

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mahmut BAYRAM

**DOMATESTE DAYANIKLI VE DUYARLI GENOTİPLERİN
MELEZLENMESİNDEN ELDE EDİLEN SAF HATLARDA DEMİR (Fe)
EKSİKLİĞİNE TOLERANS**

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2008

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOMATESTE DAYANIKLI VE DUYARLI GENOTİPLERİN
MELEZLENMESİNDEN ELDE EDİLEN SAF HATLARDA DEMİR (Fe)
EKSİKLİĞİNE TOLERANS**

**Mahmut BAYRAM
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI**

Bu tez .../.../2009 Tarihinde Aşağıdaki jüri Tarafından Oybirliği İle Kabul Edilmiştir.

İmza.....
Doç. Dr. H.Yıldız DAŞGAN
(Danışman)

İmza.....
Prof. Dr. Kazım ABAK
(Üye)

İmza.....
Doç. Dr. Suat ŞENSOY
(Üye)

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

**Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür**

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi ZF2008YL24 nolu proje ve TÜBİTAK-TOVAG 106O207 nolu proje tarafından desteklenmiştir.

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

ÖZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DOMATESTE DAYANIKLI VE DUYARLI GENOTİPLERİN
MELEZLENMESİNDEN ELDE EDİLEN SAF HATLARDA DEMİR (Fe)
EKSİKLİĞİNE TOLERANS**

Mahmut BAYRAM
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

Danışman : Doç. Dr. H. Yıldız DAŞGAN
Yıl : 2008, **Sayfa**: 50
Jüri : Doç. Dr. H. Yıldız DAŞGAN
Prof. Dr. Kazım ABAK
Doç. Dr. Suat ŞENSOY

Bu tez çalışmasında, 1994 yılından beri yürütülen çalışmalarla oluşturulan domateste resiprokal rekombinant saf hatların demir noksanlığı klorozuna tepkilerinin belirlenmesi ve böylece demir noksanlığı klorozuna tolerans sağlayan kantitatif lokusların (QTL) haritalanmasına katkıda bulunacak verilerin elde edilmesi hedeflenmiştir. A hattının (Roza) stoplazmasını taşıyan için 107, B hattının (227/1) stoplazmasını taşıyan için 117 olmak üzere, toplam 224 genotip kullanılmıştır. Bitkiler iklim kontrollü bitki yetiştirme odasında, su kültürü tekniği ile yetiştirilmiştir. Genç domates bitkileri 35 günlük iken 10 mM NaHCO₃ ile Fe eksikliği stresine sokulmaya başlamıştır ve deneme bitkiler 57 günlük olunca tamamlanmıştır. Denemeler 5 kez tekrarlanmıştır. Her denemenin son aşamasında SPAD-metre ile klorofil seviyesi ölçülmüş ve ardından her genotipin genç yapraklarında toplam ve aktif Fe konsantrasyonu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, domateste demir eksikliğine toleransın çok genle idare edilen bir özellik olduğunu desteklemektedir. Rekombinant saf hatların klorofil, aktif demir ve toplam demir değerleri normal dağılım göstermişlerdir. Hatlar arasında aktif demir ve toplam demir bazında $P \leq 0.05$ düzeyinde, klorofil bazında ise $P \leq 0.001$ düzeyinde önemli farklar bulunmuştur. Bununla birlikte, Roza hattının ana olarak kullanıldığı A hatlarındaki aktif demir, toplam demir ve klorofil değerlerinin, 227/1 hattının ana olarak kullanıldığı B hatlarındaki değerlere yakın çıkması, muhtemelen sitoplazmik kalıtımın demir klorozuna toleransta çok da belirgin olmadığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Abiyotik stres, ıslah, Fe, kloroz, *Lycopersicon esculentum* Mill

ABSTRACT

MSc

IRON (Fe) DEFICIENCY TOLERANCE IN TOMATO RECOMBINANT INBREED LINES OBTAINED FROM RESISTANT AND SENSITIVE GENOTYPES

Mahmut BAYRAM
HORTICULTURAL DEPARTMENT
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
CUKUROVA UNIVERSITY

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. H. Yıldız DAŞGAN
Year : 2008, **Pages**:50
Jury : Assoc. Prof. Dr. H. Yıldız DAŞGAN
Prof. Dr. Kazım ABAK
Assoc. Prof. Dr. Suat ŞENSOY

The first aim of this study was the determination of iron (Fe) deficiency tolerance levels of the reciprocal recombinant inbred lines (RILs) in tomato. The RILs (F6 generation) have been created using tolerant and sensitive inbred parents for long time studies since 1994. The second aim was the obtaining data which can be used to map the quantitative trait loci (QTL) for iron (Fe) deficiency tolerance in tomato. In this study, totally 224 genotypes have been used. 107 genotypes were contained the cytoplasm of the resistant parent-Roza and 117 genotypes were contained the cytoplasm of the sensitive parent-227/1. The plants were grown in growth chamber in hydroponic medium. Thirty-five days old plants were subjected to Fe deficiency stress by 10 mM NaHCO₃. The experiment repeated 5 times and each experiment was continued for 57 days. At the end of the experiments, leaf chlorosis, active and total Fe concentrations have been determined. The measured parameters of the RILs have been shown the normal distributions. There were significant differences among the RILs for active, total irons ($P \leq 0.05$) and chlorophyll ($P \leq 0.001$) concentrations. It has been concluded that Fe deficiency tolerance in tomato is inherited quantitatively and controlled by multi genes. The findings of this study showed that there were not strong definitive data supporting to the possible cytoplasmic interactions in the inheritance of this trait.

Key Words: Abiotic stress, breeding, Fe, chlorosis, *Lycopersicon esculentum* Mill

TEŞEKKÜR

Tez alıŐmamım baŐından sonuna kadar özveriyle beni destekleyerek teşvik eden, kendisinden çok Őey öğrendiğim değerli danışman hocam Doç. Dr. H. Yıldız DAŞGAN' a, tezimin oluşmasında çok önemli katkıları olan, kendisi çok uzakta 'Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nde olmasına rağmen, hiç yokluğunu hissettirmeyen, değerli hocam Doç. Dr. Suat ŞENSOY 'a ve tavsiyeleriyle devamlı yönlendirici olan, değerli hocam Prof. Dr. Kazım ABAK' a tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

Benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, devamlı olarak benim yanımda olan babam Sefer BAYRAM' a, annem Sevim BAYRAM' a ve kardeşlerim Muzaffer, Musa ve Merve BAYRAM' a sonsuz teşekkür ederim.

Tez çalıŐmam boyunca iklim odasında ve laboratuarda emeği geçen bütün arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
RESİMLER DİZİNİ.....	IX
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	X
1.GİRİŞ.....	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
3.MATERYAL VE METOD.....	11
3.1 Bitki Materyali.....	11
3.2 Metodlar.....	12
3.2.1 Bitkilerin Beslenmesinde Kullanılan Besin Çözeltileri Kompozisyonu ve Mineral Elementlerin Konsantrasyonları.....	12
3.2.2 Denemeler İçin Bitkilerin Yetiştirilmesi.....	13
3.2.3 Bitkilerin Kloroz Durumlarının Belirlenmesi.....	17
3.2.4 Bitkilerin Toplam Fe Konsantrasyonunun Belirlenmesi....	20
3.2.5 Bitkilerin Aktif Fe Konsantrasyonlarının Belirlenmesi....	20
3.2.6 Verilerin Değerlendirilmesi.....	20
4.ARAŞTIRMA BULGULARI.....	22
5.TARTIŞMA VE SONUÇ.....	41
5.1 Rekombinant Saf Hatlar (RSH=RIL (Recombinant Inbred Lines)) ve Avantajları.....	41
5.2 SPAD, Aktif Demir ve Toplam Demir Sonuçları.....	42
6. KAYNAKLAR.....	45
7.ÖZGEÇMİŞ.....	50

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Tez Çalışması Süresince Gerçekleştirilen Denemeye Ait Takvim.....	13
Çizelge 3.2. Çizelge 2.Denemelerde Genç Domates Bitkilerini Fe Eksikliği Stresine Sokmak İçin Kullanılan Fe, NaHCO ₃ Konsantrasyonları, pH ve EC Düzeyleri.....	15
Çizelge 4.3. Denemelerde Kontrol Olarak Kullanılan Dayanıklı Roza ve 227/1 Ebeveynlerinin Aktif Demir, Toplam Demir ve SPAD Değerlerinin Ortalaması	23
Çizelge 4.4. A hatlarının aktif demir, toplam demir ve SPAD Değerlerinin Ortalaması.....	23
Çizelge 4.5. A Hatlarının “En”leri.....	23
Çizelge 4.6. A Hatlarına Ait İklim Odasında Arka Arkaya 5 Deneme Kurularak Elde Edilen Verilerin Ortalama Değerleri....	24
Çizelge 4.7. Denemelerde Kontrol Olarak Kullanılan Dayanıklı Roza ve 227/1 Ebeveynlerinin Aktif Demir, Toplam Demir ve SPAD Değerlerinin Ortalaması	32
Çizelge 4.8. B Hatlarının Aktif Demir, Toplam Demir ve SPAD Değerlerinin Ortalaması.....	32
Çizelge 4.9. B Hatlarının “En”leri.....	32
Çizelge 4.10.B Hatlarına Ait İklim Odasında Arka Arkaya 5 Deneme Kurularak Elde Edilen Verilerin Ortalama Değerleri.....	33

ŞEKİLLER DİZİNİ	SAYFA
Şekil 2.1. Strateji -1 Bitkilerinin Demir (Fe) Eksikliği Koşullarında Geliştirdikleri Adaptasyon Mekanizmaları.....	7
Şekil 4.2. Denemelerin Ortalaması Olarak 107 Adet Roza x 227/1 Rekombinant Saf Hattın (A Hatları) Aktif Demir Değerlerinin Dağılımı.....	28
Şekil 4.3. Denemelerin Ortalaması Olarak 107 Adet Roza x 227/1 Rekombinant Saf Hattın (A Hatları) Toplam Demir Değerlerinin Dağılımı.....	28
Şekil 4.4. Denemelerin Ortalaması Olarak 107 Adet Roza x 227/1 Rekombinant Saf Hattın (A Hatları) Kloroz Seviyelerini Gösteren SPAD Değerlerinin Dağılımı.....	29
Şekil 4.5. Çalışmada 107 adet Roza x 227/1 Rekombinant Saf Hattın (A Hatları) Genç Yapraklarında Belirlenen Toplam Fe ve Aktif Fe Konsantrasyonları Arasındaki ilişki, $r = 0.83$ (n= 107).....	29
Şekil 4.6. Çalışmada 107 Adet Roza x 227/1 Rekombinant Saf Hattın (A Hatları) Genç Yapraklarında Belirlenen Aktif Fe Konsantrasyonu İle SPAD Değerleri Arasındaki ilişki $r = 0.30$ (n= 107).....	30
Şekil 4.7. Çalışmada 107 Adet Roza x 227/1 Rekombinant Saf Hattın (A Hatları) Genç Yapraklarında Belirlenen Toplam Fe Konsantrasyonu İle SPAD Değerleri Arasındaki ilişki $r = 0.32$ (n= 107).....	30
Şekil 4.8. Denemelerin Ortalaması Olarak 117 Adet 227/1 x Roza Rekombinant Saf Hattın Aktif Demir Değerlerinin Dağılımı.....	37

Şekil 4.9. Denemelerin Ortalaması Olarak 117 Adet 227/1 x Roza Rekombinant Saf Hattın Toplam Demir Değerlerinin Dağılımı.....	37
Şekil 4.10. Denemelerin Ortalaması Olarak 117 Adet 227/1 x Roza Rekombinant Saf Hattın SPAD Değerlerinin Dağılımı.....	38
Şekil 4.11. Çalışmada Kullanılan 117 adet 227/1 x Roza Rekombinant Saf Hattın Toplam Fe ve Aktif Fe Konsantrasyonları Arasındaki ilişki, $r = 0.79$ (n= 117).....	39
Şekil 4.12. Çalışmada kullanılan 117 adet 227/1 x Roza Rekombinant Saf Hattın Aktif Fe ve SPAD Değerleri Arasındaki ilişki, $r = 0.42$ (n= 117).....	39
Şekil 4.13. Çalışmada kullanılan 117 adet 227/1 x Roza Rekombinant Saf Hattın Toplam Fe ve SPAD Değerleri Arasındaki ilişki, $r = 0.36$ (n= 117).....	40

RESİMLER DİZİNİ**SAYFA**

Resim 1.1. Domates Bitkisinde Fe Eksikliğinden Kaynaklanan Kloroz Görüntüsü.....	4
Resim 2.2. Su kültürüne Alınmış Strateji I Bitkisi Olan Domatesten Bir Görüntü	5
Resim 2.3. Su Kültürüne Alınmış Domates Bitkilerinin Köklerinden Bir Görüntü.....	10
Resim 3.4. Su Kültürü Ortamında Yetiştirilen Domates Bitkilerinden Bir Görüntü.....	12
Resim 3.5. İklim Odasında Su Kültüründe Yetiştirilecek Bitkilerin Tohumları Fidelik Serasında Viyollere Ekilerek Genç Bitkiler Elde Edilmiştir.....	14
Resim 3.6. İklim Kontrollü Bitki Yetiştirme Odasında Gerçekleştirilen Denemelerden Görüntüler.....	16
Resim 3.7. Demir Noksalığına Duyarlı Genotiplerin ilk Kloroz Aşaması.....	17
Resim 3.8. Demir Noksanlığına Duyarlı Genotiplerin 2. Kloroz Aşaması.....	18
Resim 3.9. Demir Noksanlığına Duyarlı Genotiplerin 3. Kloroz Aşaması.....	18
Resim 3.10. Demir Noksanlığına Toleranslı Genotiplerden Görüntüler....	19
Resim 3.11. Domates Genotiplerinin Yapraklarında Minolta Klorofil Metre (SPAD-502) Kullanılarak Kloroz Seviyesinin Belirlenmesi.....	21

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	: Yüzde
µg	: Mikrogram
µmol	: Mikromol
♀	: Dişi
♂	: Erkek
°C	: Santigrat derece
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	: Kalsiyum nitrat
CaCO ₃	: Kalsiyum karbonat
CuSO ₄	: Bakır sülfat
EDTA	: Etilendiamintetreatetik asit
Fe	: Demir
KA ⁻¹	:Kuru ağırlık
g	:Gram
H ⁺	:Hidrojen
H ₃ BO ₃	:Borik asit
HCl	:Hidroklorik asit
KH ₂ PO ₄	:Monopotasyum fosfat
kg	:Kilogram
K ₂ SO ₄	:Potasyum sülfat
Lt	:Litre
MnSO ₄	:Mangan sülfat
MgSO ₄ ·7H ₂ O	:Magnezyum sülfat
M	:Molar
mg	:Miligram
NaHCO ₃	:Sodyum bi Karbonat
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ ·4H ₂ O	: Amonyum molibdat
pH	:Asitlik-baziklik faktörü
ppm	:Milyonda bir kısım
RSH	:Rekombinant Saf Hatlar

RIL	:Recombinant Inbred Lines
SPAD	: Soil-Plant Analysis Development
SSD	: Tek tohum dölü metodu
ZnSO ₄ 7H ₂ O	: Çinko sülfat
QTL	: Quantitative Trait Loci

1.GİRİŞ

Demir alınımı, bitki büyüme ve gelişimi için en önemli işlemlerden birisidir. Demir elementinin bütün organizmalarda, birçok temel enzimatik reaksiyonlar ve biyolojik işlemler için gerekli olmasından dolayı, demir alınımı herhangi bir organizmanın gelişimi için vazgeçilmez bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

Demir eksikliği problemine genellikle pH değerleri yüksek olan kireçli topraklarda rastlanmaktadır. Vose (1982)'a göre dünya üzerindeki tarım alanlarının %30'u kireçli olduğu için, buradaki bitkiler Fe eksikliği tehdidi ile karşı karşıyadır. Eyüpoğlu ve Kurucu (1997)'nin yapmış oldukları bir araştırmada Türkiye tarım topraklarının %27'sinde (7.5 milyon ha) Fe eksikliği tespit edilmiştir. Türkiye' de Akdeniz bölgesi en fazla kireç içeren topraklara sahip bölge olarak dikkati çekmektedir. Bu bölgede mevcut toprakların %38.5'nin kireç kapsamı, CaCO₃ olarak %25'den daha yüksektir. Topraklardaki yüksek pH ve kireç ile beraber, bitkilerde Fe-klorozunun ortaya çıktığı ve Türkiye topraklarının büyük bir çoğunluğunun alkali reaksiyonlu topraklardan oluştuğu dikkate alınır, Fe noksanlığı sorununun büyüklüğü kolayca anlaşılabilir. Topraklarda doğal şelatör olarak rol alan ve total demirin bitkilere yarayışlılığını artıran organik madde içeriği bakımından Türkiye toprakları genellikle fakir olup, bu durum kuru ve sıcak iklim dolayısı ile organik madde birikiminin çok az veya hiç mümkün olmayışından ileri gelmektedir.

