.
- SUDAHONO, BYRNE D.H., and ROUSE, R.E., 1994. Greenhouse screening of citrus rootstocks for tolerance to bicarbonate-induced iron chlorosis. *Hortscience* 29 (2):113-116.
- TORRES, R. M., BARRA, J. D. E., GONZALES, G. A., ALCARAZ, J. R., and LEON, M. T. C., 2006. Morphological changes in leaves of Mexican lime affected by iron chlorosis. *Journal of Plant Nutrition*, 29: 615–628.
- TREEBY, M., and UREN, N., 1993. Iron deficiency stress responses amongst citrus rootstock. *Z.Pflanzenemahr. Bodenk*, 56: 75–81.
- TÜRKAN, İ., 2008.(Ed. Lincoln Taiz ve Eduardo Zeiger) *Bitki Fizyolojisi*, Palme yayıncılık, Ankara.
- TUZCU, Ö., 1978. Turunçgillerde Anaç ve Sorunları. *Çağdaş Tarım Tekniğı*, 3:31-35.
- _____, 1985. *Turunçgil Ders Notları* (yayımlanmamış).

- _____, 1990. Türkiye’de Yetiştirilen Başlıca Turunçgil Çeşitleri. Akdeniz İhracatçı Birlikleri Yayınları, Mersin, 71 sayfa.
- _____, 1999. Turunçgil Dersi Notları, Yayınlanmamış.
- TUZCU, Ö., ve GÖKSEDEF, O., 1983. Bazı önemli turunçgil anaçları ve Citrus cinsine giren türler ile *Citropsis gilletiana* Swing. ve *Aeglopsis chevalieri* Swing.'nin kış dinlenme döneminde *Phytophthora citrophthora* (Smith and Smith) Leonian'a dayanıklılıkları üzerinde araştırmalar. Doğa Bilim Dergisi, 7 (1): 79-89.
- UYSAL KAMILOĞLU, 2009. Turunçgillerde ara anaç uygulamalarının uyumsuzluk ve büyüme gücü üzerine etkilerinin araştırılması. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi – Doktora Tezi 386 sayfa.
- ÜLBEĞİ İ. E., 1990. Turunçgillerde Değişik Anaç Kalem Kombinasyonlarında Anaçların Bitki Besin Maddeleri Alımı Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 81 sayfa.
- VALLEJO, G.E.B., MORALES, F., CISTUE, L., ANUNCIACION, A., and ABADIA, J., 2000. Iron Deficiency Decreases the Fe(III)-Chelate Reducing Activity of Leaf Protoplasts. *Plant Physiology*, 122: 337-344.
- VON CAEMMERER, S., and FARQUHAR, G.D., 1981. Some Relationships Between The Biochemistry Of Photosynthesis and The Gas Exchange of Leaves. *Planta* 153: 376–387.
- WUTSCHER, H. K., and OLSEN, E. O., 1970. Leaf nutrient levels, chlorosis, and growth of young grapefruit trees on 16 rootstocks grown on calcareous soil. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 95(3):259-261.
- YADAV, D.V., and SINGH, K., 1988. Lime –induced iron chlorosis in sugarcane *Fert. Res.*, 16:119-136.
- YELENOSKY, G., 1985. Cold hardiness in Citrus. *Hortic Rev.*, 7:201–238.
- YEŞİLOĞLU, T., 1982. Doğu Akdeniz Bölgesinde Selekte Edilen Turunç Klonlarının Morfolojik Özellikleri, Çukurova Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilimdalı. Yüksek Lisans Tezi, yayınlanmamış.

- YEŞİLOĞLU, T., EMEKSİZ, F., TUZCU, Ö., ALEMDAR, T., 2007. National Citrus Safe and High Quality Supply Chains and Networks for the Citrus Industry between Mediterranean Partner Countries and Europe”
- YEŞİLOĞLU, T., İNCESU, M., 2009. Turunç Anacında Demir Alımı ve Mevcut Problemleri, Bölgemize Uygun Turunçgil Anaçlarının Demir Açısından Değerlendirilmesi. Ekin Dergisi. Mart (27): 7-10.
- YILDIRIM B., 1996. Değişik turunçgil anaçlarının Washington navel, valencia, moro ve yafa portakal çeşitlerinin meyve verim ve kalitesi üzerine etkileri. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilimdalı, Yüksek Lisans Tezi, 193 sayfa, Adana.
- ZOCCHI, G., NISI, P., DELL'ORTO, M., ESPEN, L and GALLINA, P. M., 2007. Iron deficiency differently affects metabolic responses in soybean roots. Journal of Experimental Botany, 58 (5): 993-1000.

ÖZGEÇMİŞ

12/06/1986 yılında İzmir’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İzmir’de tamamladı. 2004 yılında başladığı Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü’nden 2008 yılında mezun oldu ve aynı yıl Bahçe Bitkileri Bölümü Anabilimdalı’nda yüksek lisansa başladı. 2009 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü’ne Araştırma görevlisi olarak atandı. Halen aynı bölümde görevine devam etmektedir.