

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZİ

MISIRDA VERİM VE KALİTE ÖZELLİKLERİNİN
KAYNAK DEPO İLİŞKİSİ VE FİZYOLOJİK
PARAMETRELER YARDIMIYLA İNCELENMESİ

Fatih KAHRIMAN

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 30/01/2013

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Cem Ömer EGESEL

ÇANAKKALE

DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

FATİH KAHRIMAN tarafından **Doç. Dr. CEM ÖMER EGESEL** yönetiminde hazırlanan “**MISIRDA VERİM VE KALİTE ÖZELLİKLERİNİN KAYNAK DEPO İLİŞKİSİ VE FİZYOLOJİK PARAMETRELER YARDIMIYLA İNCELENMESİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Cem Ömer EGESEL

Danışman

Prof. Dr. Hakan TURHAN

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Harun BAYTEKİN

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Levent GENÇ

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Ekrem DÜNDAR

Jüri Üyesi

Sıra No:

Tez Savunma Tarihi: 30/01/2013

Prof. Dr. İsmet KAYA

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Fatih KAHRIMAN

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Cem Ömer EGESEL tez savunma jürimde bulunan Prof. Dr. Hakan TURHAN ve Prof. Dr. Harun BAYTEKİN, Prof. Dr. Levent GENÇ, Doç Dr. Ekrem DÜNDAR'a, arazi çalışmalarında yardımcı olan Araş. Gör. Kürşad DEMİREL ve Araş. Gör. Melis SAÇAN'a, arazi ve laboratuvar analizlerinde yardımcı olan sevgili öğrencilerimize, tez çalışmasının istatistik analizlerinde kullanılan yöntemlerde katkı sağlayan Jan LISEC, Jun ZHU, Jon I. LIZASO ve Luciano SELZER'e, bu çalışmaya ÇOMÜ BAP-2011/56 no'lu proje ile maddi destek sağlayan Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne, hayatımın her evresinde bana destek olan ve tez çalışması boyunca gösterdikleri fedakârlıklardan ötürü eşim Asude KAHRIMAN ve kızım Bensu KAHRIMAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Fatih KAHRIMAN

SİMGELER VE KISALTMALAR

IHO	Illinois High Oil
IHP	Illinois High Protein
CIMMYT	Meksika Uluslararası Buğday-Mısır Araştırma Merkezi
NCRPIS	Orta Kuzey Bölgesel Bitki İntroduksiyon Merkezi (ABD)
USDA/NASS	Amerika Tarım Bakanlığı Ulusal Tarım İstatistikleri Servisi
SD	Serbestlik Derecesi
LAR	Oransal Yaprak Alanı
LWF	Oransal Yaprak Ağırlığı
ULR	Net Asimilasyon Oranı
RGR	Nispi Büyüme Oranı
SLA	Özgül Yaprak Alanı
RUE	Radyasyon Kullanım Etkinliği
PAR	Fotosentetik Aktif Işık
SRAD	Solar Radyasyon
IPAR	Tutulan Fotosentetik Aktif Işık
PLANTPOP	Metrekarede Bitki Sayısı
ROWSPC	Sıra Arası Mesafe
YPO	Yaprak Protein Oranı
YKO	Yaprak Karbonhidrat Oranı
SPO	Sap Protein Oranı
SKO	Sap Karbonhidrat Oranı
TPO	Tane Protein Oranı
TYO	Tane Yağ Oranı
TKO	Tane Karbonhidrat Oranı
BJA	Bitki Kuru Ağırlığı
KYAS	Koçan Yaşı
CHACM	Klorofil a İçeriği (Alan)
CHAGR	Klorofil a İçeriği (Ağırlık)
CHBCM	Klorofil b İçeriği (Alan)
CHBGR	Klorofil b İçeriği (Ağırlık)
CHTCM	Toplam Klorofil İçeriği (Alan)

CHTGR	Toplam Klorofil İçeriği (Ağırlık)
FOTO	Net Fotosentez Hızı
KDO1	Kuru Ağırlık Bazlı Kaynak Depo Oranı
KDO2	Enerji Bazlı Kaynak Depo Oranı
BB	Bitki Boyu
YYA	Yaprak Yaş Ağırlığı
SYA	Sap Yaş Ağırlığı
KYA	Koçan Yaş Ağırlığı
TYA	Tane Yaş Ağırlığı
YKA	Yaprak Kuru Ağırlığı
SKA	Sap Kuru Ağırlığı
KKK	Koçan Kuru Ağırlığı
TKA	Tane Kuru Ağırlığı
YNO	Yaprak Nem Oranı
SNO	Sap Nem Oranı
KNO	Koçan Nem Oranı
TNO	Tane Nem Oranı
YALAN	Yaprak Alanı
YYALAN	Yaprak Yeşil Alanı
YKALAN	Yaprak Kuru Alanı
YAI	Yaprak Alan İndeksi
YİNDEKS	Yeşillik İndeksi
YYAI	Yaprak Yeşil Alan İndeksi
GGD	Günlük Gelişim Derecesi
r	Korelasyon Katsayısı
g	Gram
mg	Miligram
µg	Mikrogram
da	Dekar
nm	Nanometre
cm ²	Santimetrekare
ml	Mililitre
°C	Santigrat Derece
°Cd	Termal Süre
MJ	Megajul

kJ	Kilojul
kcal	Kilokalori
k	Işık Geçirme Katsayısı
H	Geniş Anlamda Kalıtım Derecesi
h^2	Dar anlamda Kalıtım Derecesi

ÖZET

MISIRDA VERİM VE KALİTE ÖZELLİKLERİNİN KAYNAK DEPO İLİŞKİSİ VE FİZYOLOJİK PARAMETRELER YARDIMIYLA İNCELENMESİ

Fatih KAHRIMAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi

Danışman: Doç. Dr. Cem Ömer EGESSEL

30/01/2013, 121

Bu araştırma mısırdaki protein, yağ ve karbonhidrat oranının değişimi ile toprak üstü aksamda kuru madde verimi ve organlara dağılımını farklı konu başlıkları altında incelemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada yüksek yağlı (IHO) ve yüksek proteinli (IHP) iki adet mısır hattı, iki erkek ebeveyn ile (B73 ve Mo17) melezlenerek 8 farklı genotipten oluşan bir set oluşturulmuştur. Bu genotipler 2010-2011 ve 2011-2012 yıllarında denemeye alınmıştır. Ekimden itibaren 40., 60., 82., 100 ve 122. günlerde çeşitli ölçüm ve gözlemler yapılmıştır. Bu çalışmada 33 farklı direkt ölçülen özellik ile bu ölçümlere dayalı olarak hesaplanan 23 ayrı parametre hakkında değerlendirmeler yapılmıştır.

Araştırma bulguları hibrit ve ebeveyn genotipleri arasında incelenen özelliklerin çoğu bakımından önemli farklar olduğunu göstermiştir. Yağ oranı ve protein oranı yüksek hat-hibritler arasında da önemli farklılıklar saptanmıştır. İncelenen özellikler zamana bağlı olarak farklı şekillerde değişim göstermiştir. Genetik etki değerlendirmelerinde ele alınan özelliklerden 15'inin üstün dominans, 22'sinin üstün dominans-dominant, 2'sinin ise eklemeli gen etkilerinin kontrolünde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca eklemeli etkilerin diğer genetik etkilerle beraber 21 özelliğin değişiminde pay sahibi olduğu da görülmüştür. Heterosis analizlerinde ele alınan özelliklerden 11'inin negatif, diğer özelliklerin pozitif yönde ortalama heterosis değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Radyasyon kullanımı ve kuru madde üretimi bakımından hibritler ebeveyn hatlara üstünlük sağlamış ve yüksek proteinli hibritlerin diğer genotiplerden önemli farklarının olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar sözcükler: *Zea mays*, Radyasyon kullanım etkinliği, Mısır ıslahı

ABSTRACT

INVESTIGATION OF YIELD AND QUALITY TRAITS IN MAIZE BY SOURCE SINK RELATIONSHIP AND PHYSIOLOGICAL PARAMETERS

Fatih KAHRIMAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Doctoral Dissertation in Field Crops

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Cem Ömer EGESEL

30/01/2013, 121

This reserach was carried out to investigate the change of protein, oil and carbohydrate ratio along with dry matter yield and allocation in aboveground organs of maize. In this study, a set of eight genotypes was produced by crossing two high oil (IHO) and high protein (IHP) maize lines with two male parents (B73 and Mo17). These genotypes were grown at the field in 2011 and 2012. The various measurements and observations were made in 40th, 60th, 82th, 100th and 122th days after planting. In this study, the evaluations were made about 33 different directly measured traits and 23 computed parameters based on those measurements.

The results of study showed that significant differences were between hybrids and parents in most of the investigated traits. It was also determined that there were significant differences between high oil and protein lines-hybrids. The investigated traits showed different ways of changes depending the time of measurement. The results suggested that 15 traits were controlled by overdominance gene effects, while overdominance-dominant and additive genetic effects controlled 22 and 2 traits, respectively. It also seemed that additive effects were partly in charge of controlling 21 traits together with the other types of genetic effects. The heterosis analysis indicated that eleven of the investigated traits had negative heterosis, while the others had positive mean heterosis values. For radiation use efficiency and dry matter production, the hybrids were superior to the parental lines, and the high protein hybrids had significant differences from the other genotypes.

Key Words: *Zea mays*, Radiation use efficiency, Maize breeding

TEZ SINAVI SONUÇ BELGESİ.....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	vii
ABSTRACT.....	viii
BÖLÜM 1 – GİRİŞ	1
1.1. Bitkilerde Fotosentez ve Kuru Madde Üretimi	1
1.2. Işığın Kuru Madde Üretimi Üzerine Etkisi	2
1.3. Sıcaklığın Kuru Madde Üretimi Üzerine Etkisi	4
1.4. Kuru Madde Dağılımı ve Kayak-Depo İlişkisi	5
1.5. Mısır Islahında Heterosis ve “Yeni Çağ Hibritleri”	6
1.6. Protein ve Yağ Orana Yönelik Mısır Islah Çalışmaları	9
1.7. Çalışmanın Amacı	11
BÖLÜM 2 – ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	12
2.1. Bitki Islahı: Heterosis	12
2.2. Bitki Islahı: Genetik Etkiler	13
2.3. Bitki Fizyolojisi: Fizyolojik Özellikler ve Büyüme Parametreleri	14
2.4. Bitki Fizyolojisi: Kaynak-Depo Oranı ve Enerji Akümülayonu.....	17
BÖLÜM 3 – MATERYAL VE YÖNTEM	19
3.1. Deneme Materyali	19
3.2. Denemenin Kurulması ve Yürütülmesi.....	19
3.3. Gözlem Yöntemi ve İncelenen Özellikler	20
3.3.1. Bitkisel özellikler	21
3.3.2. Fizyolojik ve diğer özellikler	23
3.4. Hesaplanan Parametreler.....	25
3.4.1. Bitki büyüme parametreleri	25
3.4.2. Radyasyon kullanım etkinliği.....	25
3.4.3. Enerji akümülayonu ve kaynak depo ilişkisi	26
3.5. İstatistik Analizler	27
3.5.1. Varyans analizleri.....	27
3.5.2. Genetik analizler.....	27
3.5.2.1. Genetik model	27

3.5.2.2. Heterosis analizi	28
3.5.2.3. Kalıtım derecelerinin tahmini	28
3.5.3. Gen etkilerinin gösterimi	29
3.5.4. Özellikler arası ilişkiler ve regresyon ağaçları.....	30
BÖLÜM 4- ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	31
4.1. Çıkış Oranı.....	31
4.1.1. Genotiplere göre değişim	31
4.1.2. Genetik etkiler ve heterosis	31
4.2. Bitki Boyu	32
4.2.1. Genotiplere ve zamana göre değişim	32
4.2.2. Genetik etkiler ve heterosis	33
4.3. Yaş Ağırlık	34
4.3.1. Genotiplere ve zamana göre değişim	34
4.3.2. Genetik etkiler ve heterosis	37
4.4. Kuru Ağırlık	39
4.4.1. Genotiplere ve zamana göre değişim	39
4.4.2. Genetik etkiler ve heterosis	41
4.5. Nem Oranı	43
4.5.1. Genotiplere ve zamana göre değişim	43
4.5.2. Genetik etkiler ve heterosis	45
4.6. Generatif Dönem ile İlgili Gözlemler	48
4.6.1. Genotiplere göre değişim	48
4.6.2. Genetik etkiler ve heterosis	49
4.7. Toplam Yaprak Alanı, Yaprak Yeşil Alanı ve Yaprak Kuru Alanı	50
4.7.1. Genotiplere ve zamana göre değişim	50
4.7.2. Genetik etkiler ve heterosis	53
4.8. Yeşillik İndeksi, Yaprak Alan İndeksi, Yeşil Yaprak Alan İndeksi.....	56
4.8.1. Genotiplere ve zamana göre değişim	56
4.8.2. Genetik etkiler ve heterosis	59
4.9. Yaprak Klorofil İçeriği.....	62
4.9.1. Genotiplere ve zamana göre değişim	62
4.9.2. Genetik etkiler ve heterosis	65
4.10. Net Fotosentez Hızı	68
4.10.1. Genotiplere ve zamana göre değişim	68
4.10.2. Genetik etkiler	68

4.11. Protein Oranı.....	69
4.11.1. Genotiplere ve zamana göre değişim	69
4.11.2. Genetik etkiler ve heterosis	70
4.12. Karbonhidrat Oranı	73
4.12.1. Genotiplere ve zamana göre değişim	73
4.12.2. Genetik etkiler ve heterosis	74
4.13. Yağ Oranı ve Koçan Yaşı	77
4.13.1. Genotiplere ve zamana göre değişim	77
4.13.2. Genetik etkiler ve heterosis	78
4.14. Büyüme Parametreleri	80
4.14.1. Genotiplere ve zamana göre değişim	80
4.14.2. Genetik etkiler ve heterosis	83
4.15. Radyasyon Kullanım Etkinliği.....	87
4.15.1. Genotiplere ve zamana göre değişim	87
4.16. Kaynak-Depo İlişkileri ve Enerji Akımı	92
4.17. Özellikler Arası İlişkiler	97
4.17.1. Korelasyon analizleri	97
4.17.2. Sınıflama ve regresyon ağaçları	100
BÖLÜM 5- SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	107
KAYNAKLAR	111
Ekler	I
Çizelgeler	XXXII
Şekiller	XXXIV
Özgeçmiş	XXXVII

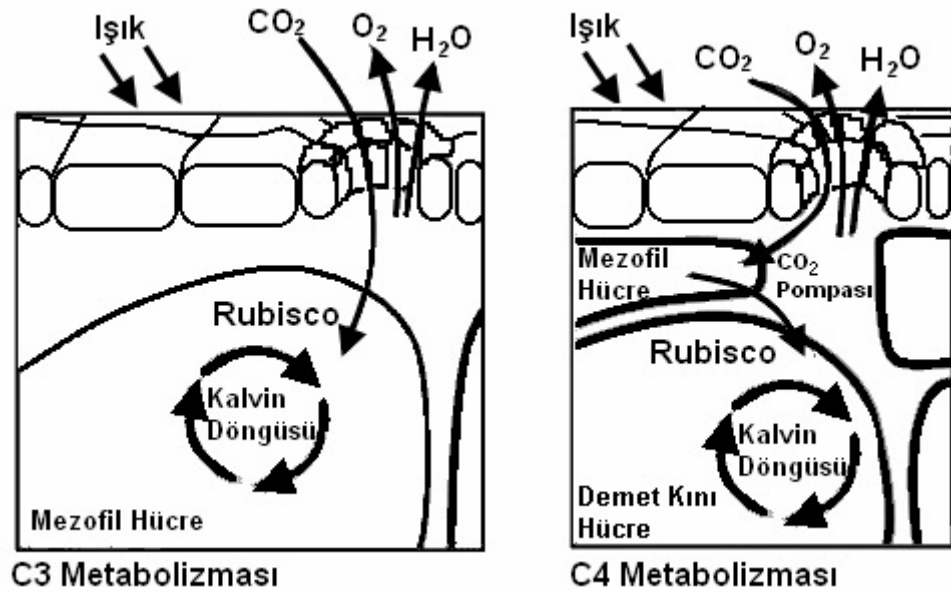
BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. Bitkilerde Fotosentez ve Kuru Madde Üretimi

Fotosentez dünya yaşamının devamı için kilit rol oynayan en önemli olaydır. Yeşil bitkiler ışık enerjisini önce kimyasal enerjiye sonra ise biyolojik forma fotosentez sayesinde dönüştürmekte ve bu enerji formu diğer canlı türlerinin devamı için kullanılmaktadır. Fotosentez mekanizmasının en önemli yönü yalnızca diğer canlılara besin sağlaması değil, atmosferik gaz değişimi ve dengesinin korunması vasıtasıyla yaşamın devamı için gerekli olan ortamın varlığına imkân vermesidir.

Bitki türlerinde fotosentez ürünleri benzer olmasına karşın, fotosentez süreci farklı mekanizmalar tarafından kontrol edilmektedir. Bitki türleri fotosentez mekanizmalarına göre üç farklı (C3, C4, CAM) gruba ayrılır. Bu mekanizmalar oluşan ilk ürünlerin farklılığı ve fotosentezde etkin olan enzimler ile kullanılan/açığa çıkan enerji bakımından farklılık göstermektedir. Kültür bitkilerinde en yaygın görülen fotosentetik metabolizmalar C3 ve C4 metabolizmalarıdır (Şekil 1).



Şekil 1. Bitkilerde C3 ve C4 mekanizmaları (Taub ve ark., 2010).

Dünya üzerinde mevcut bitki türlerinin yaklaşık % 80'lik kısmı C3 metabolizmasına sahip bitki türlerinden oluşmaktadır (Taub ve ark., 2010). C4 bitkileri ise yaygın tarımsal ürünler içerisinde mısır, sorgum, şeker kamışı gibi yüksek verimli ve kuru madde üretimi bakımından oldukça avantajlı bitkileri kapsamaktadır. Bu iki metabolizma arasındaki en

önemli farklardan biri yapraklardaki hücre dizilimlerinin farklı oluşudur (Şekil 1). Bunun dışında, ilk oluşan ürünlerdeki farklılıkların (C3 bitkilerinde fosfogliseric aldehyt, C4 bitkilerinde oksaloasetik asit) yanı sıra karbondioksiti bağlayan enzimlerin (C3 bitkilerinde RUBISCO, C4 bitkilerinde PEP karboksilaz) farklı olması nedeniyle kuru madde üretimi bakımından bu türler arasında önemli farklar oluşur (Tolbert ve Zelitch, 1983).