Yukarıda bahsedilen, ülkemiz açık tarım alanlarındaki muhtemel Fe eksikliğinin yanı sıra, ekolojik faktörlerin de kontrol edilerek üretimin yapıldığı sera alanlarında (son yıllarda 30.000 ha'a ulaşmıştır) bitkilerde karşılaşılan Fe klorozundan kaynaklanan ekonomik kayıplar yadsınmayacak düzeydedir. Seraların %95'i Hatay'dan Muğla'ya kadar uzanan Akdeniz Bölgesi'nde bulunmaktadır. Sera domatesi yetiştiricilik bölgesi olan İçel, Erdemli, Kocahasanlı ve çevresindeki domates seralarında yapılmış olan incelemelerde, seraların %68'inde Fe klorozlu bitkilerle karşılaşılmıştır (Daşgan., 1999). Türkiye' de var olan 30.000 ha seranın %95'inde sebze ve sebze seralarının %60'ında da domates yetiştirilmesi olayın önemini daha belirgin duruma getirmektedir.

Toprakta fazlasıyla var olan toplam demirden fiziksel veya kimyasal faktörlerden dolayı bitkinin yararlanamadığı ve kloroz probleminin ortaya çıktığı

durumlarda, akla ilk gelen çözüm şelatlı Fe gübrelerinin topraktan veya yapraklardan verilmesi ve klorozun ortadan kaldırılmasıdır. Bununla birlikte, demirli gübre uygulamaları, sorunlu topraklarda yetiştiricilik süresince tekrarlamalı olarak yapıldığı takdirde başarılı olmaktadır. Aynı zamanda şelatlı Fe gübrelerinin kullanımı hem pahalı (35 TL/kg) hem de geçici bir çözümdür. Bu konuda yapılabilecek en doğru ve kalıcı yaklaşım ise toprakta var olan demiri etkin bir şekilde kullanabilen genotiplerin seçilmesi ve böylece bu genotiplerin ıslah çalışmalarında Fe eksikliğine toleransı yüksek yeni çeşitlerin geliştirilmesinde kullanılması olacaktır.

Bu açıdan dünyada çok geniş bir şekilde Fe klorozuna tolerant genotipler araştırılmaktadır. Demir klorozuna tolerant genotipler toprakta alınamaz durumdaki demiri alınabilir forma geçiren bazı fizyolojik ve morfolojik adaptasyon mekanizmaları geliştirmektedirler;

- a) Rizosferin pH'sının ATPaz enzimi yardımıyla düşürülmesi (Römheld ve ark., 1984),
- b) Okside Fe'in membranlardaki Fe-redüktaz enzimi ile indirgenmesi ve hücreye alınması (Chaney ve ark., 1972); Bienfait ve ark., 1983),
- c) Topraktaki Fe'in şelatlanıp hareketliliğinin artırılması için kökten toprağa şelatörlerin salgılanması (Brown ve Ambler 1974; Olsen ve ark., 1981; Römheld ve Marschner, 1983),
- d) Kılcal kök ve kök tüylerin artırılması, kök ucu bölgesinde rizodermal transfer hücrelerinin oluşturulması (Marschner, 1995)

Demir noksanlığı altında bu tür fizyolojik ve morfolojik reaksiyonların araştırılabilmesi, kontrollü bitki yetiştirme odalarına ve ilgili enzimlerin ölçülebilmesi için biyokimyasal anlamda yeterli bir donanıma sahip laboratuvarların olmasına ve en önemlisi bu tür reaksiyonların ölçümlerinde geniş deneyimlere sahip personelin bulunmasına bağlıdır.

Ekonomik öneme sahip bitkilerin yetiştiriciliğinde, Fe-klorozunu kontrol için ucuz, kalıcı ve kesin çözümlere ihtiyaç vardır. Bu çözümlerden en önde geleni, Fe

eksikliğine dayanıklı veya tolerant genotiplerin ortaya çıkarılması ve bunların kullanılmasının önerilmesi veya ıslah çalışmalarında kullanılmak üzere, yeni tolerant çeşit geliştirmek için donör bitki gen kaynakları ortaya çıkarılmasıdır.

Domates (*Lycopersicon esculentum* Mill. veya *Solanum esculentum* L.) *Solanaceae* familyasına ait olan dünyada ve ülkemizde sevilerek tüketilen, ekonomik anlamda en önemli sebze türlerinden biri olup, temel kromozom sayısı 12'dir. (Günay, 1992; Vural ve ark. 2000). Domates, Fe eksikliğinden kaynaklanan kloroza hassas bir türdür (Resim 1.1). Bununla birlikte, aynı tür içindeki genetik varyasyon mükemmel bir olanaktır ve demir eksikliğine tolerant ve hassas genotipler söz konusu olmaktadır.

Domateste Fe eksikliği stresine toleransta etkili QTL'ler için markörlerin belirlenmesi ve uygun bulunursa bu moleküler genetik markörlerin kullanılmasıyla, masraflı ve zaman alıcı fizyolojik ve morfolojik testler yerine, moleküler düzeyde domates genotiplerinin taranması daha kesin ve güvenilir sonuçlara hızlı ve kolay bir şekilde ulaşmayı mümkün kılacaktır.

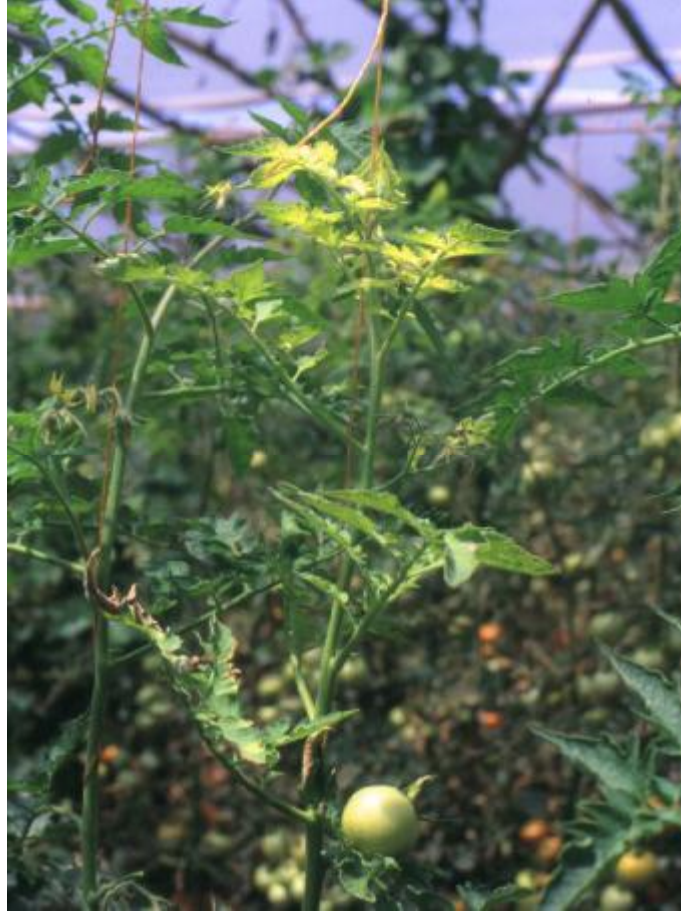
Bölümümüzde 1994-2004 yılları arasında Daşgan ve ark. (1999, 2002, 2003) tarafından yürütülen çalışmalarda, birçok domates genotipi Fe eksikliğine duyarlılıkları bakımından taranmış ve içlerinden tolerant (Roza) ve duyarlı (Hat 227/1) olarak belirlenen genotipler arasında yapılan melezleme ve geriye melezleme çalışmaları sonucunda bu özelliğin morfolojik, fizyolojik ve genetik açılardan incelenmeleri tamamlanmıştır.

Daşgan ve ark., (2004)'nın yaptığı çalışmalarda, Fe klorozuna dayanıklılığın kalıtımının çok genle idare edildiğinin ve sitoplazmik-çekirdeksel etkileşimlerin ise göz ardı edilemeyeceği sonucuna ulaşılmıştır.

Çok genle idare edilen ve sitoplazmik-çekirdeksel etkileşimlerinin mevcut olduğu bu özelliğin, kalıtımın daha detaylı olarak araştırılmasında çevre şartlarından dolayı oluşabilecek etkileşimleri en aza indirmek için duyarlı ve tolerant ebeveynlerden resiprokal rekombinant saf hatlar elde edilmiştir. Bu amaçla Roza ve Hat 227/1'in resiprokal melezlemelerinden elde edilen F₂ bireyler, teksele tohum metoduyla altı jenerasyon kendilenmiş ve rekombinant saf hatlar (RSH = RIL = Recombinant inbred Lines) (her iki resiprokalden de yaklaşık yüzer adet) elde

edilmiştir. Bu hatların elde edilmesi 3 yıldan (2002-2005) daha fazla bir zaman almış ve F6 bitkilere ulaşmak için, sera ve açıkta olmak üzere yılda 2 generasyon olacak şekilde kendileme çalışmaları yapılarak, yoğun bir emek harcanmıştır.

Burada sunulan yüksek lisans tez programında, 1994 yılından beri yürütülen çalışmalarla oluşturulan rekombinant safhatların demir noksanlığı klorozuna tepkilerinin belirlenmesi ve böylece demir noksanlığı klorozuna tolerans sağlayan kantitatif lokusların (QTL) haritalanmasına katkıda bulunacak fenotipik verilerin elde edilmesi hedeflenmiştir.



Resim 1.1. Domates Bitkisinde Fe Eksikliğinden Kaynaklanan Kloroz Görüntüsü

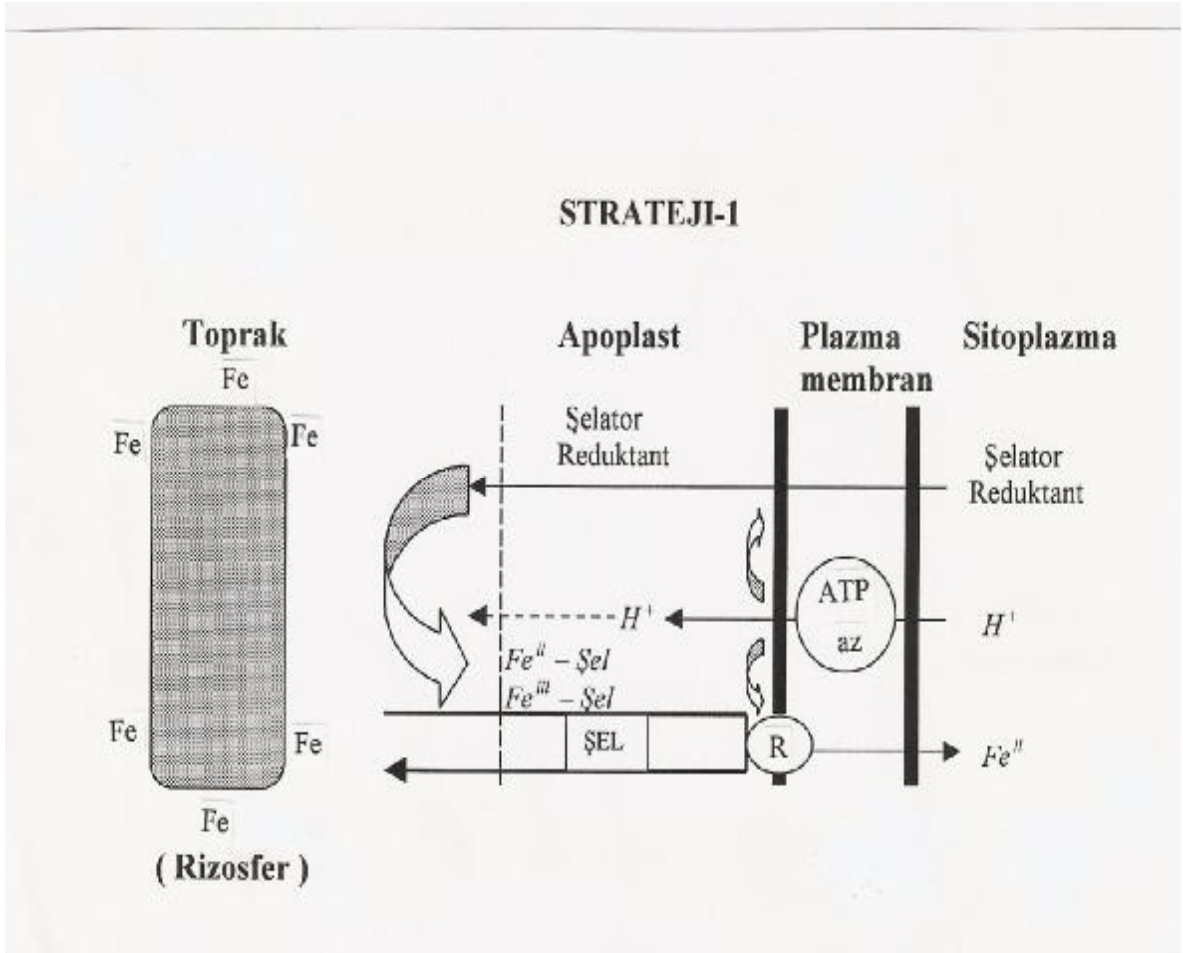
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Demir eksikliği stresi altında, buğdaygillerin dışındaki tüm tek çenekli bitkiler ile çift çenekli bitkiler Strateji I olarak isimlendirilen özel adaptasyon mekanizmaları geliştirirler (Resim 2.2). Yalnızca *Graminea* familyasındaki tahıllar ise Strateji II olarak isimlendirilen ve birincisinden farklı adaptasyon mekanizmaları geliştirmektedirler. Bu mekanizmaların etkin geliştiği çeşitler literatürlerde “efficient” (etkin) veya “resistant” (dayanıklı) çeşitler olarak adlandırılmaktadır. Ters durumlarda “inefficient” (dayanaksız, duyarlı) çeşitler söz konusudur (Römheld ve Marschner, 1986 a ve b).



Resim 2.2. Su kültürüne Alınmış Strateji I Bitkisi Olan Domatesten Bir Görüntü

Strateji I'deki bitkilerin Fe noksanlığı stresinde, rizosfere artan oranlarda H^+ salgıladıkları (Venkat-Raju ve ark., 1972; Landsberg, 1981; Römheld ve Marschner, 1981, 1984) ve bu olayın epidermiste plazma membranlar üzerinde lokalize olmuş. ATPaz isimli bir enzim tarafından düzenlendiği bildirilmiştir (Römheld ve ark., 1984). Rizosferde Fe'in hareketliliğini artırıcı bir etkide bulunan H^+ salgılanması devam ederken bu olaya paralel olarak aynı anda köklerin FeIII bileşiklerini indirgeyici bir mekanizmayı aktif hale geçirdiği bulunmuştur (Chaney ve ark., 1972; Bienfait ve ark., 1983). Bu mekanizma FeIII redüktaz isimli bir enzim tarafından çalıştırılmaktadır. Bu enzim yardımı ile FeIII bileşikleri indirgenmekte ve çift çenekli bitkiler FeII formunda Fe alımı yapmaktadır. Römheld ve Marschner (1986 b)'a göre Fe noksanlığında ortaya çıkan proton salgılanması ve redüktaz enziminin aktifleştirilmesi strateji I'deki bitkilerin hem türleri ve hem de aynı türün çeşitleri arasında farklı olabilmektedir. Bu gruba giren bitkilerin aynı zamanda rizosfere FeIII bileşiklerini indirgeyici şelatörleri (organik asitler veya fenolikler yapısındaki bileşikler) salgıladıkları Brown ve Ambler (1974); Olsen ve ark. (1981); Römheld ve Marschner (1983) tarafından ortaya konulmuştur (Şekil 2.1.). Araştırmacıların arasındaki yaygın kanıya göre, yukarıda anılan olaylar birbirleriyle bir uyum içinde çalışmaktadırlar. Ancak, mekanizmaların etkinliği ve aktivitesi ortamın pH' sından fazlasıyla etkilenmektedir. Römheld (1987) tarafından bildirildiğine göre rizosferdeki pH'nın artışı ile hem FeIII redüktaz ve hem de H^+ salgısında rol alan ATPaz enzim aktiviteleri çarpıcı düşmelere uğramaktadır. Aynı şekilde şelatörlerin salgılanması da yükselen pH ile gerilemektedir. Bu nedenle strateji I bitkilerinin adaptasyon mekanizmaları, dolayısıyla Fe beslenmesi, rizosfer pH' sından fazlası ile etkilenmektedir. Ayrıca, köklerin morfolojik yapılarında, kılcal köklerin artması, transfer hücrelerinin oluşturulması gibi bazı özel değişiklikler meydana gelmektedir (Römheld ve ark., 1982; Marshner, 1995) (Resim 2.3.).



Şekil 2.1. Strateji -1 Bitkilerinin Demir (Fe) Eksikliği Koşullarında Geliştirdikleri Adaptasyon Mekanizmaları (Daşgan ,1999).

Demir noksanlığı stresine giren Strateji II grubu bitkileri (buğdaygiller), yukarıda bahsedilen Strateji I grubu bitkilerinin gerçekleştirdiği adaptasyon mekanizmalarını geliştirememektedir. Bu bitkiler rizosfere çok etkili bir Fe şelatörü salgılamaktadırlar. Bu şelatör mucineik asit ailesine giren bir fitosiderofordur. Fitosiderofor sözcüğü bitki kökenli Fe şelatörü olarak tanımlanabilir. Yunancada “phyton” bitki, “sideros” demir ve “phorus” taşıyan anlamındadır. Bu kimyasal bileşim, şelatlama yoluyla Fe^{III}’ün rizosferde mobil (hareketli) hale geçişini sağlamakta ve plazma membranları üzerinde lokalize olmuş spesifik bir protein taşıyıcısı ile kök hücrelerine Fe-fitosiderofor formunda Fe'nin alınmasını (Römheld

ve Marschner, 1986a; 1986b; Römheld, 1987) sağlamaktadır. Fitosideroforlar kimyasal olarak amino asit yapısında olup, protein sentezine katılmazlar ve nikotianamin adı verilen amino asit formundaki bir molekülden sentezlenirler (Shojima ve ark., 1990; Mori ve ark., 1990). Buradan da anlaşılacağı gibi buğdaygiller Strateji I grubu bitkileri gibi demiri indirgenmiş formda almamaktadırlar. Bu şekilde alınan Fe, aynı formda bitkide taşınabileceği gibi redükte olarak biyolojik olaylarda da kullanılabilir.

Strateji I' deki adaptasyon mekanizmasının tersine, fitosiderofor salgılanması rizosferdeki pH' dan (pH 4-8) etkilenmemektedir (Marschner ve ark., 1986). Bitkilerde demir klorozuna özellikle pH' nın yüksek olduğu tarım alanlarında rastlandığı hatırlanırsa buğdaygiller Strateji I grubu bitkilerine göre Fe stresine daha dayanıklıdır denilebilir. Ancak burada da türler arasında fitosiderofor salgılanması ve kloroza karşı koyma açısından farklılıklar vardır. Aşağıdaki sıralanış içerisinde bazı önemli buğdaygillerin kloroza dayanıklılığı azalırken, fitosiderofor salgısı da artmaktadır (Römheld ve Marschner, 1986 a; Marschner ve ark., 1986);

Arpa < Buğday < Yulaf < Mısır < Sorgum < Çeltik

Krouma ve ark. (2003)' nin bildirdiğine göre; fasulyelerde demir klorozuna tolerans mekanizmasında iki işlev ön plana çıkmaktadır. Bunlardan biri köklerden proton pompalanarak pH' ın düşürülmesi, ikincisi de FeIII'ün FeII'ye indirgenmesini sağlayan redüktaz enzim aktivitesi miktarının artırılmasıdır.

Daşgan ve ark.(2003)' domateslerde demire bağlı enzimleri (katalaz, askorbat peroksidaz, guaicol redüktaz) ölçmüş ve bunlar içerisinde katalaz enzim aktivitesinin demir eksikliğine tolerans düzeyini belirlemede kullanılabilecek bir biokimyasal parametre olacağı sonucuna ulaşmışlardır.

Pestana ve ark., (2005)'in bildirdiğine göre, 3 turunçgil anacı -'Troyer' citrange, 'Swingle' citrumelo ve 'Taiwanica' portakal- besin çözültisinde demir klorozuna tolerans bakımından incelenmiştir. Bitki boyu ve yaprak sayısı gibi büyüme parametreleri ile yapraklarda klorofil ölçülmüştür. Sonuç olarak, turunçgil anaçlarının kloroza tolerans düzeylerini belirlemede klorofil ölçümünün yeterli olabileceği; buna göre 'Troyer' citrange dayanıklı, 'Swingle' citrumelo duyarlı ve 'Taiwanica' portakal orta düzeyde tolerant bulunmuştur.

Krishnasamy ve ark.,(2005) demir klorozuna tolerans düzeylerini belirlemek için 15 sorgum genotipinde bir tarama çalışması yapmışlardır. Bu çalışmada 6 genotipin demir noksanlığına dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Bu genotiplerin sorunlu topraklarda demir gübrelemesine gerek kalmadan yetiştirilebileceği ileri sürülmüştür.

Mineral beslenme ile ilgili kalıtım olayları basitten karmaşığa oldukça geniş bir alanı kapsamaktadır. Demir eksikliğinden kaynaklanan kloroz olayının kalıtımı bir bitkide basit iken diğerinde karmaşık olabilmektedir. Örneğin fasulyelerde (*Phaseolus vulgaris* L.) kalıtım basit, fakat soya fasulyesinde (*Glycine max* L.) karmaşıktır (Ross, 1986).

Nohut bitkisi ile yapılan çalışmalar, Fe eksikliği klorozuna dayanıklılığın duyarlılığa dominant olduğunu ve tek gen tarafından kontrol edildiğini ortaya çıkarmıştır (Gowda ve Rao, 1986; Saxena ve ark., 1990).

Demir eksikliğine dayanıklılığın yine tek gen tarafından kontrol edildiği ve dominant olduğu yulaf bitkisinde (McDaniel ve Brown, 1982), domateste (Brown ve Wann, 1982) ve soya fasulyesinde (Weiss, 1943) bildirilmiştir. Ancak Fehr (1982, 1983) yine soya fasulyesinde kalıtımın çok sayıda gen ile kontrol edildiğini bildirmiş ve bu özelliği ıslah çalışmaları için "kantitatif " bir karakter olarak nitelendirmiştir. Cianzio ve Fehr (1982), soya fasulyelerinde demir klorozuna dayanıklılığın kalıtımının genotipten genotipe değişebileceğini ileri sürmüşler; farklı ebeveynler kullandıklarında farklı sonuçlar aldıklarını, ayrıca test koşullarının da sonuçları etkilediğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar "kantitatif" bir karakter olduğu konusuna katıldıklarını ve bu karakterin geriye melezleme programları ile aktarılmasının zor olduğunu bildirmişlerdir. Ancak, geriye melezleme programlarında açılım bitkilerinde, geniş kapsamlı testler uygulayarak yüksek seviyede dayanıklı bitkileri seçmenin mümkün olabileceğine dikkati çekmişlerdir.

Coyne ve ark. (1982) ile Zaiter ve ark. (1987), fasulyelerde yapmış oldukları denemelerde Fe eksikliği klorozuna karşı dayanıklılık özelliğinin genetik ve tam dominant olduğunu ve 2 majör gen çifti tarafından kontrol edildiğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar geriye melezleme programı kullanılarak, Fe eksikliğine duyarlı fasulye genotiplerine, dayanıklılığın aktarabileceğini belirtmişlerdir.

Hoan ve ark (1992) tarafından çeltikte demir klorozuna toleransın kalıtımının basit bir model olduğu ve dominans özellik gösterdiği bildirilmiştir.

Daşgan ve ark., (2004) domateste Roza ve 227/1 genotipleri ile yaptıkları çalışmada, Roza çeşidindeki Fe klorozuna tolerans özelliğininin poligenik (çok genli) lokuslar tarafından kontrol edilmekte olduğunu bildirmişlerdir. Dayanıklı genotip Roza'nın demir eksikliğine toleransın kalıtımında sadece çekirdeksel değil aynı zamanda maternal (sitoplazmik) etkinin önemli olabileceği tespit edilmiştir.

Değişik ülkelerde yapılan çalışmalarda demir alımında çok sayıdaki genleri destekler şekilde, şu ana kadar domateste demir dengesinden sorumlu 7 gen (*FER*, *CHLN*, *LeFRO1*, *LeIRT1*, *LeIRT2*, *LeNRAMP1* ve *LeNRAMP3*) izole edilmiştir (Zhao ve Ling, 2007). Örnek olarak demir alımının engellendiği ortamlarda, bHLH proteini olan *FER*, merkezi düzenleyici olarak, bütün demir noksanlığı tepkilerini ve Fe alımını kontrol etmektedir (Ling ve ark. 2002).



Resim 2.3. Su Kültürüne Alınmış Domates Bitkilerinin Köklerinden Bir Görüntü

3.MATERYAL VE METOD**3.1 Bitki Materyali**

Daşgan ve ark.(1999) domateste demir noksanlığına toleransta genotipler arasında farklılıklar olduğunu belirlemiş ve daha sonra da tolerant (Roza) ve duyarlı (227/1) genotiplerden elde edilmiş olan resiprokal melezlemeler gerçekleştirmişlerdir (Daşgan ve ark 2002). Bu çalışmanın devamında domateste demir noksanlığına toleransın kalıtımına yönelik çalışmalar yapılmış ve sonuçta bu özelliğin çok genle idare edildiği ve sitoplazmik kalıtımın da bu özellik üzerinde etkili olabileceği ortaya konulmuştur (Daşgan ve ark 2004). Çok genle idare edilen bu özelliğin kalıtımının araştırılması çalışmalarında, çevre şartlarından dolayı oluşabilecek etkileşimleri en aza indirmek amacıyla Roza x 227/1 resiprokal melezlemelerinden, Tek Tohum Dözü (SSD) metoduyla altı generasyon kendileme yapılmış ve diğer haritalama popülasyonlarına nazaran büyük avantajlara sahip rekombinant saf hatlar (RSH = RIL= Recombinant Inbred Lines) (her iki resiprokalden de yaklaşık yüz adet civarında) elde edilmiştir. Bu hatların elde edilmesi 3 yıldan (2002-2005) daha fazla bir zaman almış ve F6 bitkilere ulaşmak için, sera ve açıkta olmak üzere yılda 2 generasyon olacak şekilde kendileme çalışmaları yapılarak, yoğun bir emek harcanmıştır.

Bu araştırmada demir eksikliğine duyarlı (Hat 227/1) ve tolerant (Roza) ebeveynlerden elde edilmiş olan resiprokal saf hatlardan 107 adet A hattı (Roza x 227/1) ve 117 adet B hattı (227/1 x Roza) kullanılmıştır. Bu hatlar A ve B olarak isimlendirilmiştir. Buna göre A hattı, Roza (dayanıklı ♀) x 227/1(duyarlı ♂) melezlemesinden elde edilen F1 bitkilerinin 6 generasyon kendilenmesinden oluşan genotiplerdir. A hattında bulunan bitkiler A 1 den A 113'e kadar etiketlenmiştir. Bu hat içerisinde eksik olan bitkiler ; (A2, A49, A50, A57, A58, A79)'dir. B hattı ise 227/1 (duyarlı ♂) x Roza (dayanıklı ♀) melezlemesinden elde edilen F1 bitkilerinin 6 generasyon kendilenmesinden oluşan genotiplerdir. B hattında bulunan bitkiler B1 den B125'e kadar etiketlenmiştir. Bu hat içerisinde eksik olan bitkiler ; (B24, B40, B51, B64, B89, B106, B116, B124)'dir.

3.2 Metod**3.2.1 Bitkilerin Beslenmesinde Kullanılan Besin Çözeltisi Kompozisyonu ve Mineral Elementlerin Konsantrasyonları**

Denemeler iklim kontrollü bitki yetiştirme odasında su kültürü ortamında sürekli havalandırılan besin çözeltisi ortamında yapılmıştır (Resim 3.4). Bitkilerin yetiştirilmesi için kullanılan besin çözeltisinin kompozisyonu ve elementlerinin konsantrasyonları modifiye edilmiş Hoagland çözeltisine göre, (M): 3.0×10^{-3} Ca (NO₃)₂ ; 0.9×10^{-3} K₂SO₄; 1.0×10^{-3} MgSO₄; 0.2×10^{-3} KH₂PO₄ ; 1.0×10^{-5} H₃BO₃; 1.0×10^{-6} MnSO₄; 1.0×10^{-7} CuSO₄; 1.0×10^{-8} (NH₄)₆Mo₇O₂₄; 1.0×10^{-6} ZnSO₄ şeklinde kullanılmıştır, Fe ayrı olarak düşük konsantrasyonda FeIII EDTA şeklinde verilmiştir (Daşgan, 1999).



Resim 3.4 Su Kültürü Ortamında Yetiştirilen Domates Bitkilerinden Bir Görüntü.