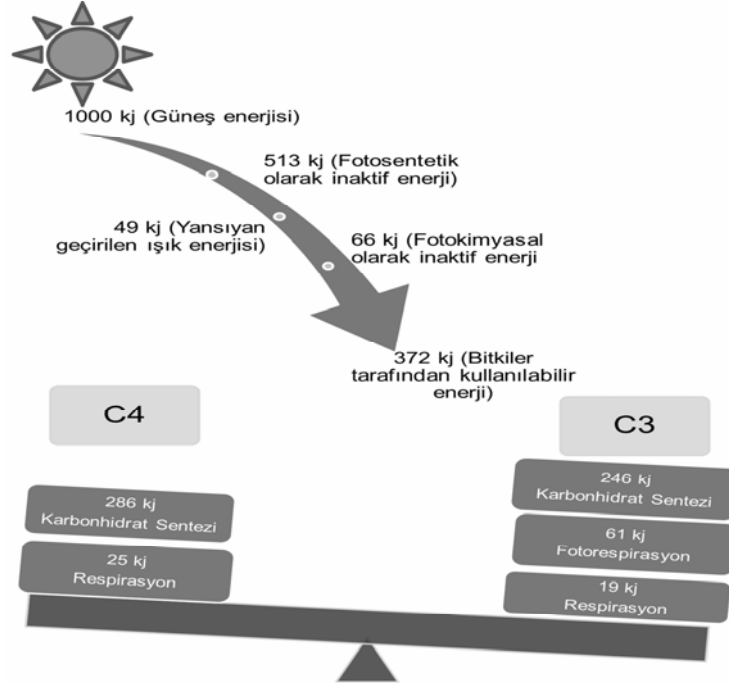
Bitki türü ne olursa olsun sonuç olarak bitkiler fotosentez ürünlerini hayatlarını devam ettirmek için kullanmakta veya depolamaktadır. Fotosentez ürünlerinin depolanması amacıyla oluşturulan temel ürünler birleştirilerek bitki bünyesinde bileşik formlara dönüştürülmekte ve bitkilerin farklı organlarında biriktirilmektedir. Bu birikim sonucunda oluşan ağırlık “biyokütle” olarak ifade edilmektedir. Bitki biyokütlesi topraküstü ve toprak altı organlarda biriktirilen kuru madde miktarının ürünüdür. Bitkilerde kuru maddenin depo edildiği organlar (yaprak, kök, gövde) bitkinin fizyolojik yapısını ve morfolojisini önemli ölçüde etkilemektedir. Tarımı yapılan bitkilerin ıslahında ise, biyokütle artışının sağlanması ve kullanılan bitki organlarına kuru madde aktarımının sağlanması başlıca amaçlardandır.

1.2. Işığın Kuru Madde Üretimine Etkisi

Fotosentezin devamı için en önemli girdilerden birisi ışıktır. Işık, canlı hayatının devamı ve şekillenmesinde birincil derece etkili olan unsurlardandır. Işık yalnızca aydınlanma anlamında değil, aynı zamanda canlı hayatı için gerekli olan enerjinin kaynağı olması nedeniyle önemlidir. Günümüzde öne sürülen teorilere göre ışık kaynağımız olan güneş yüzeyinde 5800 K seviyesinde bir sıcaklık mevcuttur. Buradaki enerji farklı şekillerde kayba uğrayarak dünya yüzeyine ulaşmakta ve kalan kısmı yaşam için gerekli olan fotosentezde kullanılmaktadır.

Yukarıda değinilen yapısal farklılıklardan ötürü, bitkilerin fotosentez mekanizmaları ile ışık kullanım etkinlikleri ve buna bağlı olarak kuru madde üretimleri de farklılık göstermektedir. Dünya üzerine ulaşan ışığın bir kısmı fotosentezde kullanılamayacak enerji düzeyini bulunduran spektrum bölgelerini kapsamaktadır. Kanopi üzerine ulaşan ışığın yaklaşık % 5’lik bir kısmı yansımakta veya kanopi altına geçirilmektedir. Bir o kadarlık kısmı ise fotosentetik olarak inaktif konumdadır. Tüm bu kayıplar dikkate alındığında 1000 kJ’lük bir ışıktan geriye kalan 372 kJ’lük bir enerji fotosentezde kullanılabilir. Bu enerjinin kullanılan miktarının C3 bitkilerinde C4 bitkilerine göre daha az olduğu kabul edilmektedir. Yani ışık kullanım etkinliği bakımından C3 bitkilerinin C4’lere göre ilk etapta önemli bir üstünlüğü bulunmaktadır. Ancak bu avantaj olumsuz şartlarda meydana

gelen ışık solunumunun (fotorespirasyon) etkisiyle ortadan kalkmakta ve C3 türleri tasarruf ettikleri ışık enerjisinin yaklaşık yarısını fotorespirasyon için kullanırlar (Zhu ve ark., 2008). Respirasyonda dahi C3 türleri avantajlı olmasına karşın ışık solunumunun bu etkisi ile C4 bitkileri C3 bitkilerine göre 14 kJ'lük bir enerji fazlasıyla döngüyü tamamlarlar (Şekil 2).



Şekil 2. Güneş enerjisinin C3 ve C4 bitkilerinde kullanımı (Zhu ve ark., 2008).

Işığın bitkiler tarafından tutulması ve kuru maddeye dönüştürülmesi ile ilgili çalışmaların başlangıcı, birim ışık enerjisine (MJ) karşılık bitkilerin birim alanda ürettikleri kuru madde miktarını gösteren radyasyon kullanım etkinliğinin (RUE) ölçülmesine dayanır (Monteith, 1977). Fizyolojik çalışmaların yönünün değişmesi ve bitkisel gelişimin biyoistatistik yöntemlerle modellenme çabaları bu konunun önemini artırmıştır. Günümüzde kullanılan bitki modellerinin (ALMANAC, CERES-Maize, Wimovac) çoğu çevresel değişimlere bağlı hesaplamalarda ışık ile kuru madde arasındaki ilişkiyi bitkinin radyasyon kullanım etkinliğine bağlı olarak hesaplamaktadır. Yukarıda özetlendiği gibi radyasyon kullanım etkinlikleri C3 ve C4 bitki türlerine göre değişim göstermekle birlikte, aynı bitki türü içerisinde farklı özelliklere sahip genotiplerde dahi ufak farklılıklar görülmektedir (Kiniry ve ark, 1989). Işık kullanım etkinliğinde önemli bileşenlerden olan tutulan ışık miktarı, yaprak alan indeksi ve yaprak yeşilliğinin yanı sıra pigment içeriği ile ilişkilidir. Bitkilerin fizyolojik özellikleri, çevresel faktörler ve bitki bünyesinde üretilen

kuru maddenin farklı organlara taşınma potansiyeli de ışık kullanım etkinliği üzerinde rol oynar. Literatürde ışık enerjisinin kuru maddeye dönüşümünü farklı yönlerden ele alan çalışmalar mevcuttur. Örneğin, bitkiler tarafından ışık enerjisinin biyokimyasal enerjiye dönüşümüne ait hesaplamaları konu edinen çalışmalar (Transeu, 1926; Hanson ve ark., 1960; Penning de Vries ve ark., 1974) günümüzde farklı bir boyuta taşınarak sürdürülmektedir. Yeni çalışmalarda kuru maddenin, organ bazında dağılımı kadar biyolojik bileşenlerin (protein, yağ, karbonhidrat, mineraller) kompozisyonuna göre enerji değerleri de tespit edilmeye çalışılmaktadır (Salah ve ark., 2011).

1.2. Sıcaklığın Kuru Madde Üretimine Etkisi

Fotosentezde etkili olan diğer çevresel faktörlerden birisi de sıcaklıktır. Sıcaklık fotosentezde rol oynayan enzim aktiviteleri ve taşınım gibi faaliyetler üzerine olan etkisi nedeniyle destekleyici/sınırlayıcı etkileri olan bir unsurdur. Büyüme ve gelişme için sıcaklık isteklerine göre bitkileri sıcak ve serin ortamda yetişen bitkiler olmak üzere iki ana grupta sınıflamak mümkündür. Sıcak iklim bitkileri daha ziyade C4, serin iklim bitkileri ise C3 mekanizmasına sahiptir. Bu farklarının yanı sıra sıcak iklim tahıllarında gelişimin başlaması ve çimlenme için temel sıcaklık 8-10 °C civarında iken, serin iklim tahıllarında 4-6 °C'dir (Kün, 1996). Belirlenen bu alt limitlerin dışında gelişimin devam edebildiği en yüksek sıcaklıklar dikkate alındığında, sıcak iklim bitkilerinin daha toleranslı olduğu söylenebilir. Bu durum optimal olmayan şartlarda meydana gelen fotorespirasyon olayını akla getirmekte ve kuru madde üretiminin C4 bitkilerinde daha fazla olmasının nedenlerinden birisini daha iyi anlamamıza yardımcı olmaktadır.

Sıcaklığın fotosentez ve kuru madde üretimine etkisi düşük sıcaklığın etkileri ve yüksek sıcaklığın etkileri olmak üzere iki başlık altında değerlendirilebilir. Düşük sıcaklıklarda C3 bitkileri C4 bitkilerine göre daha avantajlıdır ve olumsuz şartlarda kuru madde üretimi devam edebilmektedir. Buna karşın yüksek sıcaklıklarda C4 bitkileri fotosentetik kapasite bakımından üstünlük sağlamaktadır. Özellikle 30 °C'nin üzerindeki yüksek sıcaklıklarda C3 bitkilerinde büyüme ve gelişme durmaya başlamakta, C4 bitkilerinde ise 40 °C'ye kadar devam etmektedir (Monteith, 1977). Şüphesiz sıcaklık yalnızca hava kaynaklı değildir ve tek bir unsur tarafından kontrol edilmemektedir. Sıcaklık etkisini hava sıcaklığı, toprak sıcaklığı ve bitki sıcaklığı olarak değerlendirmek gereklidir. Toprak sıcaklığı ve hava sıcaklığı birbirleri ile direkt olarak ilişkilidir. Ancak, bitki sıcaklığı yalnızca bu iki unsur tarafından değil aynı zamanda rüzgar yönü ve şiddeti, toprak nemi ve toprak su potansiyeli, bitkinin gelişim evresi ve fizyolojik yaşı gibi birçok

faktör tarafından kontrol edilmektedir. Bitkiler çeşitli nedenlerle meydana gelen sıcaklık artışını terleme yolu ile dengeleyebilmektedir. Ancak artan ve süreklilik gösteren yüksek sıcaklıklar stomaların kapanmasına, terlemenin durmasına ve sıcaklık stresinin yaşanmasına neden olabilmektedir (Kapur, 2010).

Fizyolojik çalışmalarda bitkilerin sıcaklık isteklerini tespit etmek amacıyla günlük gelişim derecesi (GGD) olarak adlandırılan ve günlük en yüksek ile en düşük sıcaklıkların yanı sıra temel gelişim sıcaklığı üzerinden hesaplanan farklı indisler geliştirilmiştir (Stewart ve ark., 1998). Farklı şekillerde hesaplanabilen bu indislerle bitkinin fenolojik dönemlerine ulaşması/geçışı için gerek duyduğu toplam sıcaklık istekleri belirlenebilmektedir. Günlük gelişim derecesi daha sonraları çok farklı alanlarda kullanılan yardımcı bir parametre olarak hesaplanır hale gelmiştir.

1.3. Kuru Madde Dağılımı ve Kaynak-Depo İlişkisi

Bitkilerde fizyolojik olarak tanımlanan kaynak-depo ilişkisi bitkisel gelişimi önemli şekilde etkilemektedir. Kaynak; bitkide bitki besin maddelerinin floem kanallarına yüklendiği organlar (yaprak vb.) olarak tanımlanırken, depo ise söz konusu bu maddeleri floem borularından alarak kullanan organlar (kök, gövde, genç yaprak, meyve vb.) olarak tanımlanmaktadır (Öpik ve Rolfe, 2005). Bilimsel çalışmalarda kaynak-depo ilişkisi, kaynak olarak tanımlanan organlardaki kuru madde birikiminin, depo organlarında biriktirilen kuru madde miktarına oranı olarak gösterilmektedir. Bu konuda diğer önemli bir unsur, depo gücü (sink strenght) olarak tanımlanan bitki besin maddelerinin kuru maddeye dönüştürülebilme potansiyelidir (Doehlert, 1993). Bitkiler ilk gelişim dönemlerinde hayatlarını devam ettirmek için gerekli olan organlara eşit düzeyde kuru madde paylaşımı gerçekleştirmektedir. Ancak ilerleyen gelişme dönemlerinde, üreme eğiliminin artmasıyla vejetatif gelişim durarak depo mekanizması hayata geçmektedir. Buna bağlı olarak fotosentez sonucu üretilen ürünler direkt olarak depo kısımlarına aktarıldığı gibi “kaynak” olarak tanımlanan bölgelerdeki kuru maddenin parçalanması sonucu açığa çıkan ürünler ve enerji de depo organlarına aktarılmaktadır. Bu durum bitkilerin yaşam döngülerini devam ettirebilmek için yaptıkları bir eylemdir. Tür hatta genotip bazında kaynak-depo ilişkisi önemli ölçüde değişim gösterebilmektedir. Bunun en güzel örneği mısır bitkisinde silajlık veya tane ürün amaçlı ıslah edilen iki ayrı genotipte görülebilmektedir. Her iki genotip de mısır olmasına ve benzer genetik yapıya sahip olmasına karşın tane ürünü amaçlı geliştirilende depo gücü daha yüksek olup kaynaktan depoya kuru madde aktarımı ve depoda kuru madde birikimi silajlık olana göre daha erken

ve daha hızlı meydana gelmektedir. Silajlık genotiplerde ise depo gücü zayıftır ve vejetatif gelişim eğilimi fazla olan bu genotiplerin kaynak organlarında oluşturulan kuru madde daha büyük oranda yaprak ve sap gelişimine aktarılmaktadır. Mısırdaki kaynak-depo oranını önemli şekilde etkileyen unsur tane gelişim sürecidir. Bu süreç; durağan dönem, etkin tane dolumu ve fizyolojik olum olmak üzere üç farklı bölümde incelenmektedir. Durağan dönem tozlanmadan sonraki 0-15 günlük süreçtir ve endosperm hücrelerinin hızlı bir şekilde çoğalması gerçekleşmektedir. İkinci dönem olan etkin tane dolum süreci, koçan püskülü çıkarmadan 7-14 günlük sonra başlar ve tanedeki kuru madde birikiminin % 90'dan fazlası bu dönemde gerçekleşir. Son dönem ise fizyolojik olum sürecidir ve bu süreç etkin tane dolum sürecinin tamamlanması ile başlamakta, tanede nem oranının hızla düşüş göstermesi ile devam etmektedir (Eichenberger, 2011). Tane dolum dönemleri içerisinde durağan dönem, depo potansiyelinin belirlendiği dönem olduğu için önem arz etmektedir (Borras ve ark., 2009).

Kuru madde üretiminin ve dağılımının daha iyi anlaşılabilmesi için çeşitli fizyolojik parametreler geliştirilmiştir. Geliştirilen bu analiz yöntemleri “Bitki Büyüme Analizleri” olarak literatüre geçmiş ve farklı biyoistatistik yöntem ve formüller kullanılmaya başlanmıştır. Söz konusu analizler modern büyüme ve gelişme modellerinin temellerini oluşturmuştur. Büyüme analizleri bitki ıslahı, bitki fizyolojisi ve bitki ekolojisi alanlarında yaygın şekilde kullanılmaktadır. Büyüme analizlerinde, Nispi Büyüme Oranı (RGR), Net Asimilasyon Oranı (ULR), Yaprak Alan İndeksi (YAI) sıklıkla kullanılan parametrelerdendir (Poorter ve Garnier, 1996). İlk dönemlerde yapılan klasik büyüme analizlerinde iki tarih arasında kuru madde değişimi hesaplanmaya çalışılmış, sonraları hesaplamalar matematiksel eşitlikler aracılığı ile dinamik ve fonksiyonel hale getirilmiştir (Hunt ve ark., 2002). Daha sonraki yıllarda ise bu konuda çalışan araştırmacılar kendi çalıştıkları konularda büyüme parametrelerinden yararlanmak için çeşitli revizyonlar yapmıştır. Bu değişiklikler özellikle nispi büyüme oranı ve net asimilasyon oranının günlük değil birim sıcaklık isteğine ($^{\circ}\text{Cd}$) ve birim ışık yoğunluğuna (PPFD-Photosynthetic Photon Flux Density) karşı değişimini belirlemek amacıyla kullanılır hale gelmiştir (Russele ve ark., 1984; Carlen ve ark., 1999).

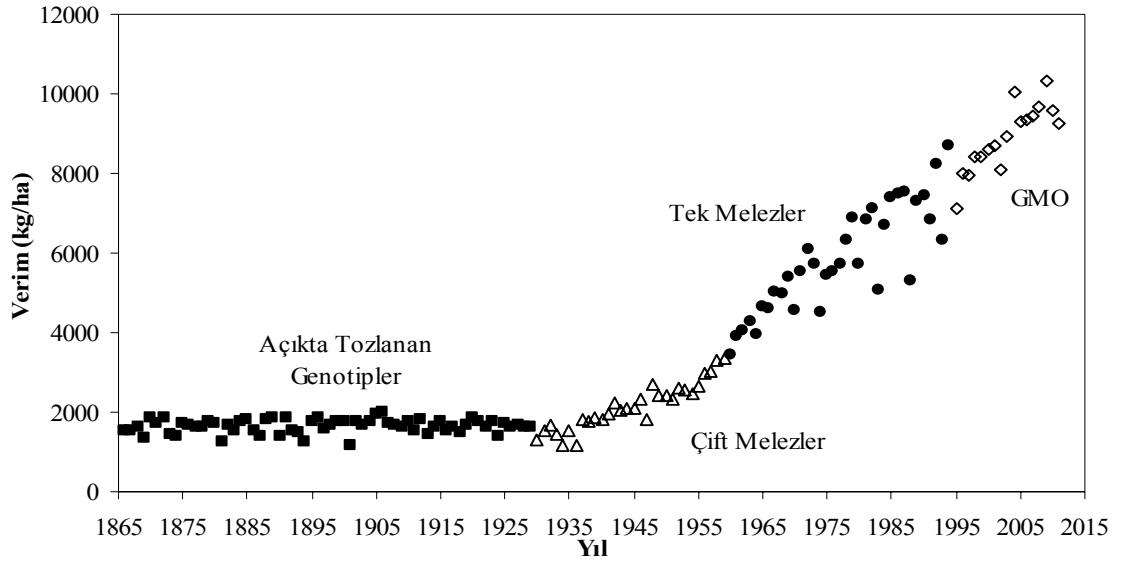
1.4. Mısır Islahında Heterosis ve “Yeni Çağ Hibritleri”

Heterosis hibrit bir kombinasyonun ebevenlerine göre oransal farkını göstermektedir. Günümüzde mısır ıslah çalışmalarında heterosis halen güncel ve çözülmemiş bir konu olarak karşımızda durmaktadır. Heterosis anaç ortalamalarına göre

ve üstün anaca göre kıyaslamalar yapılarak hesaplanabilmektedir. Heterosisin genetik nedenlerinin açıklandığı farklı modeller oluşturulmuştur. Bu modeller; dominans (dominance), tamamlayıcılık (complementation), üstün dominans (overdominance) ve sözde üstün dominans (pseudo-overdominance)'tır (Veita ve Vaiman, 2010). İstatistiki hesaplama ve tahminleme yöntemlerinin gelişmesi ile eklemeli-dominans modeller ile heterosis analizleri daha detaylı hale getirilmiştir (Zhu, 2003). İlk yaklaşımlarda her bir hibrite ait heterosis hesaplaması kendi ebevenyleri üzerinden yapıldığı için heterosis değerlerinin kıyaslanması pek bir şey ifade etmemektedir. Yeni genetik modellerde ise popülasyon genetiğine dayalı ve her bir genotipin popülasyona olan genetik etkisi üzerinden yapılan hesaplamalar kullanılarak heterosis belirlenmektedir. Bu nedenle elde edilen değerler birbirleri ile kıyaslanabilir hale gelmiştir. Daha karmaşık modellerde ise ana ve baba ebeveynlerin heterosise olan katkısını tespit etmek dahi mümkün hale gelmiştir. Diğer taraftan heterosise neden olan gen etkisinin tipini ortaya koymak ve grafiksel yöntemler ile bunu göstermek amacıyla farklı grafiksel metotlar geliştirilmiştir (Swanson-Wagner ve ark., 2006). Yeni geliştirilen yöntemlerin birbirine göre avantaj ve dezavantajları bulunmasına karşın, eski yöntemlerle göre üstünlükleri bulunmaktadır.