3.2.2 Denemeler İçin Bitkilerin Yetiştirilmesi

Resiprokal rekombinant saf hatlar, her bir resiprokaldan A hattı için 107, B hattı için 117 olmak üzere, toplam 224 genotip ve her bir genotipten bir denemede 2 bitki olacak şekilde, her saksıda 8 bitki ile 5 defa tekrarlamalı olarak Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümündeki İklim kontrollü bitki yetiştirme odasında, su kültürü tekniği ile yetiştirilmiştir. İklim odası kapasitesi sınırlı ve denemedeki hat sayısı fazla olduğu için, denemenin tekerrürleri zamana yayılmıştır ve yaklaşık her iki ayda bir deneme kurulmuş ve her deneme bir tekerrür sayılmıştır.

Çizelge 3.1. Tez Çalışması Süresince Gerçekleştirilen 5 Denemeye Ait Takvim.

Deneme (Tekrar) No	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi
1. Deneme	25 Eylül 2006	21 Kasım 2006
2. Deneme	02 Aralık 2006	26 Ocak 2007
3. Deneme	07 Mart 2007	25 Nisan 2007
4. Deneme	30 Ağustos 2007	21 Ekim 2007
5. Deneme	13 Ağustos 2008	26 Eylül 2008

Tohumlar her deneme için perlit:torf (1:2) ortamında Çukurova Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Alanındaki fide serasında fide tepsilerine ekilmiş ve birinci gerçek yaprak oluşuncaya kadar deiyonize saf su ile sulanmıştır (Resim 3.5).



Resim 3.5. İklim Odasında Su Kültüründe Yetiştirilecek Bitkilerin Tohumları Fidelik Serasında Viyollere Ekilerek Genç Bitkiler Elde Edilmiştir.

Tohum ekiminden yaklaşık 3 hafta sonra, transfer (şşırtma) büyüklüğüne ulaşan bitkiler 3 litrelik plastik saksılara (içinde havalandırılan besin çözeltili bulunan) dikilmiş ve iklim odasına alınmıştır (Resim 3.6). Bitkiler 4-5 gerçek yapraklı aşamaya gelinceye kadar, 10^{-5} M Fe EDTA ile desteklenen besin çözeltilisinde yetiştirilmiştir. Bu aşamadan sonra, bitkilerin Fe stresine girmesi için 10 mM NaHCO_3 uygulanmıştır. Su kültürü ortamına NaHCO_3 'ın eklenmesi ile 5.5-6.0 seviyesinde seyreden pH, 8.0 düzeylerine yükseltilerek, bitkiler için istediğimiz stres ortamı hazırlanmıştır (Çizelge 3.2). Belirtilen Fe ve NaHCO_3 konsantrasyonları daha önce benzer koşullarda yürütülen çalışmalardan elde edilmiş sonuçlara göre seçilmiştir (Daşgan ve ark., 2002, 2003, 2004). Bitkilerin besin çözeltileri her 2-3 günde bir yenisi ile değiştirilmiştir .

Domates bitkilerinin yetiştirildiği, iklim faktörleri kontrol edilen büyütme odasında, deneme boyunca sıcaklık, gece 18 ± 2 °C, gündüz ise 22 ± 2 °C, nem %65, aydınlatma rejimi ise 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık ve aydınlık olduğu durumda ışık şiddeti $350 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olacak şekilde iklimlendirme programı yapılmıştır.

Çizelge 3.2. Denemelerde Genç Domates Bitkilerini Fe Eksikliği Stresine Sokmak için Kullanılan Fe, NaHCO_3 Konsantrasyonları, pH ve EC Düzeyleri

	1.Aşama (strese başlamadan önceki süreç)	2.Aşama (strese ilk başlangıç)	3.Aşama (stres düzeyinin artırılması)	4.Aşama (stresin son aşaması)	Deneme bitişi (son stres aşaması ile aynı)
Bitki Yaşı	20. gün	35. gün	40. gün	43. gün	57. gün
FeEDTA (M)	10^{-5}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-7}
NaHCO_3 (mM)	-----	10	10	10	10
pH	5.58	7.92	7.95	7.97	7.98
EC (dSm^{-1})	1.20	2.08	2.13	2.09	2.10



Resim 3.6. İklim Kontrollü Bitki Yetiştirme Odasında Gerçekleştirilen Denemelerden Görüntüler.

3.2.3 Bitkilerin Kloroz Durumlarının Belirlenmesi

Genç domates bitkileri, su kültürüne alındıktan 15 gün sonra NaHCO_3 uygulanmıştır ve bu uygulamadan 10-15 gün sonra ilk kloroz semptomlarını göstermeye başlamıştır (Resim 3.7-3.10). Demir stresinin en belirgin semptomu genç yapraklarda klorofil eksikliğinden kaynaklanan kloroz olayıdır. Bu aşamadan sonra değişik rekombinant saf hatların Fe eksikliği stresinden etkilenme durumlarını ortaya koymak amacıyla farklı zamanlarda Minolta klorofil metre (SPAD-502) kullanılarak ebeveyn ve saf hat bireylerinin yapraklarındaki klorofil değişimleri kaydedilmiştir (Resim 3.11). SPAD okumaları 5 değişik zamanda yapılmış ve bunların ortalaması alınarak değerlendirmelerde kullanılmıştır.



Resim 3.7. Demir Noksanlığına Duyarlı Genotiplerin İlk Kloroz Aşaması



Resim 3.8. Demir Noksanlığına Duyarlı Genotiplerin 2. Kloroz Aşaması



Resim 3.9. Demir Noksanlığına Duyarlı Genotiplerin 3.Kloroz Aşaması



Resim 3.10. Demir Noksanlığına Toleranslı Genotiplerde Klorozsuz Yapraklardan Görüntüler.

3.2.4 Bitkilerin Toplam Fe Konsantrasyonunun Belirlenmesi

Her denemenin son aşamasındaki SPAD-metre ile klorofil şiddeti ölçümünden sonra bitkilerin genç 1-3 yaprakları (üstten 5-6 yaprakçık) alınarak toplam ve aktif Fe konsantrasyonunun belirlenmesinde kullanılmıştır. Alınan bu genç yapraklar 48 saat süreyle 65 °C’de etüvde kurutulmuş ve daha sonra öğütülerek toz haline getirilmiştir. Bitki örneklerinin toplam Fe konsantrasyonlarını ölçmek için 30 – 200 mg arasında tartılan örnekler 550 °C’de 8 saat süreyle kül fırınında yakılmışlardır. Yanmış olan örneklerin toplam konsantrasyonu 3 - 20 ml olacak şekilde, bitki örnekleri üzerine 0.3- 2.0ml 1/3 HCl eklenip ve üzeri 2.7 – 18 ml saf su ile tamamlanarak mavi bant filtre kağıdından süzölmüşlerdir. Süzölen örneklerdeki toplam Fe konsantrasyonu atomik absorpsiyon spektrometre tekniği (Varian 220 FS) ile µg Fe / g kuru ağırlık (ppm) olarak okunmuştur.

3.2.5 Bitkilerin Aktif Fe Konsantrasyonlarının Belirlenmesi

Öğütölmüş yaprak örneklerindeki aktif demir konsantrasyonunu belirlemek için 30-100 mg arasında tartılan örnekler 3- 10 ml 1N HCl içerisinde 2 saat süre ile çalkalanmış ve mavi bant filtre kağıdından alınan süzökleredeki aktif Fe konsantrasyonu, atomik absorpsiyon spektrometre tekniği (Varian 220 FS) ile µg Fe / g kuru ağırlık (ppm) olarak okunmuştur.

3.2.6 Verilerin Değerlendirilmesi

Resiprokal rekombinant saf hatlara ait klorofil değerlerinin frekans dağılımları çıkartılmıştır, SAS ve MİNİTAB istatistik paket programları ile tesadüf blokları deneme desenine göre (zaman, blok etkisi olarak alınmıştır) analizi yapıldıktan sonra (SAS Software 1982; Minitab 1994), veriler “Domateslerde Fe klorozuna toleransın genetik kalıtımına yönelik daha sonraki moleküler QTL çalışmalarında” kullanılmak üzere hazır hale getirilmiştir. Verilerin istatistik değerlendirmeleri yapılırken her deneme bir tekrarlama gibi kullanılmış ve buna göre tesadüf blokları deneme deseninde analiz yapılmıştır.



Resim 3.11. Domates Genotiplerinin Yapraklarında Minolta Klorofil Metre (SPAD-502) Kullanılarak Kloroz Seviyesinin Belirlenmesi.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

A ve B hatları olarak toplam 224 adet rekombinant saf hattın demir eksikliğine tolerans seviyelerinin belirlenmesi için kloroz düzeyini gösteren SPAD değerleri ve SPAD okunan aynı yapraklarda belirlenen aktif demir ve toplam demir konsantrasyonları (Çizelge 4.6 ve 4.10 ile Şekil 4.2 ve 4.13.)'de sunulmuştur.

Değerlendirilen A hatlarında (107 adet Roza x 227/1 RSH) incelenen bütün özelliklerde (Aktif demir, toplam demir ve SPAD) değerlendirme zamanının etkisi önemli ($P \leq 0.001$) bulunmuştur. Aktif demir ve toplam demir bazında ise RSH'ler arasındaki fark ($P \leq 0.05$) düzeyinde önemli bulunurken, SPAD bazında RSH'ler arasındaki fark ($P \leq 0.001$) düzeyinde bulunmuştur.

Denemelerde kontrol olarak kullanılan dayanıklı Roza ebeveynin aktif demir, toplam demir ve SPAD değerlerinin ortalaması sırasıyla $63.15 \mu\text{g gKA}^{-1}$ ve $80.88 \mu\text{g gKA}^{-1}$ ve 33.41 olarak bulunurken, duyarlı 227/1 ebeveynin aktif demir, toplam demir ve SPAD değerlerinin ortalaması sırasıyla $41.47 \mu\text{g gKA}^{-1}$, $49.33 \mu\text{g gKA}^{-1}$ ve 25.79 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3.).

A hatlarının aktif demir, toplam demir ve SPAD değerlerinin ortalaması sırasıyla $44.32 \mu\text{g gKA}^{-1}$, $63.27 \mu\text{g gKA}^{-1}$ ve 29.28 olarak bulunmuştur. (Çizelge 4.4.ve 4.6 Şekil 4.2.-4.7.).

A hatları içerisinde en düşük aktif demir değerine ($27.66 \mu\text{g kgKA}^{-1}$) A95 hattı; en yüksek aktif demir değerine ($75.01 \mu\text{g gKA}^{-1}$) A17 hattı sahip olmuştur. En düşük toplam demir değerine ($37.58 \mu\text{g gKA}^{-1}$) A92 hattı; en yüksek toplam demir değerine ($100.35 \mu\text{g gKA}^{-1}$) A17 hattı sahip olmuştur. En düşük SPAD değerine (21.05) A87 hattı; en yüksek SPAD değerine (37.56) A92 hattı sahip olmuştur (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.3. Denemelerde Kontrol Olarak Kullanılan Dayanıklı Roza ve 227/1 Ebeveynlerinin Aktif Demir, Toplam Demir ve SPAD Değerlerinin Ortalaması

Ebeveyn	Aktif Fe (ppm) $\mu\text{g gKA}^{-1}$	Toplam Fe (ppm) $\mu\text{g gKA}^{-1}$	SPAD
Roza (Dayanıklı)	63.15 A-C	80.88 A-I	33.41 A-G
227/1 (Duyarlı)	41.47 B-I	49.33 F-J	25.79 M-T

Çizelge 4.4. A Hatlarının Aktif Demir, Toplam Demir ve SPAD Değerlerinin Ortalaması

Hatlar	Aktif Fe (ppm) $\mu\text{g gKA}^{-1}$	Toplam Fe (ppm) $\mu\text{g gKA}^{-1}$	SPAD
A	44.32	63.27	29.28

Çizelge 4.5. A Hatlarının “En”leri

Genotipler (Hatlar)	Uygulamalar (En Düşük ve En Yüksek)	Değerler (ppm) $\mu\text{g gKA}^{-1}$
A-95	Aktif Fe En Düşük Değer	27.66
A-17	Aktif Fe En Yüksek Değer	75.01
A-92	Toplam Fe En Düşük Değer	37.58
A-17	Toplam FE En Yüksek Değer	100.35
A-87	SPAD En Düşük Değer	21.05
A-92	SPAD En Yüksek Değer	37.56

Çizelge 4.6. A hatlarına ait iklim odasında arka arkaya 5 deneme kurularak elde edilen verilerin ortalama değerleri. Çizelgedeki her ortalama bağımsız olarak 10 bitkiden elde edilmiştir. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir {Aktif Fe ve toplam Fe için $P= 0.05$, SPAD için ise $P=0,001$ }.

	Aktif Fe-A hatları için F DEĞERİ ve ÖNEM DERECESESİ	Toplam Fe-A F DEĞERİ- ÖNEM DERECESESİ	SPAD-A F DEĞERİ-ÖNEM DERECESESİ
GENOTİP	1.39*	1.40*	2.95***
ZAMAN	92.09***	88.18***	111.38***

ZAMAN	Aktif Fe-A	Toplam Fe-A	SPAD-A
1	29.280 D***	56.223 C***	33.454 A***
2	59.704 A	66.611 B	28.970 C
3	42.501 C	44.344 D	28.198 C
4	47.210 D	93.248 A	31.466 B
5			22.621 D

Not: 4.denemenin Fe analiz sonuçları kullanılmamıştır.

GENOTİP A Hatları	Aktif Fe-A	Toplam Fe-A	SPAD-A
1	50.75 A-I*	92.11 A-C*	31.557 A-N***
3	51.09 A-I	87.13 A-F	34.000 A-E
4	39.84 B-I	60.24 A-J	31.62 A-N
5	45.07 B-I	63.1 A-J	29.027 E-R
6	53.69 A-I	80.3 A-I	32.203 A-M
7	56.49 A-G	77.88 A-J	29.75 E-R
8	45.68 B-I	66.36 A-J	30.852 C-P
9	50.86 A-I	72.14 A-J	29.527 E-R
10	35.7 D-I	52.65 B-J	29.205 E-R
11	37.84 C-I	56.59 B-J	28.697 E-S
12	33.24 E-I	43.81 G-J	24.1 Q-T
13	35.71 D-I	46.77 F-J	28.867 E-R
14	38.32 C-I	55.33 B-J	30.829 C-P
15	49.3 B-I	77.73 A-J	31.612 A-N
16	51.4 A-I	77.92 A-J	36.64 A-C

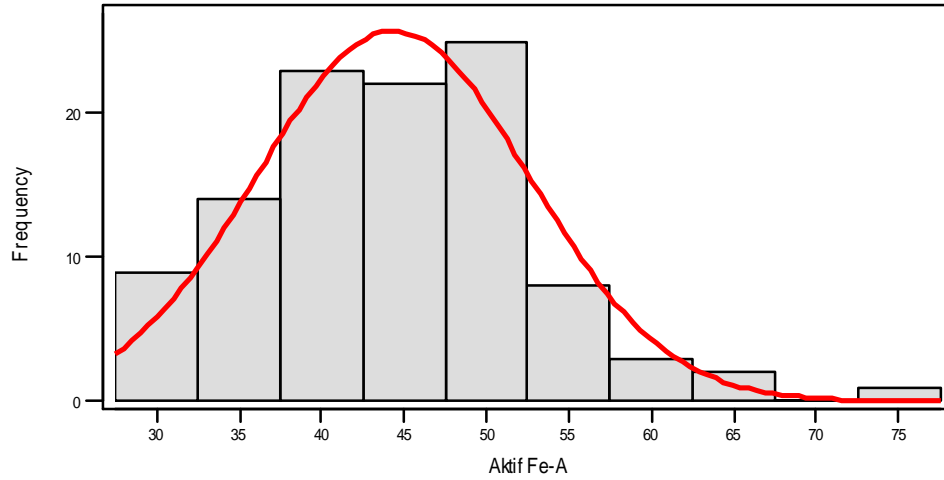
GENOTİP A Hatları	Aktif Fe-A	Toplam Fe-A	SPAD-A
17	75.01 A	100.35 A	31.05 C-P
18	39.33 B-I	48.83 F-J	32.902 A-J
19	57.81 A-F	81.76 A-I	30.99 C-P
20	49.69 B-I	65.17 A-J	31.237 B-O
21	44.85 B-I	65.71 A-J	28.877 E-R
22	52.42 A-I	77.85 A-J	36.307 A-D
23	37.51 C-I	55.89 B-J	29.49 E-R
24	54.46 A-H	69.39 A-J	29.517 E-R
25	32.21 F-I	41.73 H-J	29.783 E-R
26	47.01 B-I	64.6 A-J	26.13 L-T
27	42.03 B-I	56.27 B-J	30.92 C-P
28	41.07 B-I	40.98 J-I	32.083 A-M
29	54.38 A-H	72.1 A-J	33.195 A-I
30	39.34 B-I	52.89 B-J	28.558 E-S
31	49.4 B-I	60.86 A-J	29.838 E-Q
32	39.12 B-I	54.16 B-J	26.13 L-T
33	47.36 B-I	82.29 A-H	32.31 A-L
34	31.15 G-I	48.2 F-J	29.572 E-R
35	42.37 B-I	53.77 B-J	29.96 E-Q
36	49.54 B-I	71.47 A-J	28.932 E-R
37	48.78 B-I	61.73 A-J	32.747 A-K
38	36.35 D-I	53.8 B-J	28.873 E-R
39	43.12 B-I	52.31 C-J	26.112 L-T
40	47.99 B-I	69.45 A-J	31.555 A-N
41	46.03 B-I	71.1 A-J	28.415 E-S
42	48.92 B-I	63.69 A-J	28.083 E-S
43	53.51 A-I	91.61 A-D	30.485 C-Q
44	49.02 B-I	67.71 A-J	27.773 E-S
45	48.66 B-I	70.47 A-J	28.623 E-S
46	35.2 D-I	51.04 D-J	27.818 E-S
47	40.17 B-I	53.55 B-J	29.64 E-R
48	47.02 B-I	77.52 A-J	29.767 E-R
51	42.24 B-I	60.54 A-J	32.173 A-M
52	44.72 B-I	68.29 A-J	27.642 E-S
53	44.03 B-I	70.21 A-J	28.883 E-R
54	36.91 D-I	55.36 B-J	28.757 E-S
55	38.91 B-I	49.95 F-J	31.3 B-O
56	40.07 B-I	56.41 B-J	25.787 M-T
59	46 B-I	59.08 B-J	30.812 C-P

GENOTİP A Hatları	Aktif Fe-A	Toplam Fe-A	SPAD-A
60	49.09 B-I	80.52 A-I	30.48 C-Q
61	47.92 B-I	69.87 A-J	26.778 I-T
62	64.74 AB	83.89 A-G	33.777 A-F
63	63.17 A-C	76.02 A-J	32.229 A-M
64	59.37 A-E	91.32 A-E	28.423 E-S
65	31.11 H-I	55.67 B-J	23.428 R-T
66	48.36 B-I	93.13 AB	30.27 D-Q
67	49.06 B-I	78.85 A-I	29.133 E-R
68	47.44 B-I	66.36 A-J	29.332 E-R
69	46.1 B-I	56.69 B-J	25.171 N-T
70	40.94 B-I	57.87 B-J	25.96 L-T
71	50.66 A-I	82.27 A-H	26.169 L-T
72	41.72 B-I	51.81 C-J	25.913 L-T
73	35.74 D-I	47.55 F-J	27.138 G-T
74	52.99 A-I	64.81 A-J	28.298 E-S
75	43.59 B-I	64.43 A-J	22.527 S-T
76	35.79 D-I	48.1 F-J	26.363 K-T
77	33.23 F-I	50.87 E-J	26.422 K-T
78	35.57 D-I	45.61 G-J	31.763 A-M
80	36.67 D-I	58.33 B-J	28.025 E-S
81	41.19 B-I	51.86 C-J	31.429 B-O
82	47.3 B-I	51.27 D-J	27.871 E-S
83	40.49 B-I	54.08 B-J	26.494 J-T
84	36.92 D-I	48.63 F-J	24.792 P-T
85	34.19 D-I	50.58 F-J	32.365 A-L
86	51.21 A-I	63.74 A-J	28.956 E-R
87	43.08 B-I	58.29 B-J	21.051 T
88	54.07 A-H	69.08 A-J	26.89 H-T
89	29.07 H-I	43.11 G-J	25.035 O-T
90	60.08 A-D	79.44 A-I	31.813 A-M
91	43.33 B-I	60.56 A-J	28.543 E-S
92	28.29 H-I	37.58 J	37.556 A
93	40.08 B-I	62 A-J	31.15 B-P
94	43.18 B-I	60.2 A-J	29.867 E-Q
95	27.66 I	43.69 G-J	27.472 F-S
96	31.78 F-I	43.01 G-J	26.73 J-T
97	53.3 A-I	67.63 A-J	30.346 D-Q
98	45.55 B-I	59.68 B-J	30.008 E-Q
99	35.62 D-I	55.46 B-J	26.86 H-T

GENOTİP A Hatları	Aktif Fe-A	Toplam Fe-A	SPAD-A
100	43.89 B-I	62.31 A-J	29.633 E-R
101	50.45 A-I	72.77 A-J	29.69 E-R
102	51.09 A-I	66.98 A-J	29.922 E-Q
103	39.08 B-I	50.6 F-J	25.9 L-T
104	38.81 B-I	63.06 A-J	26.397 K-T
105	50.59 A-I	71.11 A-J	29.125 E-R
106	43.61 B-I	71.94 A-J	26.067 L-T
107	40.95 B-I	51.19 D-J	28.05 E-S
108	44.16 B-I	64.14 A-J	28.575 E-S
109	39.31 B-I	69.44 A-J	28.667 E-S
110	30.76 G-I	50.95 D-J	28.315 E-S
111	49.11 B-I	72.41 A-J	37.242 AB
112	48.22 B-I	71.35 A-J	33.279 A-G
113	40.47 B-I	73.42 A-J	28.29 E-S
Ortalama	44.32	63.27	29.28
Roza	63.15 A-C	80.88 A-I	33.413 A-G
227/1	41.47 B-I	49.33 F-J	25.788 M-T

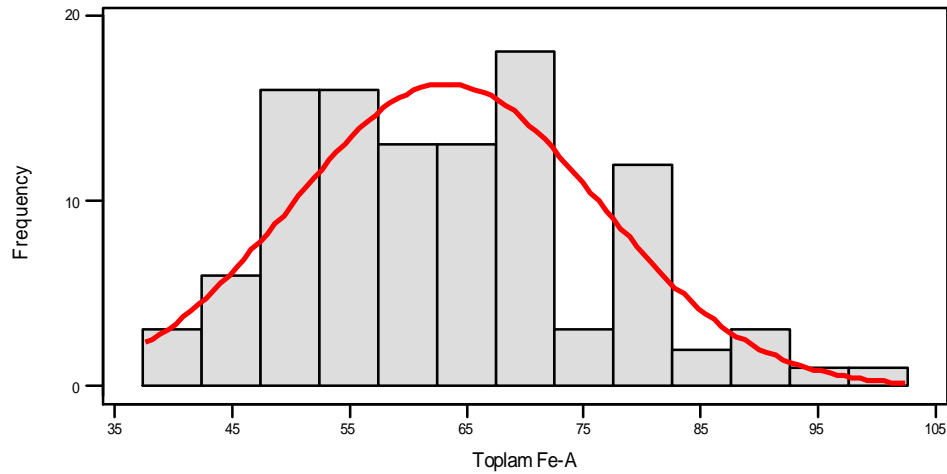
Resiprokal A hatları arasında SPAD değerleri ile toplam ve aktif Fe analizi ölçüm sonuçları, normal dağılımlarını gösteren histogramları ile birlikte aşağıda sunulmuş ve oluşturulan grafiklerde görüleceği üzere özellikle toplam ve aktif Fe arasında yüksek oranda pozitif ilişkiler belirlenmiştir (Şekil 4.2., 4.3. ve 4.4.).

Histogram of Aktif Fe-A, with Normal Curve

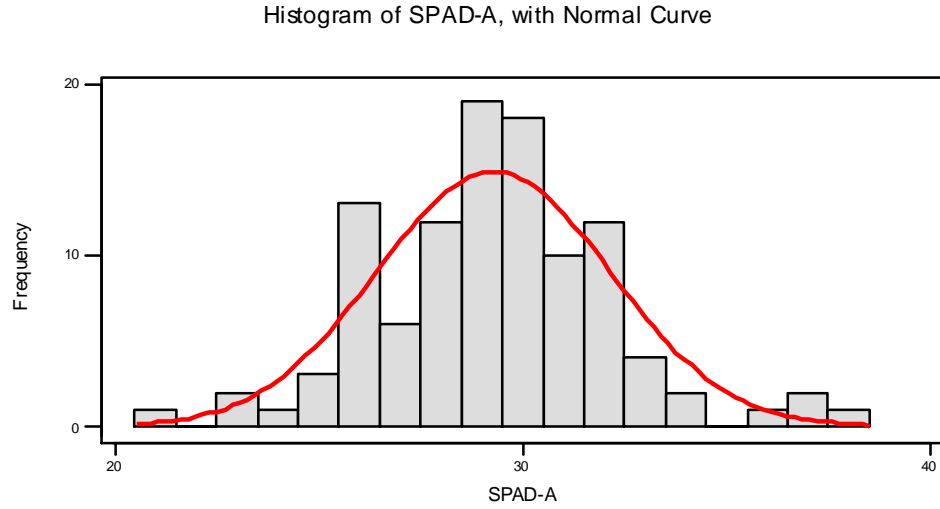


Şekil 4.2. Denemelerin Ortalaması Olarak 107 Adet Roza x 227/1 Rekombinant Saf Hattın (A Hatları) Aktif Demir Değerlerinin Dağılımı.

Histogram of Toplam Fe-A, with Normal Curve

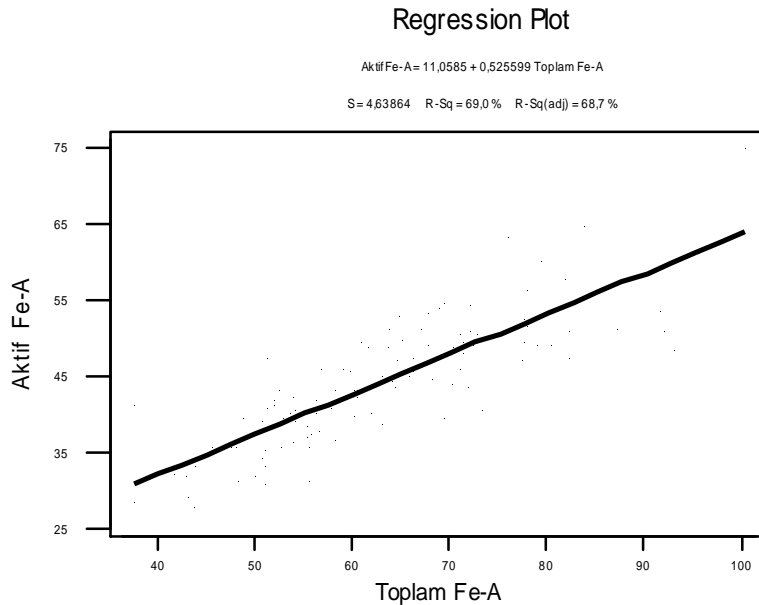


Şekil 4.3. Denemelerin Ortalaması Olarak 107 Adet Roza x 227/1 Rekombinant Saf Hattın (A Hatları) Toplam Demir Değerlerinin Dağılımı.

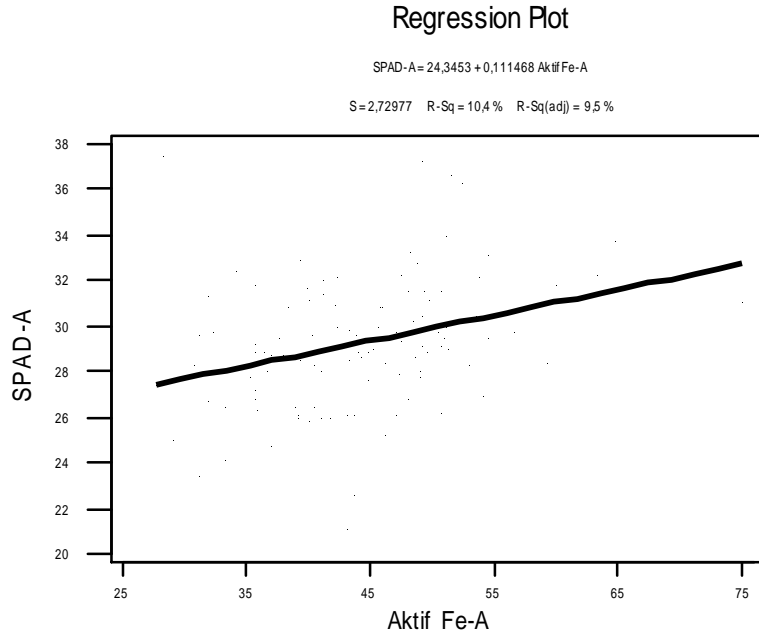


Şekil 4.4. Denemelerin Ortalaması Olarak 107 Adet Roza x 227/1 Rekombinant Saf Hattın (A Hatları) Kloroz Seviyelerini Gösteren SPAD Değerlerinin Dağılımı.

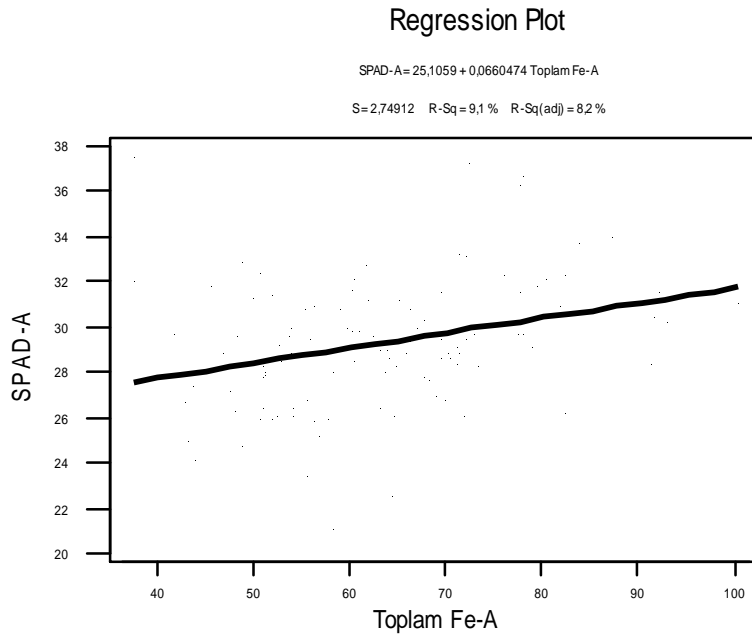
A hatları arasında incelenen üç özellik arasında yakın ilişkiler belirlenmiştir. Aktif demir- toplam demir, aktif demir-SPAD ve toplam demir-SPAD arasında 0.83, 0.32 ve 0.30 oranında pozitif korelasyonlar belirlenmiştir. Bu özellikler istatistiksel olarak önemlidir $\{P = 0.05\}$ (Şekil 4.5. 4.6 ve 4.7).