Mısır kültüre alınışından 1900'lü yılların başına kadar açıkta tozlanan doğal popülasyonlardan seçim ile yetiştirilmiş bir bitkidir. 1900'lü yılların başında ise Amerikan bilim adamlarının öncülük ettiği melez mısır geliştirme çalışmaları başlatılmıştır. Mısır ıslahında öneli çalışmaları başlatan bilim adamları E. T. East ve G. F. Shull'dur. East ve Shull ayrı çalışmalara imza atmalarına karşın mısır ıslahında verim artışını sağlayan etmenlerle ilgili benzer görüşler bildirmişlerdir. Mısır ıslahı ve genetik üzerine çalışan diğer önemli bilim adamları D. F. Jones ve H. K. Hayes'tir. Jones 1918'li yıllarda ilk kez çift melezlerin elde edilmesi ve değerlendirilmesinde önemli çalışmaları başlatan kişi olmuştur. 1960'lı yıllara doğru çift melezlerin verim artışı bakımından gösterdikleri performansın tek melezlerden daha düşük olduğunun anlaşılması ile birlikte araştırmalar tekrar tek melezler üzerinde yoğunlaşmıştır. Ticari anlamda ilk melez mısır tohumluk satışı ise H. A. Wallace tarafından 1924 yılında gerçekleştirilmiştir (Crow, 1998). Mısırdaki yıllara göre ülkesel bazda verim değişimlerine ait raporlar en ciddi şekilde ABD tarafından tutulmuştur. Bu raporlarda yer alan verilere göre açıkta tozlanan çeşitlerin ağırlıklı olarak yetiştirildiği dönemde mısır veriminde önemli bir ilerleme olmamıştır. Ancak 1940'lara doğru çift melezlerin ticari olarak piyasa dâhil olması, ülkede mısır üretimini artırmış ve verim değerleri ciddi bir ivme kazanmıştır. Bu durum mısır ıslahı çalışmalarında yeni ufukların açılmasına neden olmuş ve verimin daha fazla nasıl artırılacağına yönelik

araştırmalar yoğunlaşmıştır. 1960'lı yıllarda tek melezlerin ticari olarak yaygınlaşması ile verimde ikinci bir ivmelenme gerçekleşmiştir. 1996 yılından sonra mısırdaki genetik modifiye çeşitlerin geliştirilmesi ile birim alandan alınan verimde bir miktar daha artış sağlanmıştır. Bu artışta, genetik bakımdan verim potansiyelinin artırılmasından ziyade daha çok verime olumsuz yönde etki eden faktörlere (hastalık ve zararlılar, stres etmenleri) karşı dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi etkili olmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. ABD’de mısır ıslah çalışmalarına dayalı verim artışı (USDA/NASS, 2012).

Bu tarihçe bilgilerinden de anlaşılacağı gibi, 1930’lardan bu yana mısır ıslahındaki gelişmenin başlangıcı hibrit kombinasyonların verim konusunda ortaya koyduğu melez gücünden kaynaklanmıştır. 1930-2001 yılları arasındaki mısır ıslahı çalışmalarının ürünü olan ticari çeşitler “Yeni Çağ Hibritleri” olarak nitelendirilmiştir (Lee ve Tollenaar, 2007). Bilim insanları bir yandan genetik gelişimi sağlamaya çaba gösterir iken bir yandan da bu gelişimi destekleyebilecek ve sürdürülebilir kılacak unsurlar üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Fizyolojik etmenlerin genetik unsurlarla birlikte değişimini ve devamlılığını sağlayabilecek bazı bulgular Yeni Çağ Hibritleri’nin karakteristiklerini oluşturmuştur. Örneğin 1930’lu yıllara kadar geliştirilen ve kullanılan gerek açıkta tozlanan varyetelerin gerekse kendilenmiş saf hatların yaprak özellikleri, fotosentez kapasiteleri ve süreklilikleri çok dikkate alınmamıştır. Bu tarihten sonraki dönemde geliştirilen hatlarda ise güneş ışığını daha iyi kullanabilen, daha etkin fotosentez yapabilen ve fotosentez ürünlerini hedef bölgeye daha fazla aktarabilen hatların hibritleri kullanılmaya başlanmıştır. Eski hibritlerle “Yeni Çağ Hibritleri” arasındaki en önemli farklılıkların, yaprak alanı, yaprak açısı, kaynak-depo oranı ve görsel/fonksiyonel olarak yeşil kalma süresi bakımından olduğu

rapor edilmiştir. Yeni hibritler ve dolayısıyla bunların ebeveynleri; eski hibritlere göre yaprak açısı daha dik, birim alanda daha fazla bitkinin yetişmesine imkân sağlayabilen, uzun süre yeşil kalabilen ve bu süre dâhilinde fotosentez ürünlerini tane oluşumuna daha fazla aktarabilen genotiplerdir (Lee ve Tollenaar, 2007). Bu fizyolojik farkların verime önemli etkilerinin olduğunun anlaşılması ile birlikte, geliştirilen hatlarda bu özelliklerin iyileştirilmesi hedeflenmiştir.

Fizyolojik unsurların yanı sıra ıslah stratejilerinin oluşturulması, verim artışına önemli katkılar sağlamıştır. Özellikle, ebeveyn hatların üstün melez kombinasyonları oluşturabilme kabiliyetleri (genel uyum yeteneği) ile üstün verimli kombinasyonların belirlenmesi (özel uyum yeteneği) ve kaynak materyallerin bitkisel özelliklerine/genetik yakınlıklarına göre heterotik gruplara ayrılması, verim artışının hızlanmasına etki eden ıslah yaklaşımları olmuştur. ABD ve diğer ülkelerde, ıslah kaynaklarını fizyolojik ve genetik açıdan benzerliklerine göre sınıflandırmak amacıyla farklı heterotik gruplar tanımlanmıştır. Heterotik gruplar içindeki melezlerin, gruplar arası melezlerden daha düşük verim değerine sahip olduğunun anlaşılması bu gruplamanın önemini artırmıştır. ABD’de tanımlanan başlıca heterotik gruplar BSSS (Iowa Stiff Stalk Synthetic), Lancaster Sure Crop ve Reid Yellow Dent’dir (Zhang ve ark., 2002). Bilimsel literatürde bu grupların temsilcileri niteliğinde olan önemli genotiplere sıklıkla rastlanmaktadır. Günümüzde mısır genom haritalama çalışmalarında kullanılan B73 hattı BSSS grubundan geliştirilen önemli saf hatlardandır. Reid Yellow Dent ve Lancaster Sure Crop gruplarından melezlenerek elde edilen önemli saf hatlardan birisi ise bilimsel çalışmalarda yaygın olarak kullanılan Mo17 hattıdır (Stojakovic ve ark., 2005). Bu hatlar yukarıda bahsedilen yaprak özellikleri, bitkisel gelişim ve fizyolojik karakterler bakımından yeni geliştirilen hibritlerin ebeveynlerini temsil etmelerine karşın birbirleri ile önemli farklılıklar göstermektedirler. Bu durum genetik materyal değerlendirmelerinde kullanım potansiyellerini artırmaktadır. Bu hatlar belirtilen özellikleri nedeniyle çalışmamızda baba ebeveynler olarak kullanılmıştır.

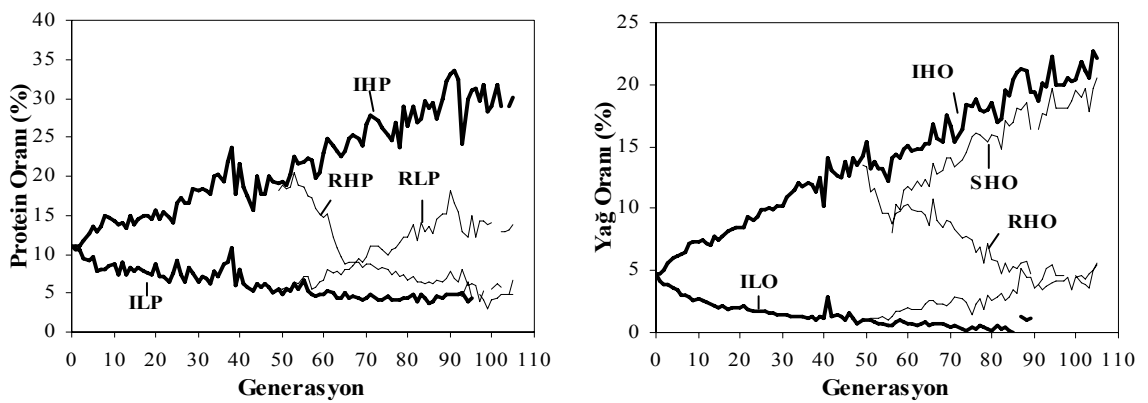
1.5. Protein ve Yağ Oranının Değiştirilmesine Yönelik Mısır Islah Çalışmaları

Protein ve yağ, mısır tanesinde kaliteyi birinci derecede etkileyen unsurlardandır. Normal mısır tiplerinde % 3-5 yağ (Lambert, 2001), % 8-11 protein (Reynolds, 2005) bulunmaktadır. Mısırın kullanım amacını veya endüstriyel değerini belirleyen bu bileşenlerin değiştirilmesi veya geliştirilmesi amacıyla farklı çalışmalar yapılmıştır.

Mısırdaki kalite özelliklerinin değiştirilmesi ile ilgili en iyi örnek bilimsel çalışma “Illinois Long Term Experiment” olarak bilinen uzun süreli seleksiyon çalışmasıdır. Araştırma Cyrill G. Hopkins tarafından 1896 yılında Illinois Üniversitesi’nde, açıkta tozlanan Burr’s White popülasyonundan 196 adet koçanın seçimiyle başlatılmıştır. Araştırmada toptan seleksiyon yolu ile;

- 1) Protein oranının artırılması
- 2) Protein oranının düşürülmesi
- 3) Yağ oranının artırılması
- 4) Yağ oranının düşürülmesi amaçlanmıştır (Hopkins, 1899).

Hopkins tarafından 1896 yılında başlatılan bu araştırma günümüze kadar farklı araştırmacıların kontrolünde devam etmiştir. Araştırmada programın yürütülmesi ile ilgili yer alan bilim adamları 1896-1901 yılları arasında C. G. Hopkins, 1901-1925 yılları arasında L. H. Smith, 1921-1951 yılları arasında C. M. Woodworth, 1951-1965 yılları arasında E. R. Leng, 1965’ten günümüze kadar ise D. E. Alexander, R. J. Lambert ve J. W. Dudley’dir (Dudley, 2001). Araştırmanın 48. generasyonunda oluşturulan dört grup popülasyonda genetik varyasyonun devamlılığını test etmek amacıyla, geriye seleksiyon işlemi başlatılmıştır. Bu işlem halen mevcut materyalde genetik çeşitliliğin devam ettiğini göstermiş ve 7 generasyon sonra tekrar yağ oranını artırmak amacıyla seleksiyona başlanmıştır. 2006 yılı itibarıyla çalışmanın 106 generasyonu tamamlanmış ve yüksek yağ amacıyla yapılan seleksiyonda başlangıçta % 4 civarında olan yağ oranı % 22’ye kadar, % 10 civarında olan protein oranı ise % 32’ye kadar artırılmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Illinois uzun süreli seleksiyon çalışmasında 106 generasyon süresince protein ve yağ oranında gerçekleşen değişimler (IHP:Illinois High Protein, ILP: Illinois Low Protein, SHP: Switchback High Protein, RHP: Reverse High Protein, IHO:Illinois High Oil, ILO: Illinois Low Oil, SHO: Switchback High Oil, RHO: Reverse High Oil) (Dudley, 2001).

Yukarıda özetlenen çalışmanın dışında yağ oranını artırmak amacıyla başka araştırmalar da yürütülmüştür. Çin’de yürütülen bir araştırmada S_0 generasyonunda % 4,71 olan yağ oranı S_{18} popülasyonunda (Beijing High Oil) % 15,5’e yükseltilmiştir (Song ve Chen, 2004). Yağ oranının artırılmasına yönelik yapılan diğer bir araştırmada başlangıçta % 5 olan yağ oranı 24 generasyon sonunda % 17’ye kadar çıkarılmıştır (Misevic ve Alexander, 1989). Tane proteini ile ilgili olarak da farklı araştırmalar yapılmış ve protein oranından ziyade protein kalitesi hedeflenmiştir. Protein kalitesine yönelik çalışmaların çoğu Uluslararası Buğday ve Mısır Araştırma Merkezi (CIMMYT) tarafından yürütülmektedir. Ülkemizde yapılan mısır ıslahı çalışmalarında ise tane kalite özellikleri genellikle göz ardı edilmiş ve bu konuda dünyanın ileri ülkelerinde yapılan çalışmaların çok gerisinde kalınmıştır. Bu nedenle kalite özelliklerine yönelik çalışmaların sayısının artırılması ve yeni yaklaşımları içeren çalışmaların yapılması şarttır. Bu araştırma ülkemizde göz ardı edilen kalite özelliklerinin fizyolojik ve genetik değerlendirmelerle ele alındığı örnek bir araştırma olması amacıyla tasarlanmıştır.

1.6. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın başlıca amacı; mısırdaki toprak üstü kuru madde birikimin zamana ve kalite özellikleri bakımından farklı olduğu bilinen genotiplere göre değişiminin incelenmesi ve protein, karbonhidrat ve yağ oranlarındaki değişimlerin organ bazında değerlendirilmesidir. Bu amaç doğrultusunda incelenen özellikler ile alakalı olarak şu hedefler belirlenmiştir:

- 1) Vejetasyon süresince zamana ve genotiplere göre değişimlerinin belirlenmesi,
- 2) Heterosis ve heterobeltiosisün zamana ve genotiplere göre değişiminin incelenmesi,
- 3) Kalıtım derecelerinin tespiti, özelliklerin değişiminde rol oynayan ve heterosise neden olan gen etkilerinin belirlenmesi,
- 4) Kaynak-depo ilişkisine göre genotiplerin değerlendirilmesi ve ışık enerjisinin biyokimyasal enerjiye dönüşümüne göre genotiplerin farklılıklarının ortaya konulması,
- 5) Hedef karakterler (protein, karbonhidrat ve yağ oranı, bitki kuru ağırlığı) ile incelenen diğer özellikler arasındaki ilişkilerin incelenmesi ve hedef özelliklere yönelik yüksek değere sahip örneklerin diğer özelliklere göre sınıflandırılması.

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Bitki Islahı: Heterosis

Akita ve ark. (1986) mısırın farklı gelişim dönemlerinde fotosentez aktivitesini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, 4 adet hibrit ve 2 adet açıkta tozlanan popülasyonun melezlenmesiyle oluşturdukları ıslah setinde gözlemler yapmıştır. Fotosentez aktivitesinin hibrit kombinasyonlarda, anaçlardan daha yüksek olduğunu vurgulayan araştırmacılar, gelişim dönemlerinde fotosentez aktivitesinin genotiplere ve zamana göre değişim gösterdiğini, en yüksek aktivitenin yaz aylarında olduğunu tespit etmişlerdir.

Mısırdaki tane dolum süresince gaz değişim kapasitesi üzerine melez gücünün etkisini ele alan bir çalışmada, 4 saf hat dişi olarak kullanılmış ve üç ayrı tester ile melezlenerek 12 hibrit kombinasyon oluşturulmuştur. Heterosis analizleri sonucunda saf hatlara göre hibrit kombinasyonların karbondioksit değişim kapasitelerinin generatif döneme geçişten itibaren artarak devam ettiği belirlenmiştir (Ahmadzadeh ve ark., 2004).

Xia ve ark. (2007) fotosentez etkinliklerinin farklılığı bakımından seçilen iki adet hibrit ile bu hibritlerin anaçları üzerinde yaptıkları ölçümlerde, fotosentez etkinliğinin gün içerisinde değiştiğini, bu değişimlerden yola çıkarak hesapladıkları heterosis değerlerinde 10-14 saatleri arasında büyük farklılıkların ortaya çıktığını bildirmişlerdir.

Ying ve ark. (2000) fotosentez miktarının tane dolum sürecindeki değişimini incelemiş, en yüksek fotosentez kapasitesinin tepe püskülü oluşturma döneminde olduğunu ve bundan sonra haftalık aralıklarla yapılan ölçümlerde düşüş gösterdiğini belirlemişlerdir.

Tezel ve Üstün (2006) dört adet ana ve dört adet baba hat ile oluşturdukları ıslah setinde bazı bitkisel özellikler ve tane verimine ilişkin aldıkları gözlemleri çoklu dizi (line x tester) dizaynına uygun olarak analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda kullandıkları hatların genel ve özel kombinasyon kabiliyetlerini belirleyen araştırmacılar ümitvar olan ebeveynleri tespit etmişlerdir. Hesapladıkları ıslah parametrelerine göre, tane veriminin eklemeli olmayan gen etkileri tarafından kontrol edilen, üstün dominant bir karakter olduğunu belirlemişlerdir.

Römisch-Margl ve ark. (2010) B73 ve Mo17 hatlarını melezleyerek resiprokal hibritler oluşturmuşlardır. Bitkiler polen vermeye başladıktan sonraki 8. ve 30. günler arasında 4 veya 5 günlük aralıklarla aldıkları örneklerde protein, karbonhidrat, kuru madde ve aminoasit kompozisyonu ile ilgili gözlemler yapmışlardır. Araştırma sonucunda kuru

madde ve karbonhidrat birikiminin hibritlerde ebeveynlere göre yüksek değere sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Yusuf ve ark. (2009) 6 adet ebeveyn kullanarak 30 farklı resiprokal kombinasyon oluşturmuşlar ve bu kombinasyonlarla birlikte 13 adet genotipi bazı tarımsal özellikler ile aralarında protein ve yağ oranının da bulunduğu kalite özellikleri bakımından test etmişlerdir. Araştırmacılar oluşturdukları hibritlerin daha çok verim bakımından heterosis değerine sahip olduklarını vurgulamış, bununla birlikte bazı kombinasyonların yağ ve protein oranı bakımından ebeveynlerinden daha yüksek ortalamaya sahip olduklarını belirlemişlerdir.