Şekil 4.5. Çalışmada 107 Adet Roza x 227/1 Rekombinant Saf Hattın (A Hatları) Genç Yapraklarında Belirlenen Toplam Fe ve Aktif Fe Konsantrasyonları Arasındaki ilişki, $r = 0.83$ ($n = 107$) $\{P = 0.05\}$.



Şekil 4.6. Çalışmada 107 Adet Roza x 227/1 Rekombinant Saf Hattın (A Hatları) Genç Yapraklarında Belirlenen Aktif Fe Konsantrasyonu ile SPAD Değerleri Arasındaki ilişki, $r = 0.30$ ($n = 107$) $\{P = 0.05\}$.



Şekil 4.7. Çalışmada 107 Adet Roza x 227/1 Rekombinant Saf Hattın (A Hatları) Genç Yapraklarında Belirlenen Toplam Fe Konsantrasyonu ile SPAD Değerleri Arasındaki ilişki, $r = 0.32$ ($n = 107$) $\{P = 0.05\}$.

Değerlendirilen B hatlarında incelenen bütün özelliklerde (Aktif demir, toplam demir ve SPAD) değerlendirme zamanının etkisi önemli ($P \leq 0.001$) bulunmuştur. Aktif demir ve toplam Fe bazında ise RSH'ler arasındaki fark ($P \leq 0.05$) düzeyinde önemli bulunurken, SPAD bazında RSH'ler arasındaki fark ($P \leq 0.001$) düzeyinde bulunmuştur.

Çalışmadaki 117 adet B hattının (227/1 x Roza) aktif demir, toplam demir ve SPAD değerlerinin ortalaması sırasıyla $43.92 \mu\text{g g KA}^{-1}$, $57.83 \mu\text{g g KA}^{-1}$ ve 28.75 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.8 ve 4.10, Şekil 4.8-4.13). B hatları içerisinde en düşük aktif demir değerine ($25.38 \mu\text{g g KA}^{-1}$) B23 hattı; en yüksek aktif demir değerine ($79.21 \mu\text{g g KA}^{-1}$) B110 hattı sahip olmuştur. En düşük toplam demir değerine ($29.38 \mu\text{g g KA}^{-1}$) B80 hattı; en yüksek toplam demir değerine ($104.42 \mu\text{g g KA}^{-1}$) B110 hattı sahip olmuştur. En düşük SPAD değerine (22.19) B23 hattı; en yüksek SPAD değerine (37.29) B65 hattı sahip olmuştur (Çizelge 4.9). Daha önce de belirtildiği gibi, denemelerde kontrol olarak kullanılan dayanıklı Roza ebeveynin aktif demir, toplam demir ve SPAD değerlerinin ortalaması sırasıyla $63.15 \mu\text{g g KA}^{-1}$ ve $80.88 \mu\text{g g KA}^{-1}$ ve 33.41 olarak bulunurken, duyarlı 227/1 ebeveynin aktif demir, toplam demir ve SPAD değerlerinin ortalaması sırasıyla $41.47 \mu\text{g g KA}^{-1}$, $49.33 \mu\text{g g KA}^{-1}$ ve 25.79 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Denemelerde Kontrol Olarak Kullanılan Dayanıklı Roza ve 227/1 Ebeveynlerinin Aktif Demir, Toplam Demir ve SPAD Değerlerinin Ortalaması

Ebeveyn	Aktif Fe (ppm) $\mu\text{g gKA}^{-1}$	Toplam Fe (ppm) $\mu\text{g gKA}^{-1}$	SPAD
Roza (Dayanıklı)	63.15 A-D	80.88 A-E	33.41 A-F
227/1 (Duyarlı)	41.47 C-J	49.33 C-G	25.79 J-V

Çizelge 4.8. B Hatlarının Aktif Demir, Toplam Demir ve SPAD Değerlerinin Ortalaması

Hatlar	Aktif Fe (ppm) $\mu\text{g gKA}^{-1}$	Toplam Fe (ppm) $\mu\text{g gKA}^{-1}$	SPAD
B	43.92	57.83	28.75

Çizelge 4.9. B Hatlarının “En”leri

Genotipler (Hatlar)	Uygulamalar (En Düşük ve En Yüksek)	Değerler (ppm) $\mu\text{g gKA}^{-1}$
B-23	Aktif Fe En Düşük Değer	25.38
B-110	Aktif Fe En Yüksek Değer	79.21
B-80	Toplam Fe En Düşük Değer	29.38
B-110	Toplam FE En Yüksek Değer	104.42
B-23	SPAD En Düşük Değer	22.19
B-65	SPAD En Yüksek Değer	37.29

Çizelge 4.10. B hatlarına ait iklim odasında arka arkaya 5 deneme kurularak elde edilen verilerin ortalama değerleri. Çizelgedeki her ortalama bağımsız olarak 10 bitkiden elde edilmiştir. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir {Aktif Fe ve toplam Fe için $P=0.05$, SPAD için ise $P=0.001$ }.

	Aktif Fe-B Hatları için F DEĞERİ ve ÖNEM DERECESİ	Toplam Fe-B F DEĞERİ- ÖNEM DERECESİ	SPAD-B F DEĞERİ-ÖNEM DERECESİ
GENOTİP	1.29*	1.40öd	2.69***
ZAMAN	83.80***	100.55***	232.16***

ZAMAN	Aktif Fe-A	Toplam Fe-A	SPAD-A
1	32.123 D***	38.217 B***	31.98 AB***
2	63.024 A	73.839 A	31.387 B
3	43.823 B	43.004 B	28.066 C
4	37.704 C	78.903 A	32.604 A
5			19.268 D

Not: 4. Denemenin Fe analiz sonuçları kullanılmamıştır.

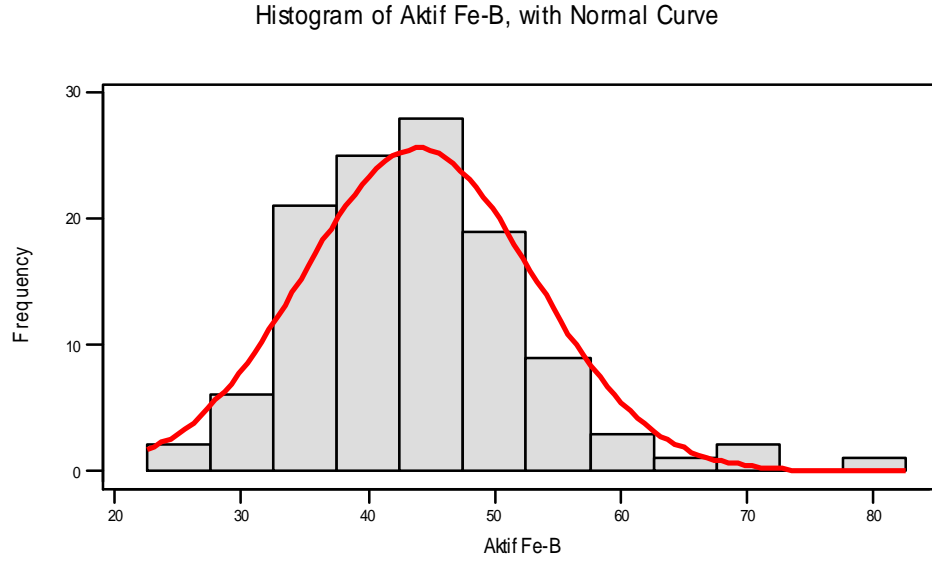
GENOTİP B Hatları	Aktif Fe-B	Toplam Fe-B	SPAD-B
1	49.90 B-J*	81.35 A-E	31.158 B-N***
2	56.98 A-H	70 A-G	28.573 C-U
3	36.47 D-J	52.18 C-G	30.117 B-T
4	36.78 D-J	45.87 C-G	24.787 M-V
5	35.83 D-J	59.83 B-G	25.892 J-V
6	43.92 B-J	50.94 C-G	27.267 E-V
7	49.65 B-J	62.01 B-G	30.397 B-T
8	33.22 E-J	43.21 C-G	28.835 C-U
9	34.67 D-J	42.1 D-G	27.377 E-V
10	28.08 H-J	37.46 F-G	24.503 O-V
11	30.71 G-J	37.87 F-G	27.72 D-V
12	37.53 D-J	46.86 C-G	27.658 E-V
13	45.86 B-J	54.61 C-G	29.693 B-T
14	39.6 C-J	52.08 C-G	26.628 H-V
15	54.74 A-J	66.19 A-G	31.547 A-L
16	48.35 B-J	69.12 A-G	31.095 B-N

GENOTİP B Hatları	Aktif Fe-B	Toplam Fe-B	SPAD-B
17	46.61 B-J	67.61 A-G	26.413 H-V
18	55.66 A-I	77.41 A-F	30.547 B-T
19	39.18 C-J	54.09 C-G	29.998 B-T
20	44.2 B-J	63.43 B-G	30.088 B-T
21	52.85 A-J	70.87 A-G	28.36 D-V
22	33.72 D-J	51.12 C-G	24.127 T-V
23	25.38 J	46.59 C-G	22.187 V
25	38.54 D-J	52 C-G	24.487 P-V
26	37.88 D-J	54.61 C-G	28.203 D-V
27	46.52 B-J	62.11 B-G	33.188 A-G
28	34.51 D-J	48.71 C-G	24.342 Q-V
29	37.91 D-J	54.08 C-G	27.657 E-V
30	34.99 D-J	49.23 C-G	25.285 K-V
31	44.5 B-J	63.14 B-G	31.92 A-J
32	38.67 C-J	57.73 B-G	29.192 B-T
33	45.99 B-J	34.75 C-G	30.165 B-T
34	35.55 D-J	41.7 D-G	27.1 F-V
35	41.67 C-J	62.65 B-G	24.512 O-V
36	33.51 E-J	45.38 C-G	26.092 J-V
37	45.17 B-J	60.68 B-G	25.955 J-V
38	44.76 B-J	58.49 B-G	29.943 B-T
39	30.89 G-J	47.6 C-G	25.992 J-V
41	49.12 B-J	60.72 B-G	32.738 A-H
42	36.53 D-J	53.43 C-G	30.977 B-O
43	42.88 B-J	55.34 C-G	25.946 J-V
44	36.14 D-J	48.18 C-G	31.146 B-N
45	35.73 D-J	46.79 C-G	24.218 S-V
46	50.89 B-J	70.99 A-G	25.06 L-V
47	59.38 A-G	69.68 A-G	29.04 B-T
48	38.57 D-J	52.45 C-G	26.598 H-V
49	41.93 C-J	56.65 B-G	30.938 B-O
50	43.75 B-J	53.99 C-G	29.66 B-T
52	49.64 B-J	53.89 C-G	24.352 Q-V
53	44.08 B-J	59.87 B-G	29.582 B-T
54	42.01 C-J	65.22 A-G	34.902 A-C
55	42.19 C-J	68.51 A-G	29.393 B-T
56	42.09 C-J	62.27 B-G	29.018 B-T
57	42.92 B-J	59.27 B-G	30.85 B-P
58	43.83 B-J	55.87 C-G	33.582 A-E

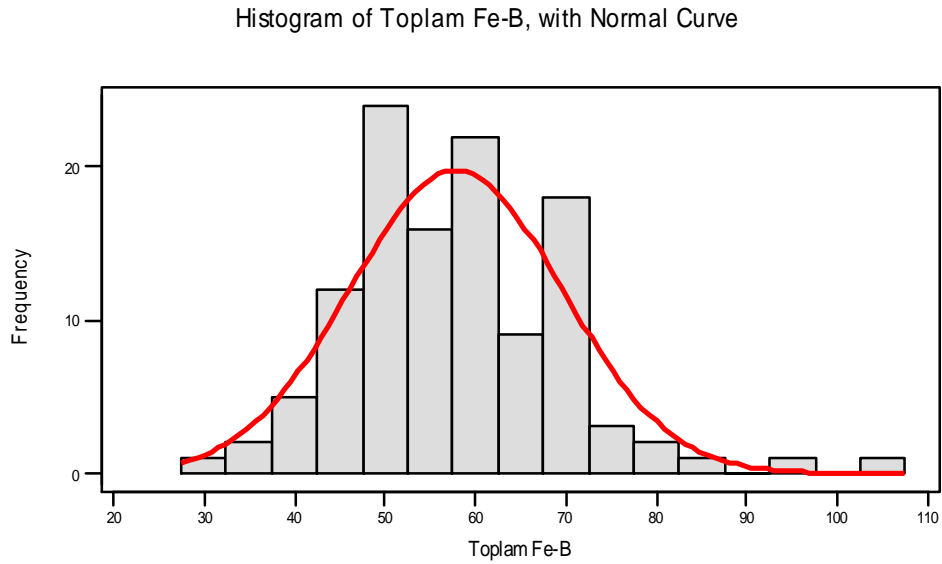
GENOTİP B Hatları	Aktif Fe-B	Toplam Fe-B	SPAD-B
59	43.61 B-J	51.84 C-G	29.012 B-T
60	47.06 B-J	62 B-G	27.238 E-V
61	35.71 D-J	52.12 C-G	28.758 B-T
62	38.01 D-J	52.05 C-G	26.057 J-V
63	42.17 C-J	60.16 B-G	27.962 D-V
65	62.69 A-E	84.47 A-C	37.288 A
66	50.08 B-J	68.95 A-G	32.607 A-I
67	48.87 B-J	66.79 A-G	32.222 A-J
68	31.52 G-J	48.74 C-G	24.27 R-V
69	45.86 B-J	70.69 A-G	29.258 B-T
70	39.26 C-J	46.86 C-G	27.525 E-V
71	51.68 B-J	75.28 A-F	28.237 D-V
72	45.58 B-J	58.58 B-G	28.288 D-V
73	44.69 B-J	65.56 A-G	30.3 B-T
74	51.34 B-J	97.23 AB	26.863 G-V
75	40.74 C-J	54.93 C-G	28.373 D-V
76	35.06 D-J	42.2 D-G	27.587 E-V
77	50.64 B-J	68.88 A-G	26.052 J-V
78	34.56 D-J	46.18 C-G	25.745 J-V
79	40.88 C-J	53.89 C-G	27.348 E-V
80	27.77 H-J	29.38 G	30.715 B-R
81	46.52 B-J	59.44 B-G	30.945 B-P
82	49.86 B-J	73.93 A-F	30.647 B-S
83	47.03 B-J	62.1 B-G	28.855 B-T
84	67.84 A-C	70.17 A-G	34.092 A-D
85	28.87 H-J	39.18 E-G	30.107 B-T
86	47.24 B-J	59.64 B-G	31.367 A-L
87	26.86 I-J	49.26 C-G	32.595 A-I
88	33.95 D-J	45.56 C-G	29.822 B-T
90	41.5 C-J	52.48 C-G	33.393 A-F
91	62.1 A-F	81.84 A-D	32.748 A-H
92	37.33 D-J	44.03 C-G	29.917 B-T
93	40.82 C-J	47.95 C-G	31.225 A-M
94	45.14 B-J	49.16 C-G	25.135 K-V
95	33.12 F-J	53.99 C-G	27.448 E-V
96	52.64 A-J	71.35 A-G	31.588 A-K
97	53.76 A-J	59.84 B-G	29.008 B-T
98	39.98 C-J	47.1 C-G	24.707 N-V
99	32.71 F-J	49.8 C-G	24.563 O-V

GENOTİP B Hatları	Aktif Fe-B	Toplam Fe-B	SPAD-B
100	48.08 B-J	48.47 C-G	30.277 B-T
101	44.87 B-J	49.87 C-G	25.943 J-V
102	49.07 B-J	57.73 B-G	31.387 A-L
103	42.63 B-J	50.61 C-G	27.14 E-V
104	44.69 B-J	61.06 B-G	26.978 F-V
105	41.21 C-J	57.86 B-G	28.588 C-U
107	46.85 B-J	60.82 B-G	30.367 B-T
108	52.47 A-J	63.34 B-G	30.428 B-T
109	35.18 D-J	50.1 C-G	29.61 B-T
110	79.21 A	104.42 A	30.722 B-R
111	49.11 B-J	55.77 C-G	30.818 B-Q
112	49.92 B-J	71.02 A-G	29.338 B-T
113	39.2 C-J	49.45 C-G	26.192 I-V
114	51.75 B-J	68.49 A-G	32.22 A-J
115	53.88 A-J	62.55 B-G	31.188 B-N
117	44.84 B-J	69.15 A-G	26.957 F-V
118	61.47 A-F	60.43 B-G	35.152 AB
119	71.42 AB	69.43 A-G	28.408 D-V
120	56.64 A-H	69.06 A-G	28.617 C-U
121	40.81 C-J	56.73 B-G	30.047 B-T
122	57.23 A-H	68.81 A-G	31.478 A-L
123	48.4 B-J	52.63 C-G	26.523 H-V
125	41.72 C-J	45.43 C-G	22.395 U-V
Ortalama	43.92	57.83	28.75
Roza	63.15 A-D	80.88 A-E	33.413 A-F
227/1	41.47 C-J	49.33 C-G	25.788 J-V

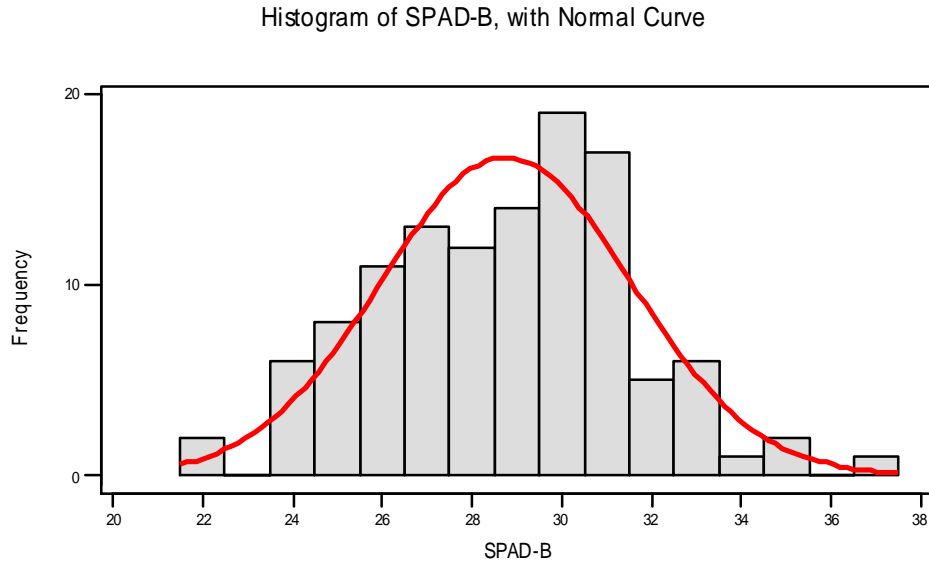
Resiprokal B hatları arasında SPAD değerleri ile toplam ve aktif Fe analizi ölçüm sonuçları, normal dağılımlarını gösteren histogramları ile birlikte aşağıda sunulmuştur (Şekil 4.8, 4.9 ve 4.10).



Şekil 4.8. Denemelerin Ortalaması Olarak 117 adet 227/1 x Roza Rekombinant Saf Hattın Aktif Demir Değerlerinin Dağılımı

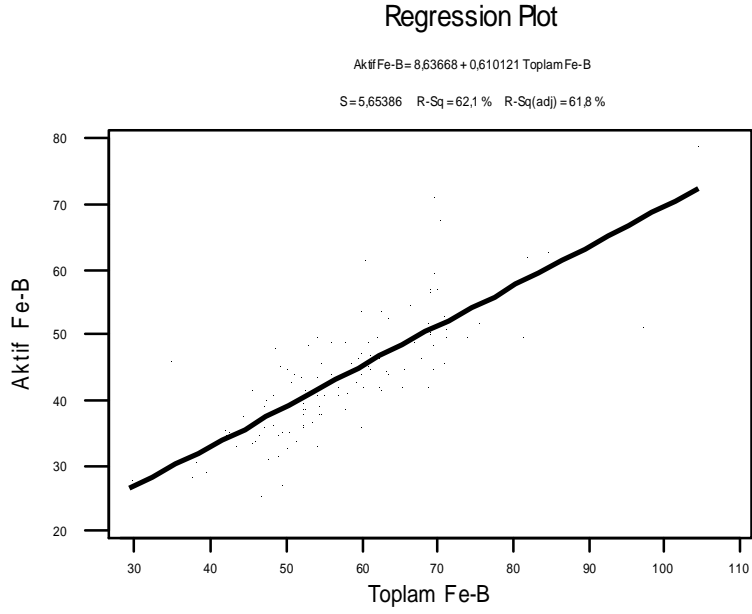


Şekil 4.9. Denemelerin Ortalaması Olarak 117 adet 227/1 x Roza Rekombinant Saf Hattın Toplam Demir Değerlerinin Dağılımı

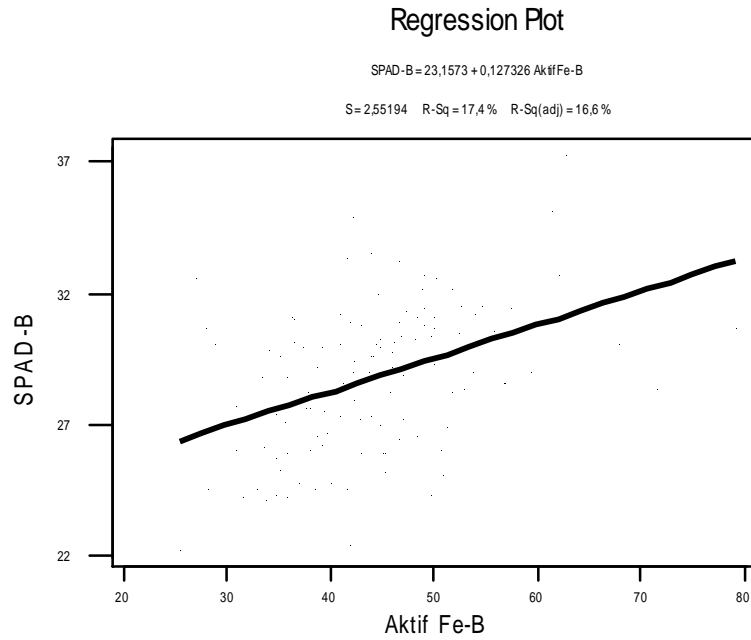


Şekil 4.10. Denemelerin Ortalaması Olarak 117 Adet 227/1 x Roza Rekombinant Saf Hattın SPAD Değerlerinin Dağılımı

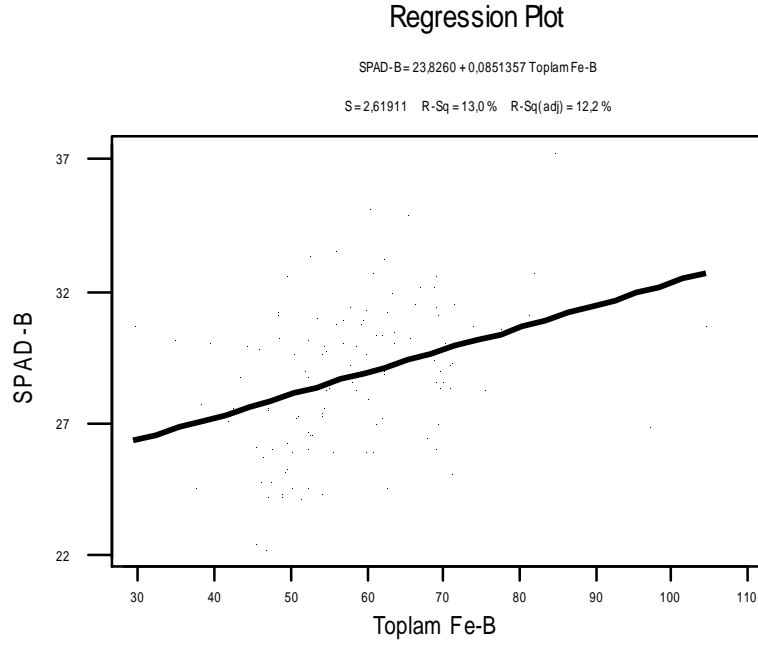
B hatları arasında incelenen üç özellik arasında yakın ilişkiler belirlenmiştir. Aktif demir- toplam demir, aktif demir-SPAD ve toplam demir-SPAD arasında sırasıyla 0.79, 0.42 ve 0.36 oranında yüksek pozitif korelasyonlar belirlenmiştir. Bu ilişkiler istatistiksel olarak önemlidir $\{P= 0.05\}$ (Şekil 4.11, 4.12 ve 4.13).



Şekil 4.11. Çalışmada Kullanılan 117 Adet 227/1 x Roza Rekombinant Saf Hattın Toplam Fe ve Aktif Fe Konsantrasyonları Arasındaki ilişki, $r = 0.79$ ($n = 117$) $\{P = 0.05\}$.



Şekil 4.12. Çalışmada Kullanılan 117 adet 227/1 x Roza Rekombinant Saf Hattın Aktif Fe ve SPAD Değerleri Arasındaki ilişki, $r = 0.42$ ($n = 117$) $\{P = 0.05\}$.



Şekil 4.13. Çalışmada Kullanılan 117 Adet 227/1 x Roza Rekombinant Saf Hattın Toplam Fe ve SPAD Değerleri Arasındaki ilişki, $r = 0.36$ ($n = 117$) $\{P = 0.05\}$.

5.TARTIŞMA VE SONUÇ

Bitkilerde Fe alımı ve taşınımı organizmanın yaşamını devam ettirebilmesi için metabolik işlevlerde kullanılmak zorunda olunan vazgeçilmez bir unsurdur. Demir eksikliği hem dünyada, hem de ülkemizde önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Rekombinant saf hatların avantajlarından yararlanan bu çalışmada, hatların demir noksanlığı klorozuna tepkilerinin belirlenerek, toleranslığı sağlayan kantitatif lokusların (QTL) haritalanmasına katkıda bulunacak veriler elde edilmiştir.

5.1 Rekombinant Saf Hatlar (RSH=RIL (Recombinant Inbred Lines)) ve Avantajları

Rekombinant saf hatlar F2 bitkilerinin en az 5-6 kez kendilenmesiyle elde edilmiş saflık derecesi çok yüksek genetik populasyonlardır. Rekombinant saf hatlar genetik haritalamada kullanılan diğer populasyonlara (F2, yakın izogenik hatlar, katlanmış haploidler veya geriye melez populasyonları) göre iki önemli avantaja sahiptir (Burr ve Burr 1991). Birincisi, rekombinant saf hatlar bir kez saf hale getirildiklerinde daha fazla açılma olmaksızın istenildiği miktarlarda çoğaltılabilirler. Böylelikle özellikle çevre koşullarından etkilenme olasılığı yüksek olan kantitatif özelliklerin birden fazla lokasyon veya zamanda tekerrürlü olarak detaylı olarak denenme fırsatı elde edilmiş olur. İkincisi, en az beş-altı kez rekombinasyona fırsat verildiğinden dolayı genetik harita uzaklıkları daha doğru bir şekilde hesaplanabilir. Çeşitli araştırmacılar rekombinant saf hatların domateste genom haritalanmasında başarı ile kullanılabileceğini göstermişlerdir (Goldman ve ark. 1995; Paran ve ark, 1995).

Bu tezde de elde edilen RSH'lerin tohumları değişik zamanda kullanılarak, hatların aktif demir, toplam demir ve SPAD değerleri rahatlıkla belirlenebilmiştir.

5.2 SPAD, Aktif Demir ve Toplam Demir Sonuçları

Daşgan ve ark., (2004) Roza ve 227/1 ebeveyn hatlarının resiprokal F1, F2, ve BC (Geriye melez) populasyonlarını inceledikleri ve bu tezde kullanılan materyallerin orijini içeren çalışmalarında, demir klorozuna toleransın tek genle idare edilmediğini, aksine poligenik kalıtımın ve maternal etkilerin muhtemel olduğunu öngörmektedirler.

Değişik ülkelerde yapılan çalışmalarda demir alımında çok sayıdaki genleri destekler şekilde, şu ana kadar domateste demir dengesinden sorumlu 7 gen (*FER*, *CHLN*, *LeFRO1*, *LeIRT1*, *LeIRT2*, *LeNRAMP1* ve *LeNRAMP3*) izole edilmiştir (Zhao ve Ling, 2007). Örnek olarak demir alımının engellendiği ortamlarda, bHLH proteini olan *FER*, merkezi düzenleyici olarak, bütün demir noksanlığı tepkilerini ve Fe alımını kontrol etmektedir (Ling ve ark. 2002).

Dasgan ve ark. (2004)'ın çalışmalarında ağırlıklı olarak SPAD değeri incelenmiştir. Bu tezde SPAD değerlerine ilaveten, toplam ve aktif demir değerlerine de bakılmıştır. Literatürde de değişik bitki türlerinde SPAD değerlerinin demir klorozunu belirlemede etkinliği ve demir içeriğiyle pozitif korelasyonları bildirilmektedir (Peryea ve Kammereck, 1997; Gao ve Shi, 2007; Erdal ve ark., 2008).

Bu tezde elde edilen histogramlardan da görüleceği üzere A ve B RSH'leri aktif demir, toplam demir ve SPAD değerleri bakımından oldukça normal dağılımlar göstermişlerdir. Dayanıklılıkta tek bir gen olması durumunda oldukça homozigot RSH'lerin kesin duyarlı veya dayanıklı sınıflara ayrılması gerekmektedir. Elde edilen normal dağılım sonuçları, poligenik kalıtım hipotezini doğrular niteliktedir. Ebeveyn hatlarının SPAD ortalamalarının, 227/1 için ortalama 25.79 ve Roza için ortalama 33.41 olduğu göz önüne alınırsa, elde edilen sonuçların (A hatlarında ortalama 29.28 SPAD değeri ve B hatlarında 28.75 SPAD değeri etrafındaki normal dağılım) beklenen (ebeveynlerin ortalama SPAD değeri=29.6) normal dağılıma uygun bir şekilde olduğu görülmektedir.