Kaliteli protein yapısına sahip mısır melezlerinde yağ oranına ait heterosis değerlerini tespit etmek amacıyla yürütülen bir çalışmada, 21 adet ebeveyn hattın 106 genotiplik bir kısmi diallel seti oluşturularak, yağ içeriği bakımından ölçümler yapılmıştır. Çalışma sonucunda yağ oranı bakımından hibritlerin negatif yönlü heterosis gösterdiği ve bu özellik bakımından dikkate değer bir değişim olduğu vurgulanmıştır (Oliviera ve ark., 2006).

Tollenaar ve ark. (2004) yedi adet ebeveyn kullanarak oluşturdukları on iki hibritte, tane verimine ilişkin heterosis değerlerini dört ayrı dönemde ele almışlardır. Araştırma sonucunda yaprak alanı, yeşil kalma süresi, tane dolum sürecinde fotosentez etkinliğinin devamı ve toprak üstü aksamda koçana aktarılan kuru madde oranına ilişkin heterosis değerlerini verim konusunda belirleyici unsurlar olarak belirtmişlerdir. Ayrıca, dönemsel olarak belirledikleri heterosis değerinin erken dönemde yüksek olmasına karşın, fizyolojik olumun başlangıcından sonraki dönemde oransal olarak düşük (% 14) bir paya sahip olduğunu belirlemişlerdir.

2.2. Bitki Islahı: Genetik Etkiler

Islah çalışmalarında incelenen özellik üzerine genetik etkilerin bilinmesi ve bu genetik etkilerin birbirlerine olan oranları, ele alınan özelliği kontrol eden genlerin etki durumlarını belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Eklemeli gen etkileri/eklemeli olmayan gen etkileri oranının 1'den büyük olması incelenen karaktere ait varolan varyasyonda eklemeli etkilerin daha önemli olduğunu, 1'den küçük olması eklemeli olmayan gen etkilerinin daha etkin rol oynadığını göstermektedir (Gardner, 1963).

Rood ve Major (1981) sekiz farklı saf hattın kullanıldığı diallel setinde bitki boyu, yaprak gelişim oranı ve yaprak sayısı hakkında ölçümler yapmışlardır. Araştırmacılar bitki

yaprak sayısının dominans, yaprak gelişim oranı ve bitki boyunun ise üstün dominans bir karakter olduğunu rapor etmişlerdir.

Watto ve ark. (2009) yedi farklı saf hattın tam diallel setinde verim ve kalite özellikleri üzerine genetik etkileri hesaplamışlardır. Yağ oranının eklemeli gen etkileri tarafından kontrol edildiğini, protein oranının ise eklemeli etkilerin yanında kısmi dominanslık taşıyan bir özellik olduğunu ve her iki özelliğin de toptan seleksiyon yöntemi ile yükseltilebileceğini rapor etmişlerdir.

Rosulj ve Husic (2002) iki farklı popülasyonda dokuz generasyon boyunca seçim yaparak yağ oranı ve tane verimindeki değişime etki eden genetik unsurları ele almışlardır. Araştırmacılar yağ oranının eklemeli gen etkileri tarafından kontrol edilen bir özellik olduğunu ve popülasyonlara göre toptan seleksiyon uygulama potansiyelinin değişim gösterdiğini rapor etmişlerdir. Tane verimi için ise her iki popülasyonda eklemeli ve dominans gen etkileri ile bu etkilerin çevre ile olan interaksiyonunun etkili olduğu tespit edilmiştir.

Mittelman ve ark. (2003) 120 S₁ ailesini iki farklı hat ile melezleyerek bir ıslah seti oluşturmuş ve bu sette yağ ve protein oranının yanı sıra koçan ve tane verimine ait ölçümler yapmıştır. Yağ oranının eklemeli gen etkilerinin kontrolünde olan bir özellik olduğunu, buna karşın kendi bulgularında tespit ettikleri değerin literatürdeki değerlere göre düşük olmasının kullanılan popülasyon ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Shanti ve ark. (2002) 14 farklı hat kullanarak sıra dizi analizine göre oluşturdukları ıslah setinde bitki verimi, protein ve yağ oranı ile ilgili ölçümler yapmış ve bu özellikler üzerine olan genetik etkileri hesaplamışlar, bu özelliklerin eklemeli olmayan gen etkileri tarafından kontrol edildiğini tespit etmişlerdir.

Orhun (2011) 8 ebeveyn kullanarak oluşturduğu yarım diallel ıslah setinde bitkisel özelliklerin yanı sıra tane verimi ve yağ oranı ile yağ asitleri kompozisyonundaki değişimi incelemiş, yağ oranı üzerine tam dominant gen etkisinin etkili olduğunu bildirmiştir.

2.3. Bitki Fizyolojisi: Fizyolojik Özellikler ve Büyüme Parametreleri

Normal yağ içeriğine sahip bir hibrit ile üç farklı yüksek yağlı hibrit melezlenerek oluşturulan kombinasyonlar; fotosentez hızı, klorofil içeriği, stoma geçirgenliği, yaprak alan indeksi, PEPCase aktivitesi ve çözülebilir protein içeriği bakımından polinasyondan sonra onar gün aralıklarla beş farklı tarihte yapılan ölçüm sonuçları bakımından karşılaştırılmıştır. Araştırma bulguları yüksek yağlı hibritlerle oluşturulan çift melezlerin klorofil içeriği, yaprak alan indeksi ve fotosentez hızının normal hibritten yüksek olduğunu

ve zamana bağlı olarak kullanılan genotiplerde farklı oranlarda düşüş meydana geldiğini göstermiştir. Ayrıca PEPCase aktivitesi ve çözülebilir protein içeriğinin de iki hibrit kombinasyonda diğer genotiplerden yüksek bulunduğu rapor edilmiş, tane verimi ile biyokütle ve net fotosentez hızı arasında önemli bir ilişki olduğu vurgulanmıştır (Wang ve ark., 2009).

İki farklı hibritin kullanıldığı bir çalışmada, ekimden sonra beş farklı (60, 76, 93, 110, 124 gün) tarihte klorofil içeriği, gaz değişim kapasitesi ve bazı enzimlerin zamana bağlı değişimi ve yaşlanma ile olan ilişkisi araştırılmıştır. Ölçüm yapılan yaprağın bitki üzerindeki pozisyonunun klorofil içeriğindeki değişime etkisinin bulunduğu, bununla birlikte 60., 76. ve 93. günde yapılan ölçümlerde her iki hibritte de 9. ve 12. yaprakta klorofil içeriğinin artış gösterdiği, sonraki ölçüm tarihlerinde ise düştüğü belirlenmiştir. Bu duruma paralel olarak, fotosentez hızında da benzer bir değişim olduğu tespit edilmiş ve yapraktaki enzim aktivitesi ile bu sonuç arasında önemli ilişkiler bulunduğu bildirilmiştir (He ve ark., 2005).

Vitale ve ark. (2009) kumlu ve killi toprak yapısında yetiştirdikleri bir mısır genotipinde ekimden itibaren 6 farklı tarihte yaprak alanı, toprak üstü kuru madde birikimi ve dağılımı ile bitki boyu ölçümleri yapmışlardır. Bunun yanı sıra ekimden sonra 68., 76. ve 83. günlerde gaz değişim kapasiteleri ile yaprak pigment içerikleri belirlenmiştir. Araştırma bulguları tınlı toprak yapısında fotosentez hızı, pigment içeriği ve bitkisel özelliklerde meydana gelen değişimin kumlu toprakta yetiştirilen bitkilere üstünlük sağladığını göstermiştir. Ölçümlerden fotosentez hızı ve pigment içeriğinin 68. günde en yüksek değere sahip olduğu ve ilerleyen tarihlerde düşüş gösterdiği belirtilmiştir.

Klorofil içeriğinin yakından ilişkili olduğu bir unsur olan radyasyon kullanım etkinliği, birim ışık (MJ/gün) miktarına karşılık gelen kuru madde üretimini ifade eder. Mısırdaki radyasyon kullanım etkinliğinin belirlenmesi amacıyla farklı çalışmalar yürütülmüş, ancak bu konuda yapılan çalışmalar farklı vejetasyon dönemlerindeki radyasyon kullanım etkinliğinin değişimini ve genetik etkilerin bu değişime olan etkilerini ele almamıştır.

Farklı bitki türlerinin radyasyon kullanım etkinliklerini belirlemek amacıyla Kiniry ve ark. (1989) tarafından yürütülen çalışmada; çeltik, ayçiçeği, sorgum, buğday ve mısırın ışık kullanımına bağlı kuru madde üretimleri değerlendirilmiştir. Araştırmada bu bitki türleri içerisinde radyasyon kullanım etkinliği 2,2-3,5 g/MJ arasında değişim göstermiş ve mısır, birim ışığa karşılık en yüksek kuru madde üretimini sağlayan bitki olmuştur. Ayrıca

farklı ekim sıklıklarının radyasyon kullanım etkinliğini önemli ölçüde değiştirdiği gösterilmiştir.

Mısırdaki radyasyon kullanım etkinliği üzerine yapılan diğer bir çalışmada bir hibrit çeşit farklı sıra aralıklarında ve zamanlarda ekilmiş ve gelişim devrelerinde bitkiler tarafından tutulan PAR, biyokütle, yaprak alan indeksine ait ölçümler ve hesaplamalar yapılmıştır. Araştırma bulgularına göre kullanılan hibritin radyasyon kullanım etkinliği ortalama 3,8 g/MJ bulunmuştur (Lindquist ve ark., 2005).

Chapmann ve Edmeades (1996) çıkıştan çiçeklenmeye kadar olan dönemde beş farklı tarihte yüz S₁ ailesinde radyasyon kullanım etkinliklerini incelemişlerdir. Aileler arasında önemli farklar olduğu belirlenmiş ve en iyi on ailenin ortalaması 2,56 g/MJ, en kötü on ailenin ortalaması ise 1,88 g/MJ olarak tespit edilmiştir.

D'Andrea ve ark. (2009) altı saf hat ve oniki adet hibritin azot dozlarına tepkilerini belirledikleri çalışmalarında genotiplerin radyasyon kullanım etkinlikleri, bitki büyüme hızları ve diğer bazı özellikler bakımından hibritler ve saf hatlar arasında önemli farklar tespit etmişlerdir. Fizyolojik olumda hibritlerin radyasyon kullanım etkinliklerinin (2,83 g/MJ) saf hatlardan (2,26 g/MJ) yüksek olduğunu ve bu durumun ışık tutma kapasitesi ve kuru madde dağılımının hibritlerde daha yüksek olması ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Mısırdaki büyüme analizleri çalışmaları daha çok yetiştiricilik uygulamalarına yönelik yapılmıştır. Rasheed ve ark. (2003) farklı ekim sıklıkları ve azot uygulamalarını test ettikleri çalışmalarında bir melez mısır genotipinde ekimden 75 gün sonra bitki büyüme oranı, yaprak alan indeksi, net asimilasyon oranı ve kuru madde dağılımını ölçmüşler, ekim sıklığı azaldıkça incelenen bu büyüme parametreleri bakımından önemli bir artış olduğunu ve azot uygulamasının büyüme parametreleri üzerine olumlu etkisinin bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Soldati ve ark. (1999) dört farklı popülasyonun farklı sıcaklık rejimlerinde gelişim seyirlerini incelemiş ve oransal büyüme hızı, net asimilasyon oranı ve oransal yaprak alanı ile ilgili hesaplamalar yapmışlar, popülasyonların farklı sıcaklık rejimlerinde bu parametreler bakımından farklılıklara sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Fakorode ve Mock (1980) dört farklı sentetikte 11 farklı büyüme parametresi hakkında 7-8 ayrı dönemde yaptıkları örneklemelere dayalı hesaplamalara göre yalnızca yaprak alanı, yaprak alan indeksi ve bu özelliklere ait süreler bakımından genotipler arasında önemli farklılıklar olduğunu rapor etmişlerdir. Büyüme parametrelerinin kompleks yapıda olduğunu ve bu parametrelerin bileşenleri üzerine çalışmaların yapılması gerektiğini vurgulamışlardır.

Adebo ve Olayeo (2010) 1970 ve 1990'lı yıllardan sonra geliştirilen hibrit çeşitlerde polinasyondan sonra 42. ve 56. günlerde net asimilasyon oranı, bitki büyüme oranı, nispi büyüme oranı ve oransal yaprak alanı hakkında ölçümler yapmışlardır. Çalışma sonucunda hibrit grupları arasında büyüme parametreleri bakımından önemli farklılık olduğunu rapor eden araştırmacılar, zamana bağlı olarak net asimilasyon oranı ve bitki büyüme hızının artış gösterdiğini, oransal yaprak alanı ile nispi büyüme oranının ise düştüğünü tespit etmişlerdir.

2.4. Bitki Fizyolojisi: Kaynak-Depo Oranı ve Enerji Akümüasyonu

Mısırdaki kuru madde, protein, yağ ve karbonhidrat birikimi ve bu maddelerin dağılımına yönelik çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Wyys ve ark. (1991) tarafından yürütülen çalışmada, Illinois yüksek protein (IHP) ve düşük protein (ILP) hatlarında çiçeklenme sonrasında 5. günden itibaren 20'şer gün aralıklarla 55. güne kadar bitkide kuru madde ve azot birikimi incelenmiştir. ILP'de IHP'ye göre tanede kuru madde birikiminin fazla, azot oranının ise daha düşük olduğu; bu maddelerin birikim seyrinin benzer olduğu rapor edilmiştir.

Son yıllarda yürütülen çalışmalarda, kalite bileşenlerinin kaynak-depo ilişkisine geniş şekilde yer verilmeye başlanmıştır. Ancak bu çalışmaların birçoğu tane dolum sürecinde meydana gelen değişimleri konu edinmiştir. Rajcan ve Tollenaar (1999a) tane dolum sürecinde kuru madde dağılımını yeni ve eski olmak üzere iki farklı hibritte incelemişler ve yeni hibritte tespit ettikleri yüksek kaynak-depo oranını, yaprağın yeşil kalma süresine bağlamışlardır. Aynı araştırmacılar tarafından yayınlanan diğer bir çalışmada tane dolum sürecinde azot metabolizması tartışılmıştır. Söz konusu çalışmada kullanılan yeni hibritin eski hibrite göre azot alımı ve kullanımının daha yüksek olduğu, bu durumun yeni hibritte depoya kuru madde aktarımının daha etkin olmasından ileri geldiği rapor edilmiştir (Rajcan ve Tollenaar., 1999b).

Min ve ark. (2011) çiçeklenme ile fizyolojik olum arasında altı farklı hibritte kuru madde ve azot birikimini ve organlara göre dağılımını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda kuru madde birikiminin çiçeklenme öncesi dönemde çiçeklenme sonrası dönemden daha hızlı olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, fizyolojik olumda kuru madde birikimi ve azot oranının kullanılan hibritlerde önemli derecede farklı olduğunu bildirmişlerdir.

Nişasta içeriği düşük olan iki adet mutant genotip ile bir normal genotipin fotosentez ürünlerinin kaynak-depo ilişkisi ile incelendiği bir araştırmada ¹⁴CO₂ ile muamele edilen bitkilerde fotosentez ürünlerinin oransal dağılımı araştırılmıştır. Çalışma sonucunda

normal tane yapısına sahip genotiplerin hem yapraktaki fotosentez hızlarının hem de taneye aktarılan fotosentez ürünlerinin mutant tiplere göre önemli ölçüde yüksek olduğu bildirilmiştir. Ayrıca kaynak-depo oranı ile ilgili çalışmalarda bu tip genotiplerin kullanılmasının faydalı olacağı rapor edilmiştir (Koch ve ark., 1982).

Mısırdaki protein, nişasta ve tane ağırlığının kaynak-depo ilişkisine göre ele alındığı başka bir çalışmada ise, protein ve nişasta birikiminin koçan üzerinde benzer olduğu, tozlanmadan sonra 19. günde tespit edilen karbon/azot oranının fizyolojik olumda tespit edilen protein ve nişasta birikimi ile direkt ilişkili olduğu rapor edilmiştir (Seebauer ve ark., 2009).

Salah ve ark. (2011) yedi adet tek melez ve iki adet üçlü melezden oluşan 9 farklı mısır hibritinde enerji akümüasyonu ve depo edilen biyolojik bileşenlerin enerjiye dönüşümü üzerine araştırmalar yapmışlardır. Bulgular hem büyüme parametreleri hem de farklı organlarda depo edilen karbonhidrat ve protein oranlarının hibritlere göre önemli ölçüde değişim gösterdiğini, bitki bünyesinde mevcut biyolojik enerjinin büyük kısmının karbonhidrat formunda depolandığını ortaya koymuştur.