Literatürde mutant bir domates (*fer*) ile yapılan çalışmada, demir eksikliğine dayanıklılığın tek gen tarafından kontrol edildiği ve dominant olduğu bildirilmiştir (Brown ve Wann, 1982). Bununla birlikte bizim çalışmamızda RSH'lerden elde

edilen sonuçlar, ilk verileri destekler şekilde (Daşgan ve ark., 2004), Roza ve 227/1 ebeveynleri arasındaki Fe-klorozuna toleranslık ilişkisinin çok genle idare edildiğini göstermektedir. Cianzio ve Fehr (1982)'in soya fasulyelerinde belirttiği gibi domateste de demir klorozuna dayanıklılığın kalıtımının genotipten genotipe değişebileceği görülmüştür; farklı ebeveynler kullandıklarında farklı sonuçlar alınabilmekte ve ayrıca test koşullarının da sonuçları etkileyebilmektedir.

Denenen resiprokal saf hatlar arasında ebeveynlerden daha duyarlı ve daha tolerant hatların bulunması, özelliğın çok genle idare edildiği dikkate alındığında beklenen bir sonuçtur. F6 düzeyinde ileri düzey homozigotluğa sahip bu resiprokal hatların sonuçları, bu hatların başlangıç materyallerinin SPAD değerleriyle de genelde uyuşum içinde bulunmuştur (Daşgan, 2004). A ve B RSH'leri arasında incelenen üç özellik arasında yakın ilişkiler belirlenmiştir. Aktif demir- toplam demir, aktif demir-SPAD ve toplam demir-SPAD arasında ortalama 0.81, 0.37 ve 0.33 pozitif korelasyonlar belirlenmiştir. SPAD değerleri ile demir değerleri arasında, çok yüksek oranda olmasa da, pozitif yakın ilişkiler çıkmıştır.

Özellikle toplam demir konsantrasyonları bazen kloroz durumunu yansıtmada yanıltıcı olabilmektedir. Bitki kloroz gösterirken ve bitkide demir açlığı varken, toplam demir analiz sonucu yüksek çıkabilmektedir (chloroz paradox). Bu da şunu gösterebiliyor ki bitki, dokusundaki demiri yeterince kullanamamakta; demir metabolik olarak yeterince aktif durumda bulunmamakta ve bitkinin demir ihtiyacını gidermede yarıyışsız formda olabilmektedir (Daşgan ve ark., 2003). Bu çalışmada da SPAD-klorofil değerleri ile Fe konsantrasyonları arasındaki ilişkilerin $r=0.33$ ve $r=0.37$ düzeylerinde kalması 'kloroz paradoks' u ile açıklanabilir (Daşgan ve ark., 2003). Böyle bir çalışmada demire bağlı enzim aktivitelerini ölçmek pahalı ve zaman kaybı olacağı için, bu durumda genotiplerin Fe eksikliği stresi altındaki tolerans düzeylerinin belirlenmesinde SPAD-klorofil değerlerini kullanmanın daha gerçekçi olacağını söylemek mümkündür.

Bu sonuçlar, domateste demir eksikliğine toleransın çok genle idare edilen bir özellik olduğunu desteklemektedir. Daşgan ve ark. (2004)'ın F1, F2 ve GM populasyonlarında elde ettikleri SPAD değerleri muhtemel maternal etkiye işaret etmektedir. Bununla birlikte, Roza hattının ana olarak kullanıldığı A hatlarındaki

aktif demir, toplam demir ve SPAD değerlerinin, 227/1 hattının ana olarak kullanıldığı B hatlarındaki değerlere yakın çıkması, muhtemelen sitoplazmik kalıtımın demir klorozuna toleransta çok da belirgin olmadığını göstermektedir.

Bu çalışmayla, 1994 yılından beri yürütülen çalışmalarla oluşturulan rekombinant saf hatların demir noksanlığı klorozuna tepkileri belirlenmiştir

Çok genle idare edilen özelliklerin geriye melezleme programları ile aktarılmasının zor olduğunu bilinmekle birlikte, demir eksikliğine toleransın kalıtımı nispeten yüksek gözükmektedir (Daşgan ve ark., 2004) ve tekrarlamalı seleksiyon yöntemiyle ıslah programlarında ileride oluşturulacak QTL sonuçlarının da katkılarıyla yüksek seviyede Fe klorozuna tolerant bitkileri seçmek mümkün olabilecektir.

KAYNAKLAR

- BIENFAIT, H.F., BINO R.J., VAN DER BLIEK, DUIVENVOORDEN, J.F., ve FONTAINE, J.M., 1983. Characterization of ferric reducing activity in roots of Fe-deficient *Phaseolus vulgaris*. **Physiol Plant**. 59: 196-202.
- BROWN, J.C. ve AMBLER, J. E., 1974. Iron stress response in tomato (*Lycopersicon esculentum*) 1. Sites of Fe reduction, absorption, and transport. **Plant Physiol**. 31: 221-224
- BROWN, J. ve WANN , E.V., 1982. Breeding for Fe efficiency : Use of indicator crops, **J. Plant Nutr.**, 5: 623-635.
- BURR, B., BURR, F. 1991. Recombinant inbred lines for molecular mapping in maize. **Trends Genet**. 7:55-60.
- CHANEY, R.L., BRWON, J.C ve TIFFIN, L.O., 1972. Obligatory reduction of ferric chelates in iron uptake by soybeans. **Plant Physiol**. 50: 208-213.
- CIANZIO, S.R. ve FEHR, R., 1982. Variation in the inheritance of resistance to iron deficiency chlorosis in soybeans, **Crop Science**, 22: 433-434.
- COYNE, D.P., KORBAN, S.S., KNUDSEN, D. ve CLARK, R.B., 1982. Inheritance of iron deficiency in crosses of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.), 5(4-7): 575-585.
- DAŞGAN H.Y., 1999 Domateste Demir Eksikliğine Dayanıklılığın Morfolojik, Fizyolojik ve Genetiksel Açından İncelenmesi **Doktora Tezi** Kod No: 486
- DAŞGAN, H.Y., ABAK,K., ve ÇAKMAK, I., 1999. Domateslerde Fe Eksikliğine dayanıklılık bakımından genotipsel farklılıklar. **3. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi**, pp. 12-16.
- DAŞGAN, H.Y., RÖMHELD, V., ÇAKMAK,I., ve ABAK, K., 2002. Physiological root responses of the Fe deficiency tolerant and susceptible genotypes and their reciprocal F1 hybrids. **J. Plant Nutrition** 26(10-11): 1997-2007.
- DAŞGAN, H. Y., ÖZTÜRK, L.,ÇAKMAK I., ve ABAK, K., 2003. Activities of iron containing enzymes in leaves of two tomato genotypes differing in their response to Fe chlorosis. **Plant Soil** 241: 97-104.

- DAŞGAN H. Y., ABAK, K., ÇAKMAK, I., RÖMHELD, V., ve SENSOY, S., 2004. Inheritance of tolerance to leaf iron deficiency chlorosis in tomato. **Euphytica** **139**: 51-57
- ERDAL, I., ASKİN, M.A., KUCUKYUMUK, Z., YILDIRIM, F ve YILDIRIM, A., 2008. Rootstock has an important role on iron nutrition of apple trees. **World Journal Of Agricultural Sciences**, Turkey, ISSN 1817-3047, 173, 177.
- EYUPOĞLU, F., ve KURUCU, N., 1997. Plant available trace iron, zinc, manganese and copper in turkey soils, (ed.J.Ryan), In: **Accomplishments and Future Challenges in Dryland Soil Fertility Research in the Mediterranean Area**, ICARDA book, 191-196.
- FEHR, W.R., 1982. Control of iron deficiency chlorosis in soybeans by plant breeding, **J. Plant Nutr.**, 5: 611-621.
- FEHR, W.R., 1983. Modification of mineral nutrition soybeans by plant breeding, **Iowa State J. Res.**, 57: 355-391.
- GAO, Li ve SHĪ, Yanxi(2007)'Genetic Differences in Resistance to Iron Deficiency Chlorosis in Peanut. **Journal of Plant Nutrition**, 30:1, 37- 5
- GOLDMAN, I.L., PARAN I., ve ZAMIR, D., 1995. Quantitative trait locus analysis of a recombinant inbred line population derived from a *Lycopersicon esculentum* x *Lycopersicon cheesmanii* cross. **Theor. Appl. Genet.**, 90:925-932.
- GOWDA, C.L.L. ve RAO, B.V., 1986. Inheritance of susceptibility to iron chlorosis in chickpea. **Newsl.** 15, 7-8.
- GÜNAY, A., 1992. **Özel Sebze Yetiştiriciliği Cilt II**. A.Ü. Ziraat Fak. Ankara. 92 s.
- HOAN, T.N., RAO.P.R., ve SIDDIQ , A.E., 1992 Genetics of tolerance to iron chlorosis in rice. **Plant and Soil.** 146: 233-239.
- KRISHNASAMY, R., JEGADEESWARI, D., SURENDRAN, U., ve SUDHALAKSHMI. C., 2005, Screening of Sorghum (*Sorghum bicolor*) Genotypes for Their Iron Efficiency. **World Journal of Agricultural Sciences** 1 (1): 98-100.

- KROUMA, A., GHARSALLI, M., and ABDELLY, C., 2003. Differences in Response to Iron Deficiency Among Some Lines of Common Bean. **Journal of Plant Nutrition**. 26(10-11), 2295–2305.
- LANDSBERG, E.C., 1981. Organic acid synthesis and release of hydrogen ions in response to Fe deficiency stress of mono and dicotyledonous plant species. **J. Plant Nutr.** 3: 579- 591.
- LING H.Q., BAUER P., BERECZKY Z., KELLER B. & GANAL M. (2002) The tomato *fer* gene encoding a bHLH protein controls iron-uptake responses in roots. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **99**, 13938–13943.
- MARCHNER, H., RÖMHELD, V. ve KISSEL, M. 1986. Different strategies in higher plants in mobilization and uptake of iron. *J. Plant Nutr.* 9,695-713
- MARSCHNER, H. 1995. Function of mineral nutrients: Micronutrients. In: **Mineral Nutrition of Higher Plants**. Pp. 313-324. Academic press, London.
- MINITAB. 1994. **Minitab Release 10.2**. MINITAB, State College, PA.
- MCDANIEL, M.E. ve BROWN, J.C., 1982. Differential iron chlorosis of oat cultivars, A review. **J. Plant Nutr.**, 5: 545-552.
- MORI, S., NISHIZAWA, N. ve FUJIGAKI, J., 1990. Identification of rye chromosome (R) as a carrier of the genes for mugineic acid synthetase and 3-hydroxymugineic acid synthetase using wheat-rye addition lines. **Jpn. J. Genet.**, 65,343-352.
- OLSEN R.A., BENNETT, JH., BLUME, D., ve BROWN, J. C., 1981. Chemical aspects of the Fe stress response mechanism in tomatoes, **J. Plant Nut.**, 3(6), 905-921.
- PARAN, I., I. GOLDMAN, S.D. TANKSLEY & D. Zamir, 1995. Recombinant inbred lines for genetic mapping in tomato. **Theor Appl Genet** 90:542–548.
- PESTANA, M., DE VARENNES, A., ABADI'A J., FARIA, A.E., 2005. Differential tolerance to iron deficiency of citrus rootstocks grown in nutrient solution. **Scientia Horticulturae** 104 (2005) 25–36.

- PERYEA, F.J., ve KAMMERECK, R., 1997. Use of Minolta SPAD-502 chlorophyll meter to quantify the effectiveness of mid-summer trunk injection of iron on chlorotic pear trees. **J. Plant Nutr.**, ,1457,1463.
- ROSS, W.M., 1986. Improving plants for tolerance to iron deficiency and other mineral nutrition problems: breeding and genetic points of view, **J. Plant Nutr.**, 9(3-7), 309-333
- RÖMHELD V., ve MARSHNER, 1981. Iron deficiency stress induced morphological and physiological changes in root tips of sunflower. **Plant Physiol** 53: 354-360.
- RÖMHELD V., MARSCHNER, H, ve KRAMER, D., 1982. Responses to Fe deficiency in roots of “Fe-efficient” plant species. **J.Plant Nutr.**, 5: 489-498
- RÖMHELD, V., ve MARSCHNER, H. 1983. Mechanism of iron uptake by peanut plants. I. FeIII reduction, chelate splitting and release of phenolics. **Plant Physiol**, 71: 949-954.
- RÖMHELD, V., MÜLER, C., ve MARSCHNER, H., 1984. Localisation and capacity of proton pumps in roots of intact sunflower plants. **Plant Physiol.**, 76:603-606.
- RÖMHELD, V, ve MARSHNER, H., 1984. Plant-induced pH changes in the rhizosphere of “Fe- efficient” and “Fe-inefficient” soybean and corn cultivars, **J. Plant Nutr.**, 7,623- 630
- RÖMHELD, V, ve MARSCHNER, H., 1986 a. Evidence for a specific uptake system for iron phytochelatins in roots of grasses. **Plant Physiol.** 80, 175-180.
- RÖMHELD, V. ve MARSCHNER, H., 1986 b. Mobilization of iron in the rhizosphere of different plant species. (Eds.: P.B. Tinker and A. Lauchli), Vol 2, 155-204. **Academic Press**, London.
- RÖMHELD, V., 1987. Existence of two different strategies for the acquisition of iron in higher plants, (Eds.: G. Winkelmann, D.van der Helm, ve J.B. Neilands), **Iron Transport in Microbes, Plants and Animals**, 353-374, VCH Verlages, Weinheim, FRG.
- SAS Software (1982). **SAS Institute Inc**, Cary, NC, USA.

- SAXENA, M.V., MALHOTRA, R.S. ve SINHG, K.B., 1990. Iron deficiency in chickpea in the Mediterranean region and its control through resistant genotypes and nutrient application, **Plant and Soil**, 123: 251-254.
- SHOJIMA, S., NISHIZAWA, FUSHIYA, S., NOZOE, S., IRIFUNE, T. ve MORI, S., 1990. Biosynthesis of pytosiderophores. **Plant Physiol.**, 93, 1497-1503.
- VENKAT RAJU, K., MARSCHNER, H, ve RÖMHELD, V., 1972. Effect of iron nutritional status on ion uptake, substrate pH and production and release of organic acids and riboflavin by sunflower plants, **Z. Pflanzenernähr, Bodenk.** 132: 177-190.
- VOSE, P.B., 1982. Iron nutrition in plants: a world overview. **Journal of Plant Nut.**, 5(4-7) I 233-249.
- VURAL, H., EŞİYOK, D., DUMAN, İ., 2000. **Kültür Sebzeleri (Sebze yetiştirme)**. Ege Univ. basımevi, Bornova, İzmir. 440 s.
- WEISS, M.G., 1943. Inheritance of physiology of efficiency in iron utilization in soybeans, **Genetics**, 23: 253-268.
- ZAİTER, H.Z., COYNE, D.P. ve CLARK, R.B., 1987. Genetic variation and inheritance of resistance of leaf iron- deficiency chlorosis in dry beans, **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, 112(6): 1019-1022.
- ZHAO, T1,2., LING, H-Q1., 2007. Effects of pH and nitrogen forms on expression profiles of genes involved in iron homeostasis in tomato. *Plant, Cell and Environment*, **30**, 518–527.

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Adana'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Siverek'te tamamladı. 2001 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitkisel Üretim programına başladı. 2005 yılında Toprak alt programından mezun olduktan sonra aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2007 sonu 2008 başında Erasmus Programı çerçevesinde Hollanda'da ki Wageningen Üniversitesi'ne gitti, altı buçuk aylık kaldığı süreç içerisinde bir proje ve bir ders aldı. Halen Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim dalında yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.