Tsubo ve ark. (2001) mısır ve fasulye bitkilerinin tek başlarına ve birlikte yetiştirilme durumlarında radyasyon kullanım etkinliklerinin değişimini ve bunun yanı sıra vejetatif organlarda depo edilen biyolojik bileşenlerin enerji karşılıklarını (kJ/g) belirlemişlerdir. Tozlanmanın ardından 42., 70., 98. ve 126. günlerde alınan örneklerin organ bazında enerji içerikleri bakımından yaprak enerji içeriğinin bütün tarihlerde sap enerjisine göre daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Deneme Materyali

Araştırmada 4 adet saf hat ve bunların kendi aralarında melezlenmesi ile elde edilen hibritlerden oluşan toplam 8 genotip kullanılmıştır. Protein ve yağ içeriği bakımından nitelikli olan hatlar (IHO, IHP) ile daha önceki yıllarda Illinois Üniversitesi'nden temin edilen iki adet saf hattın (B73, Mo17) melezlenmesi sonucu 8 genotipten oluşan bir tohumluk seti 2010 yetiştirme sezonunda hazırlanmıştır. Kullanılan bitkisel materyalle ilgili bilgiler Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Denemede kullanılan genotipler

Genotip	Özelliği	Temin Edildiği/Oluşturulduğu Yer
IHO	Yüksek yağlı genotip	NCRPIS, ABD
IHP	Yüksek proteinli genotip	NCRPIS, ABD
B73	Saf hat	Illinois Üniversitesi, ABD
Mo17	Saf hat	Illinois Üniversitesi, ABD
IHOxB73	Melez kombinasyon	ÇOMÜ, Tarla Bitkileri Bölümü
IHOxMo17	Melez kombinasyon	ÇOMÜ, Tarla Bitkileri Bölümü
IHPxB73	Melez kombinasyon	ÇOMÜ, Tarla Bitkileri Bölümü
IHPxMo17	Melez kombinasyon	ÇOMÜ, Tarla Bitkileri Bölümü

3.2. Denemenin Kurulması ve Yürütülmesi

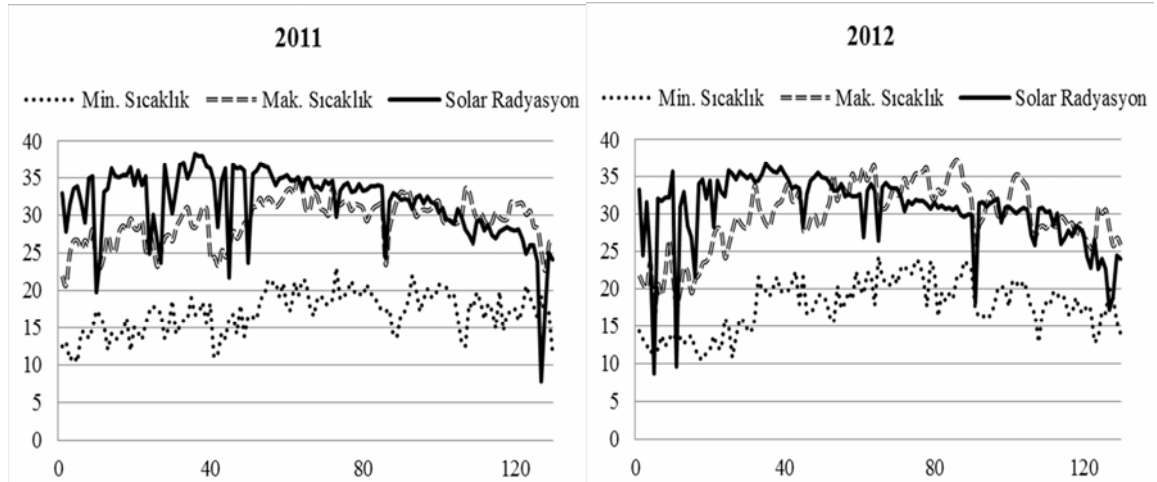
Deneme 2011 ve 2012'de Dardanos Araştırma ve Uygulama Birimi'nde tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her parsel iki sıradan oluşmuştur. Birinci yıl 18 Mayıs ikinci yıl ise 13 Mayıs tarihinde gerçekleştirilen ekim işlemi parsel mibzeri ile yapılmış ve 70 cm sıra arasına sahip olan 4 metrelik sıralara çıkışı garantilemek amacıyla 40'ar adet tohum atılmıştır. Bitkilerin çıkışının ardından 4-5 yapraklı dönemde dekarda yaklaşık 7000 bitki hedeflenerek tekleme ve seyreltme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Sulama, damlama sulama yöntemi ile bitkilerin stres durumları dikkate alınarak gerçekleştirilmiş olup, haftalık olarak yapılan sulamalarla ilk yıl 422,6 mm/da, ikinci yıl ise 420,2 mm/da su verilmiştir. Her iki yılda da sulamaya Ağustos ayının son haftasında son verilmiştir. Gübreleme, deneme alanından alınan toprak örneğinin analiz sonuçlarına (Çizelge 2) göre gerçekleştirilmiştir. Gübreleme her iki yılda da 17 kg/da saf azot hesabıyla uygulanmış olup, 1 Haziranda ENTEC® perfect (% 14 N, % 7 P₂O₅, % 17 K₂O, % 2 MgO, % 9 S, % 0,02 B, %0,01 Zn), 12 Temmuzda ENTEC® 26 (% 26 N, % 13 S) gübresi kullanılarak iki ayrı dönemde yapılmıştır. ENTEC® perfect gübresi 180 g/sıra

ENTECC® 26 gübresi ise 100 g/sıra miktarında uygulanmıştır. Yabancı ot mücadelesi Vitson herbisiti ile önerilen doz (125 ml/da) kullanılarak yapılmıştır.

Çizelge 2. Deneme alanının toprak özellikleri

Yıl	pH	E.C mS/cm	Kireç (%)	Org. Madde (%)	Fosfor (kg/da)	Potasyum (kg/da)
2011	7,93	0,62	11,10	1,26	3,82	55,78
2012	7,82	0,60	13,69	1,28	3,74	52,41

Denemenin yürütüldüğü Dardanos yerleşkesinde bulunan iklim istasyonundan (Campbell Instrument, USA) temin edilen sıcaklık ve ışıklanma ile ilgili veriler Şekil 5'te sunulmuştur. Buna göre ekimi takip eden kırkıncı günden itibaren, araştırmanın ikinci yılında maksimum sıcaklıkların birinci yıla göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

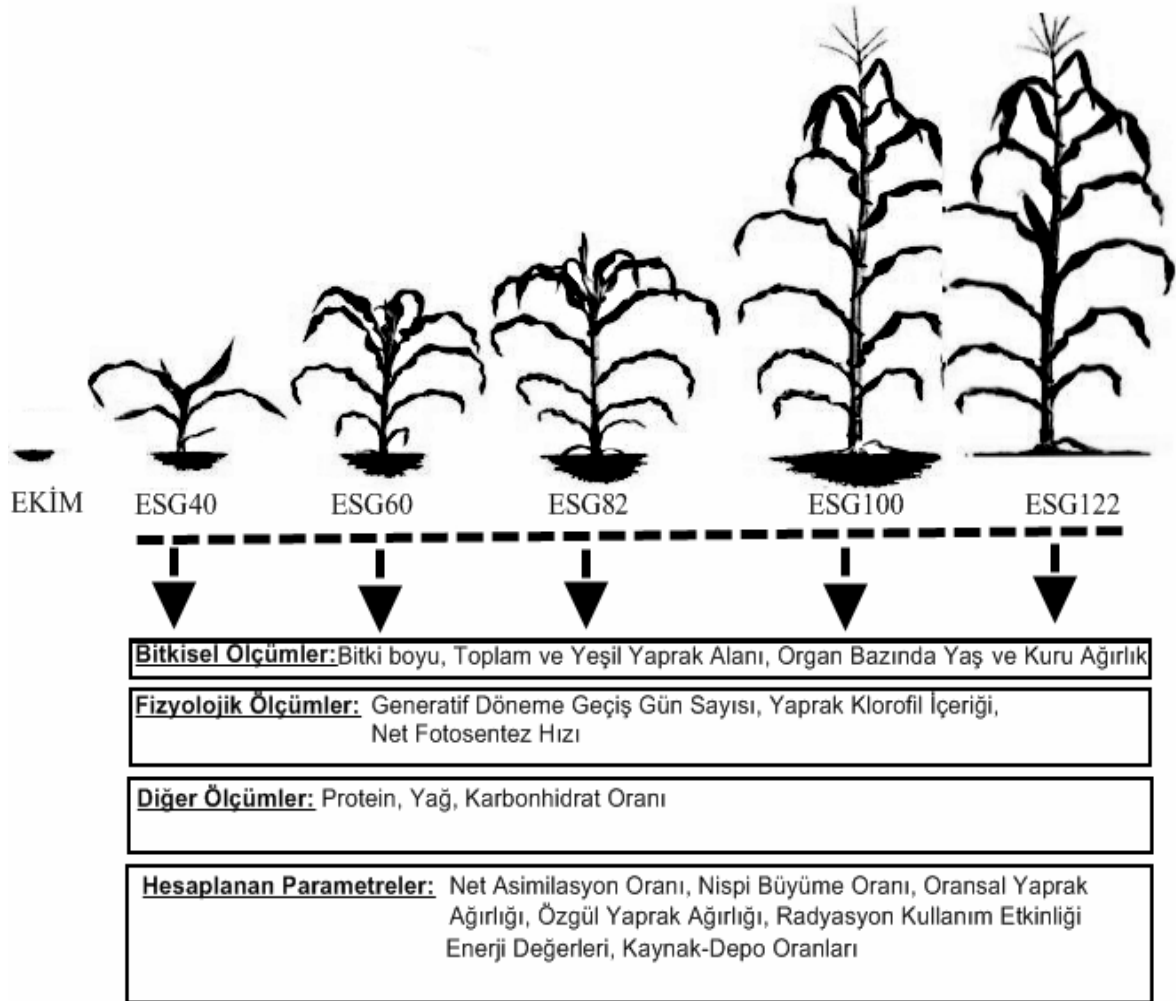


Şekil 5. Denemenin yürütüldüğü sezonlarda ekimden itibaren günlük minimum ve maksimum sıcaklıklar (°C) ile solar radyasyondaki (MJ/gün) değişim.

3.3. Gözlem Yöntemi ve İncelenen Özellikler

Her bir parselden belli sayıda bitki kademeli olarak hasat edilerek gerekli gözlem ve ölçümler yapılmıştır. Çıkış oranı ve generatif dönem gözlemleri dışındaki ölçümler kademeli olarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, ekim tarihinden sonraki 40., 60., 82., 100 ve 122. günlerde her parselden tesadüfi olarak 3'er adet bitki örneklenmiştir (Şekil 6). Her bir örnekleme döneminde toplam 72 bitki örnekleterek (her bir ölçüm tarihinde her genotipten 9 adet bitki) ölçüm ve analizler yapılmıştır. Bir yıllık süreçte 360 bitki üzerinde gözlem ve ölçüm yapılmış, iki yıl sonunda ise, toplamda 720 adet bitki gözlem ve ölçümlerde kullanılmıştır. Generatif döneme geçiş tarihinde ve sonrasında seçilen bitkiler kontrollü olarak elle tozlanmış ve diğer genotiplerden polen bulaşması engellenmiştir.

Birden fazla koçan bulunduran bitkilerde yalnızca en üstteki koçan tozlama işleminde kullanılmış, diğer koçan/koçanlar ise koruma altına alınarak tane bağlamaları engellenmiştir. Generatif döneme geçişten itibaren her bir sırada generatif döneme geçişten sonra gerekli olan bitki sayısı (en az dokuz) kadar kendileme yapılmış ve hasat bilgileri bulunan bir etiket bitkiye bağlanarak bu bitkiler işaretlenmiştir. Örneklenen bitkilerde aşağıdaki başlıklarda yer alan gözlem ve ölçümler yapılmıştır.



Şekil 6. Yapılan gözlemlerde uygulanan program (ESG: Ekimden sonra gün sayısı).

3.3.1. Bitkisel özellikler

Bitki Boyu (cm): Toprak yüzeyinden bitkinin en yüksekteki noktasına kadar olan mesafe santimetre olarak kaydedilmiştir.

Toprak Üstü Yaş Ağırlığı (g): Her hasat döneminde seçilen bitkiler hasatın hemen ardından hassas terazide tartılarak kaydedilmiştir.

Toprak Üstü Kuru Ağırlığı (g): Her hasat döneminde alınan örnekler 80 °C’de 72 saat süreyle tutularak kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Yaprak Yaş Ağırlığı (g): Bitkiler hasat edildikten sonra tüm yapraklar sapa bağlandıkları yerden kopararak tartılmak suretiyle yaprak yaş ağırlığı belirlenmiştir.

Yaprak Kuru Ağırlığı (g): Yaprak yaş ağırlığı belirlenen örnekler 80 °C’de 72 saat süreyle tutulduktan sonra tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Sap Yaş Ağırlığı (g): Yapraklar ayrıldıktan sonra saplar boğumlardan kesilip parçalanarak hassas terazide ağırlıkları kaydedilmiştir.

Sap Kuru Ağırlığı (g): Yaş ağırlıkları belirlenen sap örnekleri 80 °C’de 72 saat süreyle tutularak kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Koçan-Tane Yaş Ağırlığı (g): Bitkilerin koçan oluşturmaya başladığı hasat döneminden itibaren oluşan koçanlar kontrollü olarak tozlanmış koçan ağırlığı hassas terazide tartılıp kaydedilmiştir. Her bitki örneğinde taze koçanlardan 20 adet tane ayrılarak tane iriliğinin tespiti için tartılmış ve kaydedilmiştir.

Koçan-Tane Kuru Ağırlığı (g): Yaş ağırlıkları belirlenen koçan ve sömek örnekleri 80 °C’de 72 saat süreyle tutularak kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Yaş ağırlık tespitinde kullanılan 20 adet tane örneği de aynı şekilde kurutulmuş ve kuru ağırlıkları tartılarak belirlenmiştir.

Koçan Yaşı (Gün): Örneklenen bitkilere ait koçanlar kontrollü olarak tozlanmış ve bu tozlanma tarihi koçan kağıdı üzerine yazılmıştır. Örnekleme tarihi ile koçanın tozlandığı tarih arasındaki gün sayısı hesaplanmış ve değerler parsel ortalaması alınarak kaydedilmiştir.

Generatif Döneme Geçiş Tarihleri (Gün): Her parselde, bitkilerin % 50’sinin tepe püskülü çıkarma, polen dökme ve koçan püskülü çıkarma dönemine girdiği gün kaydedilmiş ve ekim tarihinden bu güne kadar olan süre hesaplanmıştır.

Polen Dökme-Koçan Püskülü Çıkarma Aralığı (Gün): Polen dökme ve koçan püskülü çıkarma tarihlerinin farkı alınarak gün sayısı olarak belirlenmiştir.

Generatif Döneme Geçiş için Günlük Gelişim Derecesi (°Cd): Günlük olarak gelişim derecelerinin hesaplanmasında iklim istasyonundan alınan maksimum ve minimum sıcaklıklar ile temel sıcaklık (10 °C) değerleri kullanılmak suretiyle her bir günün gelişim derecesi bulunmuştur (Stewart ve ark, 1998). Çiçeklenme tarihi gözlemlerinde hesaplanan gün sayılarına kadar bu değerler toplanarak her genotip için ayrı ayrı tepe püskülü çıkarma, polen dökme ve koçan püskülü çıkarmada gerekli olan kümülatif günlük gelişim dereceleri tespit edilmiştir. Çiçeklenme aralığı için hesaplanan GGD değerleri koçan püskülü çıkarma ve polen dökme için hesaplanan değerlerin farkı alınarak belirlenmiştir.

Generatif Döneme Geçiş için Tutulan Işık Toplamı (MJ): Ekimden itibaren her bir günde kaydedilen toplam solar radyasyon öncelikle fotosentetik aktif ışığa (PAR) dönüştürülmüştür (bkz: 3.4.2.). Daha sonra bu değerler toplanarak genotiplerin kümülatif fotosentetik aktif ışık değerleri hesaplanmıştır. Tepe/koçan püskülü çıkarma ve polen dökme günlerine kadar hesaplanan kümülatif PAR değerleri analiz edilerek genotip bazında bu dönemlere ulaşmak için gerekli olan ışık miktarı tespit edilmiştir. Çiçeklenme aralığına ait PAR değerleri koçan püskülü çıkarma ve polen dökme için hesaplanan değerlerin farkı alınarak belirlenmiştir.

3.3.2. Fizyolojik ve diğer özellikler

Yaprak Alanı (cm²): Her hasat döneminde seçilen bitkiler hasat edildikten sonra bitkideki tüm yapraklar tarayıcıda taranarak 200 dpi çözünürlükte ve bmp formatında kaydedilmiştir. Kaydedilen resimler CompuEye programı (Bakr, 2005) kullanılarak bitki başına toplam yaprak alanı, kuru yaprak alanı ve kuruluk oranı belirlenmiştir. Kullanılan bilgisayar programı standart bir metrenin resmi taranarak bu resimde 5 cm'lik mesafeye göre kalibre edilmiştir. Daha sonra taranan yaprak resimleri programa aktarılarak ölçüm yapılan dönemlerde yaprak alanı ile ilgili yukarıda belirtilen özelliklere ait değerler elde edilmiştir.

Fotosentez Hızı (μmol/m²/sn): Klorofil ölçümleri yapılan yaprakta fotosentez hızı ölçümü LI-COR 6400 fotosentez ölçüm cihazı (LICOR, USA) ile gerçekleştirilmiştir. Fotosentez ölçümleri saat 10:00 ile 15:00 arasında yapılmıştır. Ölçümlerde her genotip için daha önceden işaretlenmiş bitkilerde toplam yaprak sayısının yarısına denk gelen yaprağın orta kısmına ölçüm başlığı bağlanarak bitkinin net fotosentez hızı belirlenmiştir. Net fotosentez hızı ölçümlerinde CO₂ miktarı 400 μmol/sn, akış hızı 500 μmol/sn, stoma oranı 1 olarak belirlenmiş ve stabilite değerleri 1/1/1 olunca en az 10 adet log alınarak cihazın hafızasına kaydedilmiştir. Fotosentez ölçümleri gün ışığı altında gerçekleştirilmiş ve toplanan log dosyaları bilgisayara aktarılarak her bir bitkiye ait ortalamalar alınmıştır. Elde edilen bitki bazlı verilerden istatistik analizlerde kullanılmak üzere her bir genotip için tekerrür ortalamaları hesaplanmıştır.

Klorofil İçeriği (μg/g - μg/cm²): Her hasat döneminde seçilen bitkiler hasat edilmeden önce bitkide görünür toplam yaprak sayısının yarısına denk gelen yaprak işaretlenmiştir. Bu yaprağın orta kısmından fotosentez hızı ölçümleri yapılmış ve bitki hasadının ardından yaprağın orta kısmından disk alıcı ile 10 adet yaprak diski (yaklaşık 6 cm²) alınarak kilitli naylon torbalara konulmuş ve etiketlenerek laboratuvara ulaştırılana

kadar soğutucuda saklanmıştır. Laboratuvarında, alınan 10 adet yaprak diskinin ağırlıkları hassas terazide tartılarak kaydedilmiştir. Her yaprağa ait diskler ayrı ayrı 10 ml'lik cam tüplere konulmuş, üzerine 7 ml dimethyl sulphoxide (DMSO) eklenmiştir. Bu işlemin ardından tüpler 65 °C'lik su banyosunda 30 dakika boyunca bekletilmiştir. Su banyosundan çıkarılan tüplerdeki sıvı dimethyl sulphoxide ile 10 ml'ye tamamlanmıştır. Bu örneklerden 3 ml alınarak atılabilir spektrofotometre küvetine konulmuştur. En az yarım saat önceden açılarak hazır halde tutulan UV-VIS Spektrofotometre (PG Instruments, İngiltere) cihazında 645 nm ve 663 nm'deki absorbans değerleri kaydedilmiş ve bu işlemde şahit olarak DMSO kullanılmıştır. Elde edilen absorbans değerleri Hiscox ve Israelstam (1979)'un belirttiği aşağıdaki formüllerde kullanılarak örneklerin klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil içerikleri belirlenmiştir.

$$\text{Chla (mg/litre)} = 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645}$$

$$\text{Chlb (mg/litre)} = 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663}$$

$$\text{Toplam Chl (mg/litre)} = 20,2 \times A_{645} - 8,02 \times A_{663}$$

Formül sonuçlarında elde edilen mg değerleri 1000 ile çarpılarak µg'a çevrilmiştir. Elde edilen rakamlar iki farklı hesaplamada kullanılmıştır. Öncelikle ağırlık bazlı hesaplamada, elde edilen rakam solvent içeriğine bölünmüş ve daha sonra örnek ağırlığı kullanılarak 1 g yaş örnekte µg cinsinden klorofil içeriği tespit edilmiştir. Aynı şekilde alan bazlı hesaplamada (µg/cm²) elde edilen değer solvent miktarına bölünmüş ve daha sonra alınan 10 adet diskin örnek alanına (6 cm²) bölünmesi ile sonuç elde edilmiştir.

Protein Oranı (%): Her hasat döneminde seçilen bitkiler hasat edildikten sonra yaprak, sap ve koçan oluşturmuş ise koçandan tane örneği alınmış, öğütülmüş ve NIR spektroskopisi (Spectrastar 2400D, USA) cihazında protein oranı belirlenmiştir. Bitkinin farklı kısımlarında toplam protein verimini belirlemek amacıyla sap, yaprak ve koçan örneklerinin kuru madde değerleri ile bu kısımlarda tespit edilen protein oranları çarpılmıştır.

Karbonhidrat Oranı (%): Her hasat döneminde seçilen bitkiler hasat edildikten sonra yaprak, sap ve koçan oluşturmuş ise koçandan tane örneği alınmış ve öğütülerek NIR cihazında örneklerin karbonhidrat oranı belirlenmiştir. Bitkinin farklı kısımlarında ve toplam bitkide karbonhidrat verimini belirlemek amacıyla protein oranında gerçekleştirilen işlemler karbonhidrat oranı için de yerine getirilmiştir.

Yağ Oranı (%): Hasat döneminde eğer seçilen bitki koçan oluşturmuş ise kurutulan koçan örneğinden taneler ayrılarak alınmış ve öğütülerek NIR cihazında yağ

oranı belirlenmiştir. Yağ veriminin tespiti amacıyla kurutulan koçanlardan elde edilen tanelerin ağırlıkları ile elde edilen oransal değer çarpılmıştır.

3.4. Hesaplanan Parametreler

Bu çalışmada ölçüm alınan bitkisel özelliklere dayalı olarak çeşitli parametreler hesaplanmıştır. Bu parametrelerden bitki büyüme parametreleri ve radyasyon kullanımı ve enerji akümülyasyonuna yönelik olarak hesaplanan parametreler aşağıdaki bölümlerde açıklanmıştır.

3.4.1. Bitki büyüme parametreleri

Gözlem alınan bitkisel ölçümler kullanılarak Hunt ve ark. (2002)'nın belirttiği modellere göre aşağıdaki büyüme parametreleri hesaplanmıştır. Bitki büyüme analizlerine ait parametreler Çizelge 3'te gösterilen formüllere uygun olarak geliştirilmiş R 2.12 programında *plagroanalysis* paketi kullanılarak hesaplanmıştır (R Development Core Team, 2012).

Çizelge 3. Hesaplanan büyüme parametrelerinde kullanılan formüller

Kısaltma	Açık ad (birim)	Formül
NBO	Nispi büyüme oranı ($\text{g g}^{-1} \text{d}^{-1}$)	$(\log_e W_2 - \log_e W_1) / (T_2 - T_1)$
NAR	Net asimilasyon oranı ($\text{g cm}^{-2} \text{d}^{-1}$)	$[(W_2 - W_1) \times (\log_e LA_2 - \log_e LA_1)] / [(LA_2 - LA_1) \times (T_2 - T_1)]$
LAR	Oransal yaprak alanı ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$)	$[(LA_1/W_1) + (LA_2/W_2)] / 2$
SLA	Özgül yaprak alanı ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$)	$[(LA_1/LW_1) + (LA_2/LW_2)] / 2$
LWF	Oransal yaprak ağırlığı (g g^{-1})	$[(LW_1/W_1) + (LW_2/W_2)] / 2$
Formül		
Bileşeni		
W	Bitki toplam kuru ağırlığı (g)	
T	Zaman (gün)	
L_A	Yaprak alanı (cm^2)	
L_W	Yaprak ağırlığı (g)	

3.4.2. Radyasyon kullanım etkinliği (g /MJ / bitki)

Genotiplerin radyasyon kullanım etkinlikleri bitki büyüme oranının tutulan PAR değerine bölünmesi ile elde edilmiştir. Toplam günlük solar radyasyon ($\text{W/m}^2/\text{s}$) değerinin PAR değerine dönüştürülmesi amacıyla aşağıdaki formüllerden yararlanılmıştır.

$$\text{SRAD (MJ/m}^2/\text{d)} = \sum (\text{SRAD} \times 3600) / 1000000$$

$$\text{PAR} = 0,429 + 0,12^{-\text{SRAD}/2,8}$$

Bu formüllerde SRAD; metrekaireye gelen toplam solar radyasyonu, PAR; toplam solar radyasyonun fotosentetik aktif radyasyona dönüştürülmüş (Lizaso ve ark., 2003) halini göstermektedir.

Tutulan PAR (IPAR) değerinin ölçüm tarihlerinde hat bazında hesaplanması amacıyla aşağıdaki formül kullanılmıştır (Lizaso ve ark., 2003).

$$IPAR = (PAR/PLTPOP) \times 1 - e^{-k \times YAI}$$

Bu förmülde PAR; ölçüm yapılan tarihe kadar günlük kaydedilen toplam PAR değerini, PLTPOP; metrekairede bitki sayısını, YAI; yaprak alan indeksini, k değeri ise ışık geçirme katsayısını ifade etmektedir. Formülde kullanılan k katsayısı aşağıdaki formüle göre tespit edilmiştir (Lizaso ve ark., 2003).

$$k = 1.5 - 0.768 (ROWSPC^2 - PLTPOP)^{0.1}$$

Bu formülde ROWSPC; sıra arası mesafeyi, PLTPOP; metrekairede bitki sayısını göstermektedir.

3.4.3. Enerji akümülayasyonu ve kaynak depo oranı

Bu çalışmada güneş enerjisinin biyomkimyasal enerjiye dönüşümü ve depolanması ile ilgili olarak çeşitli hesaplamalar yapılmış ve genotipler bu sonuçlara dayalı olarak kıyaslanmıştır. Önceki bölümde hesaplanma şekli gösterilen her bir genotipe ait tutulan ışık (IPAR) değerleri (MJ), kilokaloriye (kcal) dönüştürülmüştür. Bu dönüşüm için tespit edilen IPAR değeri 238,89 katsayısı ile çarpılmıştır. Örnekleme tarihlerinde alınan bitki örneklerinin kuru madde değerleri ve biyokimyasal bileşimlerinin (protein oranı, yağ oranı, karbonhidrat oranı vb.) verileri kullanılarak bitki bazında oluşturulan kuru maddenin enerji karşılığı tespit edilmiştir. Bu hesaplamalarda Hanson ve ark. (1960) tarafından önerilen katsayılar ve hesaplama yöntemi kullanılmıştır. Kaynak-depo oranı aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır.

$$K/D1 = (\text{Yaprak Kuru Ağırlığı}) / (\text{Sap Kuru Ağırlığı} + \text{Koçan Kuru Ağırlığı})$$

$$K/D2 = (\text{Yaprak Toplam Enerjisi}) / (\text{Sap Toplam Enerji} + \text{Tane Toplam Enerji})$$

Bu formüllerden K/D1 organ bazında ölçülen kuru madde değerlerine bağlı olarak hesaplanan kaynak depo oranını, K/D2 ise bu değerlerin Hanson ve ark. (1960)'a göre hesaplanan enerji değerlerinin kaynak-depo oranlarını vermektedir. Sömek ve koçan yaprağı kısımlarının kalite analizleri yapılmadığından enerji bazlı kaynak-depo oranlarında

bu kısımlar hesaplamaların dışında tutulmuştur. Enerji hesaplamalarında protein, yağ ve karbonhidrat dışında kalan (lif vb) bileşenler diğer kısımlar olarak Hanson ve ark. (1960)'a göre hesaplanmıştır.

3.5. İstatistik Analizler

3.5.1. Varyans analizleri

Araştırma sonuçları iki ayrı model kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Çalışmada vejetasyon süresince yapılan ve iki yılda da ölçülen karakterler Model 1'e göre analiz edilmiş; tekrarlamalı olarak ölçülmeyen özellikler ise Model 2'ye göre değerlendirilmiştir.

Model 1:

$$Y_{hijk} = \mu + E_h + G_i + T_j + GE_{hi} + GT_{ij} + GTE_{hij} + B_{hk} + e_{hijkl}$$

burada; Y_{hijk} : gözlemlenen değer, μ : genel ortalama, E_h : yıl etkisi h ($h=1, 2$), G_i : genotip etkisi i ($i = 1, 2, \dots, 8$), T_j : Gözlem tarihi etkisi j ($j=1, 2, \dots, 5$), GE_{hi} : yıl x genotip interaksiyon etkisi, GT_{ij} : genotip x gözlem tarihi etkisi, GTE_{hij} : genotip x gözlem tarihi x yıl interaksiyon etkisi, B_{hk} : h . yılda k . tekerrürün etkisi ($k=1, 2, 3$; $h=1, 2$), e_{hijkl} : tesadüfi hatadır.

Model 2:

$$Y_{hijk} = \mu + E_h + G_i + GE_{hij} + B_{hk} + e_{hijk}$$

burada; Y_{hijk} : gözlemlenen değer, μ : genel ortalama, E_h : yıl etkisi h ($h=1, 2$), G_i : genotip etkisi i ($i = 1, 2, \dots, 8$), GE_{hij} : yıl x genotip interaksiyon etkisi, B_{hk} : h . yılda k . tekerrürün etkisi ($k=1, 2, 3$; $h=1, 2$), e_{hijk} : tesadüfi hatadır.

Genel varyans analizleri SAS V8 istatistik paket programında (SAS Inst, 1999) Proc ANOVA komutu kullanılarak yapılmış, varyans kaynaklarına göre ortalamalar arasındaki farkların önemli bulunduğu özelliklere ait değerler Tukey çoklu karşılaştırma testi ile gruplandırılmıştır.

3.5.2 Genetik analizler

3.5.2.1 Genetik model

Genetik analizlerde Zhu (2003) tarafından önerilen eklemeli-dominans model (Model 3) kullanılmıştır. Bu model her bir gözlem tarihinde alınan verilere ayrı ayrı uygulanmıştır. Tahminleme yöntemi olarak AUP (Adjusted Unbiased Prediction) ve MINQUE1 (Minimum Quadratic Unbiased Estimation) metodları kullanılmış, blok etkisi modele dâhil edilmiş ve Jacknife prosedüründe hücre değeri 1 alınmıştır. İncelenen

özellikler ile ilgili eklemeli ve dominans etkilerin hesaplanması için aşağıdaki modelden faydalanılmıştır.

Model 3:

$$Y_{hijk} = \mu + E_h + G_i + GE_{hij} + B_{hk} + e_{hijk}$$

burada; Y_{hijk} : gözlemlenen değer, μ : genel ortalama, E_h : yıl etkisi h ($h=1, 2$), G_i : genotip etkisi i ($i = 1, 2, \dots, 8$), GE_{hij} : yıl x genotip interaksiyon etkisi, B_{hk} : h . yılda k . tekerrürün etkisi ($k=1, 2, 3$; $h=1, 2$), e_{hijk} : tesadüfi hata olarak tanımlanmıştır.

3.5.2.2 Heterosis analizi

Heterosis analizlerinde yine Zhu (2003) tarafından önerilen aşağıdaki formüller kullanılmıştır.

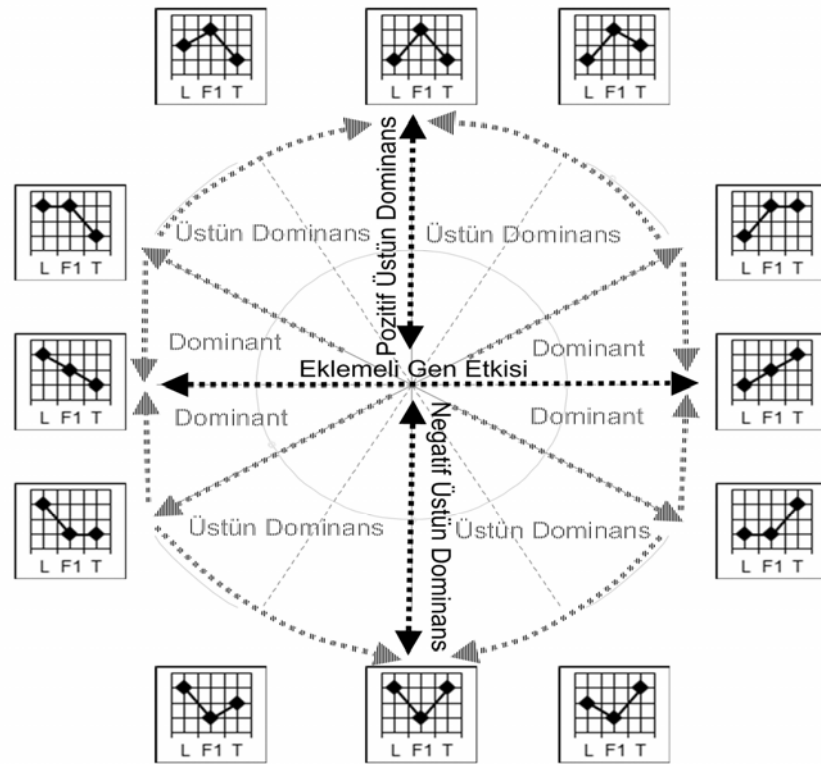
Herhangi bir melez kombinasyonu (F_n) için anaç ortalamalarına göre (H_M) ve üstün anaca göre (H_B) heterosis hesaplanmıştır. Anaç ortalamalarına göre genel heterosis; $H_M(F_n) = (1/2)^{n-1} \Delta_D$, anaç ortalamalarına göre interaksiyon heterosis; $H_{ME}(F_n) = (1/2)^{n-1} \Delta_{DE}$, üstün anaca göre genel heterosis; $H_M(F_n) = (1/2)^{n-1} \Delta_D - 1/2 \omega_G$, üstün anaca göre interaksiyon heterosis; $H_{BE}(F_n) = (1/2)^{n-1} \Delta_{DE} - 1/2 \omega_{GE}$ formüllerine göre hesaplanmıştır. Heterosis analizlerinde kullanılan formüllerde Δ_D : dominans heterosisi, Δ_{DE} : DE interaksiyon heterosisi, ω_G : ebeveynlerin genotipik farkını, ω_{GE} : ebeveynlerin interaksiyon etkisine bağlı farkını göstermektedir (Zhu, 2003). Heterosis değerlerinin önem testleri tek yönlü t testi kullanılarak yapılmıştır. Heterosis analizleri QGASStation V.2 programında gerçekleştirilmiştir (Chen ve ark., 2012).

3.5.2.3 Kalıtım derecelerinin tahmini

İncelenen özelliklere ait kalıtım derecelerinin tespitinde Zhu (2003) tarafından önerilen varyans modelinde hesaplanan varyans bileşenleri kullanılmıştır. Bu bileşenlerin tespiti için AUP (Adjusted Unbiased Prediction) yöntemi kullanılmış ve tahminleme yöntemi olarak MINQUE1 (Minimum Norm Quadratic Unbiased Estimate) metodundan faydalanılmıştır. Geniş anlamda kalıtım derecesi (H), dar anlamda kalıtım derecesi (h^2), çevrelere bağlı geniş anlamda kalıtım derecesi (HE) ve çevrelere bağlı dar anlamda kalıtım derecesi (h^2E) fenotipik varyans içerisinde genetik etkilerin payları olarak hesaplanmıştır. Kalıtım derecelerinin önem testi tek yönlü t testi ile yapılmıştır. Kalıtım derecelerinin tahmini QGASStation V.2 programında gerçekleştirilmiştir (Chen ve ark., 2012).

3.5.3. Gen etkilerinin gösterimi

İncelenen özelliklerdeki değişime etkili olan genlerin etki durumlarını belirlemek ve görsel olarak sunmak amacıyla Swanson-Wagner ve ark. (2006) tarafından geliştirilen metoda göre oluşturulan polar grafik yönteminden yararlanılmıştır (Lisec ve ark., 2011). Bu grafiklerde gen etkisinin tipi 360 derecelik bir dairesel grafik üzerinde hibritler ve ebeveynlere ait tekerrür ortalamaları kullanılarak gösterilmiştir. Ölçülen değerlere dayalı olarak her bir melezin anaçlarından farkı belirlenmiştir. Bu fark değerleri önce dereceye daha sonra da radyana dönüştürülerek genotipler arasındaki ayrım daha net hale getirilmeye çalışılmıştır. Kullanılan grafikte verilerin dağılımına göre gen etkileri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 7). Polar grafikler PolarPlot kodları (Jan Lisec) kullanılarak R.2.12 programında oluşturulmuştur (R Development Core Team, 2012).



Şekil 7. Genetik etkilerin gösterilmesi amacıyla kullanılan polar grafik.

Polar grafikte gen etkilerinin gösterilmesi amacıyla altı farklı bölge dikkate alınmıştır. Bu bölgeler bakımından veriler saat yönlerine göre 12-6 yönündeki çizgi üzerinde dağılım gösterdiğinde üstün dominans etkinin, 3-9 yönündeki çizgi üzerinde dağılım gösterdiğinde eklemeli gen etkisinin, 2-4 (düşük değere sahip ebeveyn) ve 8-10 (yüksek değere sahip ebeveyn) aralıklarında dağılım gösterdiğinde dominant gen etkisinin, 10-2 aralığında pozitif üstün dominans, 4-8 aralığında negatif üstün dominans gen etkisinin

incelenen özelliğin değişimine etki ettiği anlaşılmaktadır (Lisec ve ark., 2011). Bu grafiklerin çevresinde yer alan 12 farklı kutucukta hibrit ve ebeveyn ortalamalarının durumu görülmektedir. Bu kutucuklarda L harfi ana hattı, T harfi baba hattı, F1 ise hibrit kombinasyonu göstermektedir. Polar grafikler yalnızca gen etkilerini göstermekle kalmayıp, heterosis ve ana-baba hatlar ile hibritlerin ortalamaları arasında görsel bir kıyaslama yapılmasına da imkân vermektedir. Bu kıyaslamanın yapılabilmesi için farklı hibritlere farklı simgeler verilerek grafik üzerinde gösterilmiştir. İleriki bölümlerde grafik üzerinde yer alan simgelerden, Δ ; IHOxB73'ü, $\blacktriangle$; IHOxMo17'yi, $\circ$; IHPxB73'ü, $\bullet$ ise IHPxMo17'yi göstermek amacıyla kullanılmıştır (Şekil 7).

3.5.4. Özellikler arası ilişkiler ve regresyon ağaçları

İncelenen özelliklerin hedef özellikler olan protein, karbonhidrat ve yağ oranı ile ilişkilerinin tespiti için Pearson korelasyon katsayıları, SAS istatistik paket programında Proc CORR komutu kullanılarak hesaplanmıştır (SAS Inst, 1999).

Bu çalışmada ele alınan organ bazında protein oranı, karbonhidrat oranı ve tane yağ oranı ile tek bitki kuru ağırlığının değişimine yönelik karar modelleri için Sınıflama ve Regresyon Ağacı yönteminden faydalanılmıştır (Breiman ve ark.,1984). Regresyon modelleri oluşturulur iken protein, karbonhidrat ve yağ oranı ile tek bitki verimi bağımlı değişken, diğer özellikler ise bağımsız değişken olarak atanmıştır. Sınıflama ve Regresyon Ağacı diagramları R 2.15 programında (R Development Core Team, 2012) *rpart* paketi kullanılarak oluşturulmuştur (Zhao, 2012).

BÖLÜM 4**ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA****4.1. Çıkış oranı****4.1.1. Genotiplere göre değişim**

Çıkış oranı, toprak üstüne çıkan bitki sayısının ekilen tohum sayısına oranını göstermektedir. Bu özellik sıcaklık, toprak nemi ve yapısı gibi çevresel faktörlerin yanı sıra genotip, çim kını ve çimlenme özellikleri, embriyo iriliği ve endosperm oranı gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Kullanılan genotiplerin çıkış oranları arasında istatistiki açıdan önemli bir fark bulunmuştur (Ek Çizelge 1). Hibritlerin genellikle ebeveyn hatlardan yüksek çıkış oranına sahip oldukları görülmüştür. Genotip ortalamaları dikkate alındığında en düşük ortalama % 69,4 ile IHO hattında, en yüksek ortalama ise % 84,4 ile IHPxB73 hibritinde hesaplanmıştır (Çizelge 4). Bu hibrit ile IHO ve IHP hatları dışında diğer genotipler arasında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Yüksek yağlı IHO hattının embriyo iriliğinin diğer genotiplere göre yüksek, endosperm oranının ise düşük olduğu bilinmektedir. Çıkış oranı çimlenme ile ilişkilidir. Çimlenme esnasında tohumda başta karbonhidratlar olmak üzere, protein ve yağlar parçalanarak çim oluşumu ve gelişimi için harcanmaktadır (Sánchez-Linares ve ark., 2012). IHO hattının en düşük çıkış değerine (% 69,4) sahip genotiplerden birisi olması, çıkış oranı üzerine embriyo iriliğinden çok endosperm oranının etkili olduğunu göstermiştir (Çizelge 4).

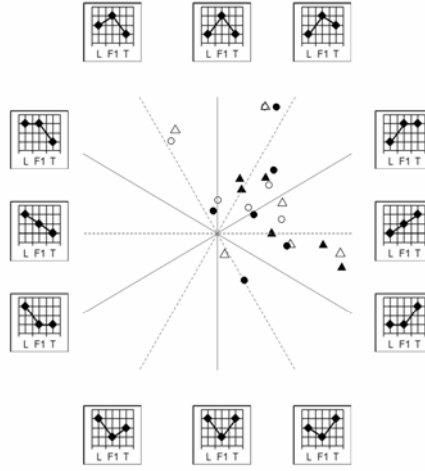
Çizelge 4. Kullanılan genotiplerin çıkış oranları (%)

Genotip	2011	2012	Ortalama
B73	70,4	83,8	77,1 ab
Mo17	78,8	81,7	80,2 ab
IHO	71,3	67,5	69,4 b
IHP	65,4	73,8	69,6 b
IHOxB73	81,3	79,2	80,2 ab
IHOxMo17	79,6	76,3	77,9 ab
IHPxB73	82,5	86,3	84,4 a
IHPxMo17	87,1	75,4	81,3 ab
Ortalama	77,9	77,0	

4.1.2. Genetik etkiler ve heterosis

Çıkış oranına ait geniş anlamda kalıtım derecesi ve bunun çevreyle olan etkileşimi önemli bulunmuştur. Kalıtım derecelerine göre, çıkış oranı üzerine eklemeli ve dominans gen etkilerinin beraberce etki ettiği ve genetik faktörlerin toplam varyasyon içerisindeki etkisinin düşük olduğu ($H=0,20^{**}$; $HE=0,15^{**}$) görülmüştür. Polar grafikteki dağılıma

göre, üstün dominans ve düşük ebeveynin dominant etkisi ile hibritlerin ebeveynlerine göre farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8. Çıkış oranı üzerine genetik etkileri gösteren polar grafik (Δ: IHOxB73, ▲: IHOxMo17, ○: IHPxB73, ●: IHPxMo17).

Çıkış oranına ait heterosis analizi sonuçları çizelge halinde sunulmadan değerlendirilmiştir. Heterosis analizi sonuçlarına göre, heterobeltiosis değerleri heterosis değerlerinden düşük bulunmuş, yalnızca IHOxMo17 kombinasyonunun heterobeltiosis değeri önemli ve negatif yönlü olmuştur (-0,003**).

4.2.Bitki Boyu

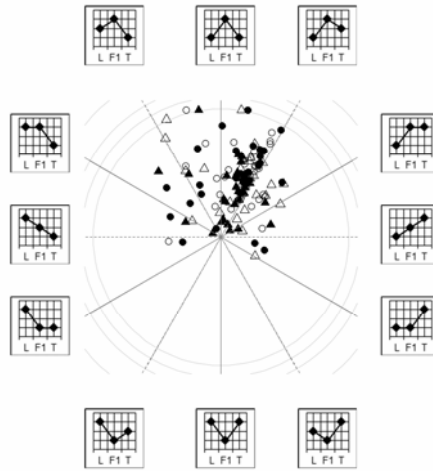
4.2.1. Genotiplere ve zamana göre değişim

Bitki boyu ile ilgili veriler kullanılarak yapılan varyans analizi sonuçlarına göre Yıl x Genotip ve Yıl x Genotip x ESG interaksiyon etkileri dışında bütün varyans unsurlarının bu özelliğin değişimine önemli derecede etkisi olduğu anlaşılmıştır (Ek Çizelge 1). Bitki boyu ortalamaları bitki gelişimine göre ESG82 ölçümlerine kadar devamlı bir artış göstermiş, ESG100 ölçümünde sabit kalmış ve en son ölçüm tarihi olan ESG122’de ise bir miktar düşüş göstermiştir (Ek Çizelge 5). Kullanılan genotipler karşılaştırıldığında hibritlerin özellikle ESG60 ölçümünden itibaren ebeveyn hatlara üstünlük sağladığı, IHPxB73 kombinasyonunun ise öne çıktığı anlaşılmıştır (Ek Çizelge 5). Baba hatlardan B73 ile oluşturulan kombinasyonların rakamsal olarak bütün ölçüm tarihlerinde diğer genotiplere üstünlük sağladığı, ESG82, ESG100 ve ESG122’de bu genotipler ile ana hatlar (IHO, IHP) arasında istatistiki açıdan önemli farklar olduğu belirlenmiştir. Mısırdaki bitki boyu, boğum sayısı ve boğum aralarının uzunlukları ile kontrol edilmektedir (Muttoni ve ark., 2012). Bitki boyundaki değişimi konu edinen farklı araştırmalar vejetatif meristemin

generatif meristeme dönüşene kadar bitki boyundaki artışın yavaş olduğunu, generatif meristemin oluşumundan sonra ise hızlandığını göstermiştir. Tepe püskülü tamamen çıktıktan sonra bitki boyunda uzama sona ermektedir. Mısırdaki bitki boyundaki artış dört gelişim fazı ile ilişkilendirilmiştir. Birinci faz hücre bölünmesinin yoğun olduğu, ikinci faz ise boğum arasının tabanındaki uzama bölgesinin oluştuğu dönemdir (Fornuier ve Andrieu, 2000). Bitki boyunda meydana gelen temel farklılıklar bu fazlar arasındaki geçişlerin genotiplere göre farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

4.2.2. Genetik etkiler ve heterosis

Bitki boyu mısırdaki vejetatif gelişimin göstergelerindendir. Uzarowska ve ark. (2007) bitki boyundaki artış üzerine dominans gen etkilerinin baskın olduğunu bildirmiştir. Yapılan bu çalışmada da ilk ölçüm tarihi hariç diğer bütün ölçüm tarihlerinde dominans gen etkilerinin baskın olduğu kalıtım derecelerinden anlaşılmaktadır (Çizelge 5). Genetik etkileri gösteren polar grafikte birkaç gözlem dışında hibritlerin hemen hemen hepsinin ebeveyn hatlara ya eşit ya da yüksek değere sahip olması bitki boyunun üstün dominans gen etkisinin kontrolünde olduğunu göstermektedir (Şekil 9). Gelişim dönemlerine göre ESG100 tarihi de dahil olmak üzere kalıtım derecesi devamlı artış göstermiş ve bu tarihten sonra bir miktar düşmüştür. Farklı örnekleme tarihlerinde hesaplanan geniş anlamda kalıtım derecesinin en düşük % 50 olması bitki boyunun fenotipik değişiminde genetik etkilerin yüksek derecede etkili olduğunu göstermiştir. Vejetasyonun ilk dönemlerinde bitki boyundaki değişimin çevresel etkilerin genetik etkilerle olan interaksiyonuna bağlı olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 5).



Şekil 9. Bitki boyuna ait gen etkilerini gösteren polar grafik (Δ:IHOxB73, ▲:IHOxMo17, ○:IHPxB73, ●:IHPxMo17).

Çizelge 5. Bitki boyuna ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri

	ESG40	ESG60	ESG82	ESG100	ESG122
Heterosis					
IHOxB73	0,20	0,45**	0,26**	0,31**	0,26**
IHOxMo17	0,15*	0,37**	0,29**	0,28**	0,25**
IHPxB73	0,27**	0,33**	0,27**	0,32**	0,33**
IHPxMo17	0,22*	0,19	0,24**	0,28**	0,28**
Heterobeltiosis					
IHOxB73	0,18	0,45**	0,23**	0,30**	0,25*
IHOxMo17	0,14	0,34*	0,27**	0,26**	0,23**
IHPxB73	0,26*	0,30*	0,25**	0,31**	0,29**
IHPxMo17	0,21	0,19	0,24**	0,26**	0,24**
Kalıtım Dereceleri					
h^2	0,08*	0,00	0,00	0,00	0,00
H	0,50**	0,66**	0,82**	0,88**	0,76**
h^2E	0,34**	0,10**	0,00	0,02*	0,01
HE	0,40**	0,10**	0,01	0,07**	0,04

*, **, İstatistiki olarak 0,05 ve 0,01 düzeyinde önemlidir.

Tüm genotiplerde hesaplanan heterosis ve heterobeltiosis değerleri pozitif yönlü bulunmuştur (Çizelge 5). Bitki boyunun agronomik karakterler içerisinde heterosis analizlerinde kullanılabilecek mükemmel özelliklerden olduğu ve kalıtım derecesinin yüksek olduğu rapor edilmiştir (Uzarowska ve ark., 2007). Bu konuda yapılan çalışmalarda bitki boyunda hesaplanan heterosisin % 90'ının hücre sayısının artışı, % 10'unun ise hücre genişlemesi ile ilişkili olduğu belirlenmiştir (Kiesselbach, 1922). Çalışmamızda belirlenen heterosis değerlerinin pozitif yönlü olmasının ve diğer özelliklere göre yüksek bulunmasının nedeni hibritlerdeki hücre sayısı artışının ebeveynlere göre vejetasyon süresince yüksek olması olabilir.

4.3. Yaş Ağırlık

4.3.1. Genotiplere ve zamana göre değişim

Yaprak ve sap yaş ağırlığındaki değişime Yıl x Genotip x ESG interaksiyon etkisi dışında diğer bütün varyans unsurlarının önemli derecede etkili olduğu görülmüştür. Koçan yaş ağırlığındaki değişim üzerine ana etkilerin yanı sıra Yıl x ESG interaksiyon etkisinin önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Tane yaş ağırlığında ise Yıl x Genotip ve Yıl x Genotip x ESG interaksiyon etkileri dışında diğer varyans unsurlarının önemli etkiye sahip oldukları belirlenmiştir (Ek Çizelge 1).

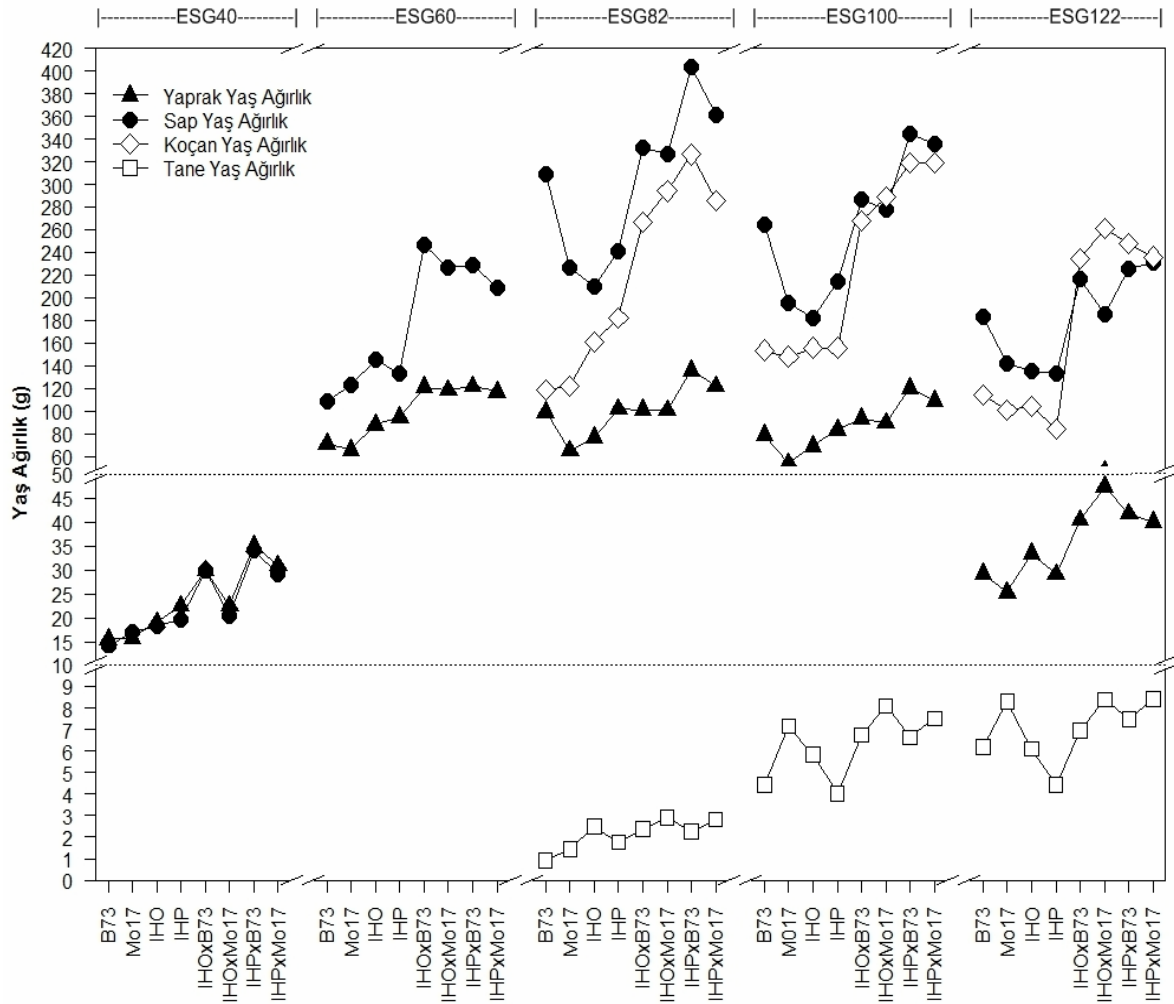
Yaprak yaş ağırlığı bakımından ESG40 tarihinde yapılan ölçümde genotipler arasında önemli bir fark bulunmamıştır (Şekil 10, Ek Çizelge 7). Sap yaş ağırlığında ise IHPxB73 melezi (34,1 g) baba hatlardan farklı bir istatistiki grupta yer almış ve en yüksek ortalama sahip olmuştur (Şekil 10, Ek Çizelge 7).

ESG60 ölçüm tarihinde hibritler ile baba hatlar arasındaki fark önemli hale gelmiştir (Şekil 10, Ek Çizelge 7). Sap ağırlıkları bakımından hibritler ile baba hatlar farklı istatistiki grupta yer almıştır (Ek Çizelge 7). Bu dönemde sap yaş ağırlığı ortalamalarına göre IHOxB73 genotipi (246,1 g) en yüksek ortalama değere sahip olmuştur.

Üçüncü ölçüm döneminde (ESG82) IHP hattı dışında diğer ebeveynler yaprak yaş ağırlığı bakımından dönem ortalamalarının (100,3 g) altında kalmış, hibritler ise bu ortalamaların üzerinde değere sahip olmuştur (Şekil 10, Ek Çizelge 7). IHP hattı (101,7 g) bu dönemde IHO ile oluşturulan melezlere yakın değer göstermiş, IHPxB73 hibridi ise en yüksek yaprak yaş ağırlığı ortalamasına (136,0 g) sahip olmuştur. Bu dönemde de önceki dönemde olduğu gibi en yüksek ortalamalar IHP hattı ile oluşturulan melezlerden elde edilmiştir. Sap yaş ağırlığı bakımından en yüksek ortalama değer IHPxB73 kombinasyonundan (403,5 g) elde edilmiş, bu genotip ile ebeveyn hatlar arasında var olan farklar önemli bulunur iken diğer hibritlerle olan farklar önemsiz bulunmuştur (Şekil 10, Ek Çizelge 7). Bu ölçüm döneminde bitkilerde koçan ve tane oluşumu başlamıştır. Hibritlerin koçan yaş ağırlıkları ebeveyn hatlardan önemli ölçüde farklılık göstermiş ve IHPxB73 (326,2 g) en yüksek ortalamaya sahip olmuştur (Şekil 10, Ek Çizelge 8). Tane iriliğinin tespiti için 20 adet tanenin ağırlığı ölçülmüştür. Bu dönemde IHOxMo17 2,9 g tohum ağırlığı ile IHPxMo17 (2,8 g) dışındaki tüm genotiplerden daha iri tane oluşturmuştur. Bu dönemde Mo17 ile oluşturulan hibritlerin tane iriliklerinin yüksek oluşu dikkat çekmiştir (Şekil 10, Ek Çizelge 8).

Dördüncü ölçüm dönemi olan ESG100 tarihinde bütün hatların yaprak yaş ağırlıkları bir önceki döneme göre düşüş göstermiştir. Buna rağmen önceki dönemlerde varolan farklılıklar bu dönemde de devam etmiş IHP ile oluşturulan yüksek proteinli kombinasyonlar yaprak yaş ağırlığı bakımından diğer genotiplere üstünlük sağlamıştır (Şekil 10, Ek Çizelge 7). Bu dönemde yaprak yaş ağırlığı ortalaması 87,2 g bulunur iken hibritlerin bu ortalamanın üzerinde, ebeveynlerin ise altında olduğu görülmüştür. Sap yaş ağırlığı bakımından da IHP ile oluşturulan kombinasyonların IHOxB73 dışında diğer genotiplerle arasındaki fark önemli bulunmuştur (Ek Çizelge 7). Bu dönemde de melezlerin koçan yaş ağırlıkları ebeveynlerden farklı istatistiki grupta yer almıştır (Şekil 10, Ek Çizelge 8). Tane iriliği bakımından bir önceki dönemde var olan değişimler bu dönemde de devam etmiş, IHOxMo17 en yüksek ortalamaya (8,1 g) sahip olur iken bu genotipin IHPxMo17 haricinde kalan genotipler ile arasındaki farklar ise önemli bulunmuştur (Şekil 10, Ek Çizelge 8).

Son ölçüm tarihinde (ESG122) genotiplere ait yaprak yaş ağırlık değerleri bütün genotiplerde farklı oranlarda düşüş göstermeye devam etmiştir. Bu dönemde genotiplerin yaprak yaş ağırlık ortalaması 35,8 g bulunmuştur. Yaş ağırlıklar bakımından hibritlerin ebeveyn hatlara olan üstünlükleri devam etmiştir (Şekil 10, Ek Çizelge 7). Sap yaş ağırlığı bakımından IHPxMo17 (231,1 g) ve IHPxB73 (225,1 g) diğer genotiplerden üstün değerler göstermiştir (Ek Çizelge 7). Koçan yaş ağırlıkları için hibritlerin ebeveynlere olan üstünlükleri bu dönemde de devam etmiş, IHO hibritleri önceki dönemlerden farklı olarak diğer hibritlere rakamsal üstünlük sağlamışlardır (Şekil 10, Ek Çizelge 8). Tane yaş ağırlığı bakımından da yüksek proteinli hibritlerle Mo17 dışında diğer ebeveynler arasında önemli farklar oluşmuştur (Ek Çizelge 8).



Şekil 10. Yaş ağırlıklarının genotip ve örneklem zamanına göre değişimi.

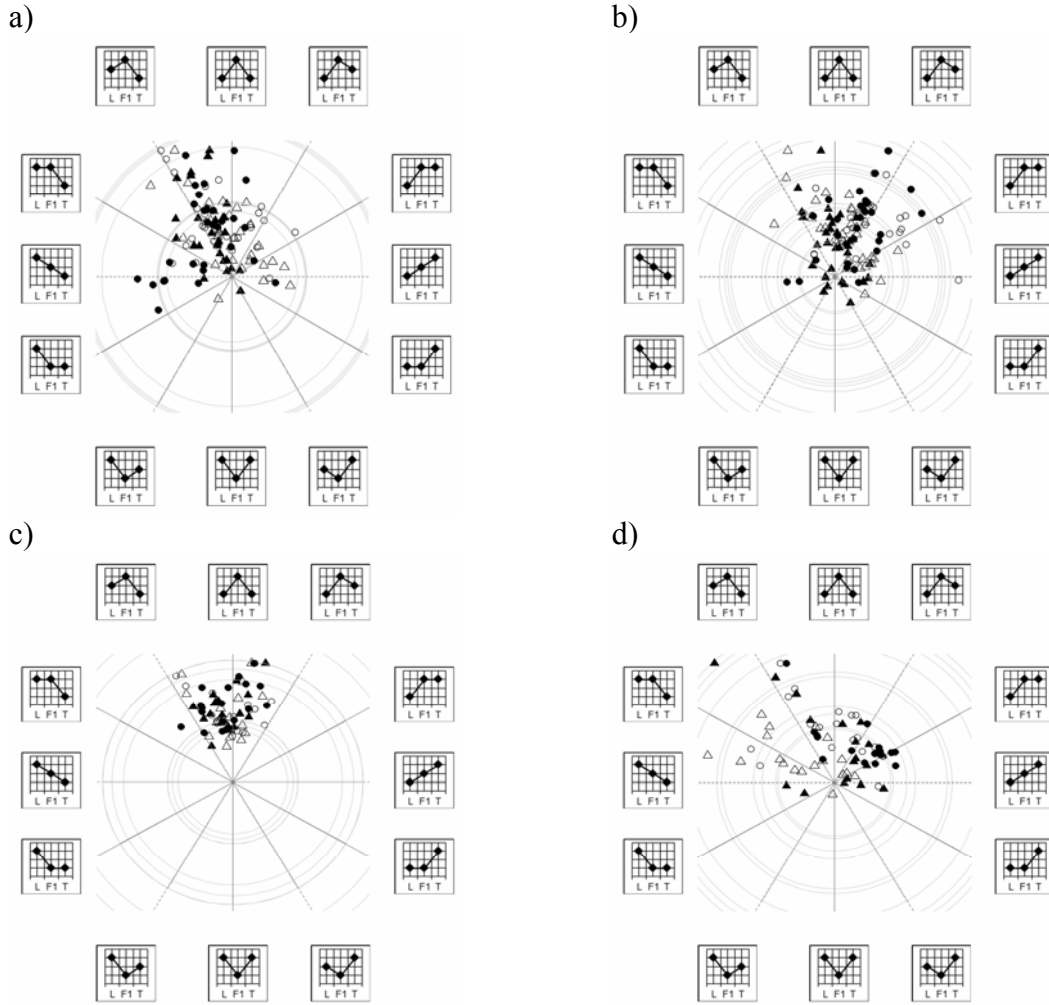
Yukarıda özetlenen değişimler dikkate alındığında yaprak ve sap yaş ağırlığının ekimden sonraki 82 gün boyunca artış gösterdiği ve 100. günde ise düşüş trendine girdiği görülmüştür. Bu düşüşte yaprak kayıpları ve yapraklardan diğer organlara taşınan kuru

madde ve fotosentetik ürünlerin artmasının etkili olduğu düşünülebilir. Yıllık değerler dikkate alındığında ilk yıl yaş ağırlıklarının ikinci yıla göre bütün dönemlerde yüksek olduğu tespit edilmiştir (Ek Çizelge 7, Ek Çizelge 8). Toprak üstü yaş ağırlığının artışı kontrol eden bileşenler kuru madde birikimi ve nem içeriğidir. Bitki nem içeriği bitkinin yaşamsal faaliyetlerini gerçekleştirmek ve taşıma işlerinde kullanmak üzere topraktan aldığı su ile hücrelerde mevcut bulunan sudan oluşmaktadır. IHP hibritlerinin ESG100'e kadar yaprak, sap ve koçan yaş ağırlıklarının IHO hibritlerinden yüksek, ESG122'de ise benzer değerlere sahip olduğu görülmüştür. Bu değişimin, IHP hibritlerindeki su kaybının daha fazla olması ve IHO hibritlerinin ise nemi daha fazla muhafaza etmesi nedeni ile ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. Ayrıca, hibritlerin yaş ağırlık bakımından ebeveyn hatlara olan üstünlüklerinin nedeni, yeni yaprak oluşumu ve gelişiminin yanı sıra sap uzaması bakımından üstün olmalarıdır. Bitki boyu ile ilgili değerlendirmelerde de yer alan hücre sayısı ve genişlemesinin hibrit genotiplerde yüksek oluşu bu durumun başlıca nedeni olmuştur.

4.3.2. Genetik etkiler ve heterosis

Toprak üstü aksamardan yaprak sap ve tane yaş ağırlıkları ile ilgili yapılan analizler sonucunda bu özelliklerin kontrolünde değişim gösterdiği, her üç özelliğinde yüksek ve düşük değere sahip ebeveynin dominant etkisinin kısmen var olduğu görülmüştür. Tan yaş ağırlığının değişiminde eklemeli gen etkisinin de payının olduğu anlaşılmıştır (Şekil 11a-d). Dominans gen etkilerinin yaprak ve sap ağırlığındaki değişime önemli bir etkisinin bulunduğu görülse de, vejetasyonun ilerleyen tarihlerinde eklemeli genlerinin de bu özellikteki değişim üzerine etkili olduğu hesaplanan kalıtım derecelerinden anlaşılmaktadır (Çizelge 6).

Organ düzeyinde yaş ağırlıklar ile ilgili hesaplanan heterosis ve heterobeltiosis değerleri dikkate alındığında, bütün değerlerin pozitif yönlü olduğu görülmüştür. Bu durum tüm hibritlerin ebeveynlerine oranla yaş ağırlık ortalamalarında üstünlük gösterdiğini işaret etmektedir. Heterosis değerlerinin genotiplere göre değişimi dikkate alındığında, organların yaş ağırlıkları için hesaplanan heterosis değerleri bakımından ilk örneklem tarihinde IHPxB73 melezinin ön plana çıktığı görülmektedir. Ölçüm tarihlerine göre hibritlerin heterosis değerleri değişkenlik göstermektedir. Yaprak, sap ve tane yaş ağırlığına etkili olan genetik etkilerin çevreye bağlı olarak değişim gösterdiği ve bu değişim sonucunda geniş ve dar anlamda kalıtım derecelerinin vejetasyon süresince farklılaştığı görülmüştür (Çizelge 6).



Şekil 11. Yaprak (a), sap (b), koçan (c) ve tane (d) yaş ağırlığı üzerine genetik etkileri gösteren polar grafikler (Δ :IHOxB73, $\blacktriangle$:IHOxMo17, $\circ$:IHPxB73, $\bullet$:IHPxMo17).

Çizelge 6. Yaprak, koçan, sap ve tane yaş ağırlığına ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri

	Yaprak Yaş Ağırlığı					Koçan Yaş Ağırlığı		
	ESG40	ESG60	ESG82	ESG100	ESG122	ESG82	ESG100	ESG122
Heterosis						Heterosis		
IHOxB73	0,65**	0,54**	0,15	0,28**	0,32*	0,76**	0,66**	0,94**
IHOxMo17	0,26	0,54**	0,40**	0,40**	0,63**	0,91**	0,80**	1,20**
IHPxB73	0,83*	0,51**	0,10**	0,56**	0,44*	1,05**	0,95**	1,12**
IHPxMo17	0,61	0,48*	0,39	0,58**	0,45*	0,80**	0,97**	1,09**
Heterobeltiosis						Heterobeltiosis		
IHOxB73	0,55*	0,52**	0,34**	0,26**	0,31	0,71**	0,63**	0,92**
IHOxMo17	0,25	0,51*	0,43	0,34*	0,59	0,88**	0,75**	1,18**
IHPxB73	0,79	0,46*	0,28	0,53**	0,43	1,02**	0,91**	1,08**
IHPxMo17	0,56	0,44	0,35	0,56*	0,41	0,78**	0,95**	1,09**
Kalıtım Derecesi						Kalıtım Derecesi		
h^2	0,00	0,00	0,02	0,01	0,10**	0,00	0,00	0,00
H	0,45**	0,69**	0,50**	0,70**	0,58**	0,87**	0,92**	0,91**
h^2E	0,36**	0,03*	0,04**	0,02	0,23**	0,00	0,00	0,02
HE	0,36**	0,03	0,25**	0,09**	0,23**	0,00	0,01	0,04*

Çizelge 6-Devam. Yaprak, koçan, sap ve tane yaş ağırlığına ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri

Sap Yaş Ağırlığı						Tane Yaş Ağırlığı		
Heterosis						Heterosis		
IHOxB73	0,74**	0,85**	0,29*	0,29**	0,39*	0,42**	0,31**	0,14
IHOxMo17	0,15	0,66*	0,43**	0,41**	0,32	0,56*	0,31**	0,21*
IHPxB73	0,93	0,78**	0,50**	0,49**	0,46*	0,56**	0,37**	0,38**
IHPxMo17	0,59	0,58*	0,50**	0,61**	0,64*	0,74**	0,47**	0,36**
Heterobeltiosis						Heterobeltiosis		
IHOxB73	0,61	0,81**	0,26	0,27*	0,38	0,19**	0,22	0,14
IHOxMo17	0,14	0,64	0,41*	0,38	0,29	0,38	0,24	0,07
IHPxB73	0,89	0,72*	0,45**	0,42**	0,39	0,46	0,44**	0,25
IHPxMo17	0,49	0,57	0,49*	0,60*	0,61	0,67**	0,19	0,09
Kalıtım Derecesi						Kalıtım Derecesi		
h^2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,04**	0,22**
H	0,40**	0,64**	0,57**	0,61**	0,49**	0,66**	0,04**	0,71**
h^2E	0,45**	0,03	0,03	0,00	0,05*	0,12**	0,01	-0,01
HE	0,45**	0,03	0,21**	0,09**	0,05	0,12**	0,03**	0,01

*, **, İstatistiki olarak 0,05 ve 0,01 düzeyinde önemlidir.

4.4. Kuru Ağırlık

4.4.1. Genotiplere ve zamana göre değişim

Yaprak kuru ağırlığındaki değişime üçlü interaksiyon dışında diğer bütün varyans unsurlarının önemli derecede etkili olduğu görülmüştür. Sap kuru ağırlığında ise bütün ana etkilerin yanı sıra Yıl x ESG ve Genotip x ESG interaksiyon etkilerinin önemli olduğu anlaşılmıştır. Tane kuru ağırlığının Yıl x Genotip x ESG dışında diğer unsurlara bağlı önemli bir değişime maruz kaldığı belirlenmiş, koçan kuru ağırlığı ise ana etkilerden yıl etkisi dışında bütün varyans unsurlarına bağlı olarak önemli derecede değişim göstermiştir (Ek Çizelge 1).

Ekimin ardından yapılan ilk örneklemelere göre yaprak ve sap kuru ağırlığı bakımından genotipler arasında istatistiki açıdan önemli bir fark tespit edilmemiştir. Buna karşın bu örneklemeye döneminde yaprak kuru ağırlığının bütün genotiplerde sap kuru ağırlığından fazla olduğu ve IHOxB73 ile IHPxB73 melezlerinin diğer genotiplerden rakamsal olarak yüksek ortalamalara sahip olduğu görülmüştür (Şekil 12, Ek Çizelge 9).

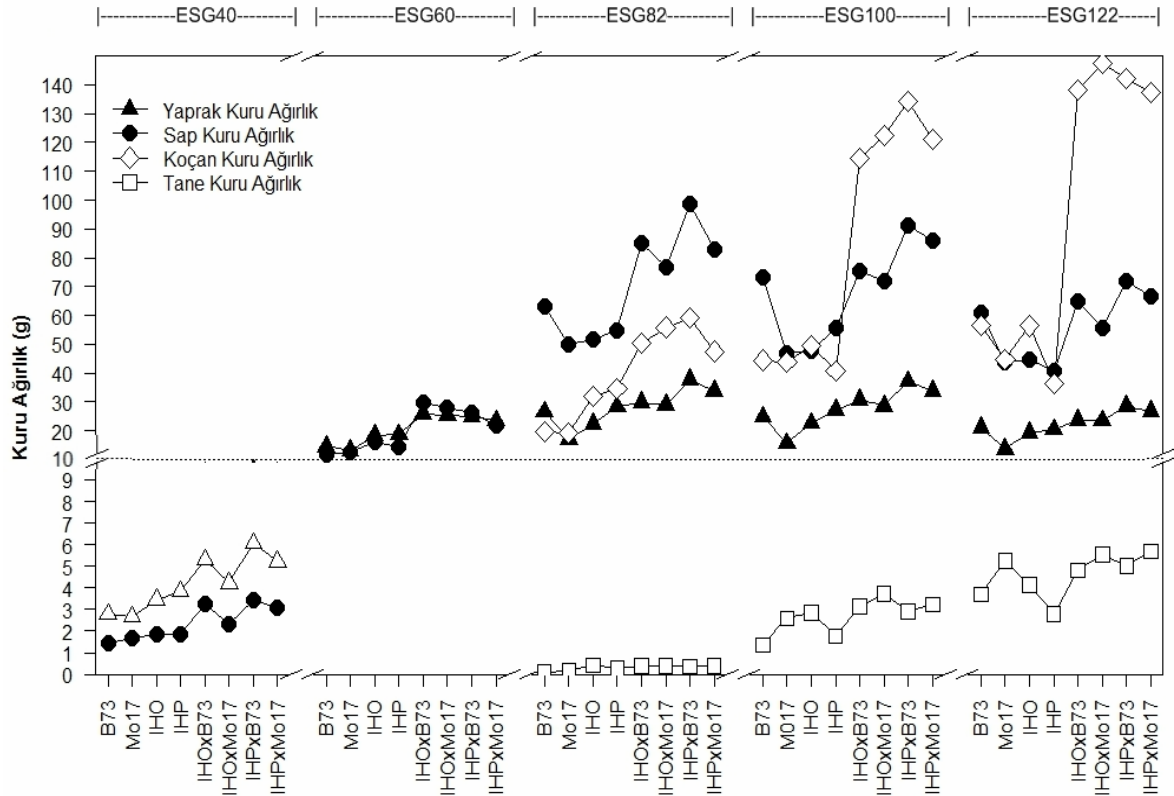
İkinci ölçüm tarihi (ESG60) itibarıyla genotiplerin sap kuru ağırlığı ile yaprak kuru ağırlığı ortalamaları benzerlik gösterir iken, hibritlerin kuru ağırlık ortalamaları ebeveynlerden daha yüksek bulunmuştur. Yaprak kuru ağırlığı bakımından IHOxB73 en yüksek değere (25,9 g) sahip olmuş, bu genotip ile hibritlerden IHPxMo17 ve ebeveynlerin tamamı arasındaki farklar önemli bulunmuştur (Ek Çizelge 9). Sap kuru ağırlığı bakımından da IHOxB73 ön plana çıkmış, yüksek yağlı diğer hibrit haricinde kalan tüm genotiplerden yüksek bir değer sergilemiştir (Şekil 12, Ek Çizelge 9).

Çiçeklenme ve tane oluşumunun ardından sap kuru ağırlığındaki artış bütün genotiplerde yaprak kuru ağırlığından belirgin şekilde yüksek olmuştur. Sap kuru ağırlığı bakımından bu dönem (ESG82) B73 ile oluşturulan melezlerin diğer genotiplere üstünlük sağladığı, yaprak kuru ağırlığında ise IHP ile oluşturulan melezlerin yüksek ortalamaya sahip olduğu dönem olmuştur (Ek Çizelge 9). IHPxB73 bu dönemde en yüksek yaprak kuru ağırlığına (37,7 g) sahiptir. Koçan ve tane oluşumunun da başladığı bu dönemde genotipler arasında tane kuru ağırlıkları bakımından önemli bir fark görülmemiştir (Ek Çizelge 10, Şekil 12). Koçan kuru ağırlıkları bakımından ise hibritler kendi aralarında önemli farklara sahip değilken, IHPxB73 (59,0 g) ve IHOxMo17 (55,8 g), bütün ebeveyn hatlardan farklı bir istatistiki grupta yer almıştır (Şekil 12, Ek Çizelge 10).

ESG100’de yapılan örneklemelemlere göre, B73 dışında diğer ebeveynler ile hibritler arasında gerek yaprak gerekse sap kuru ağırlığı bakımından önemli farklılıklar tespit edilmiştir. IHP hattı ile oluşturulan melezler bu evrede de üstünlüklerini devam ettirmiştir (Şekil 12, Ek Çizelge 9). Ne var ki söz konusu bu değişimlerin tane ağırlığında görülmediği, IHO ve Mo17’nin tane ağırlıklarının diğer ebeveynlere göre yüksek olduğu dikkati çekmiştir. Koçan kuru ağırlığı bakımından hibritler ebeveynlere net bir biçimde üstünlük göstermiştir (Şekil 12, Ek Çizelge 10).

Son ölçüm tarihinde de (ESG122) bir önceki ölçüm tarihinde belirtilen bu değişimler aynı şekilde devam etmiştir. Ancak ekimden sonra 82. güne kadar yaprak ve sap kuru ağırlıklarının bütün genotiplerde artış gösterdiği, bu tarihten sonra söz konusu bitki kısımlarında kuru ağırlık kayıplarının meydana geldiği, ortalama tane iriliğinin ise artış gösterdiği görülmüştür. Ayrıca vejetasyonun ilerleyen dönemlerinde yaprak kuruması ve yaprakların kaybı ile de ağırlık kayıplarının görüldüğü belirlenmiştir (Şekil 12, Ek Çizelge 9, Ek Çizelge 10).

Yaş ağırlık kısmında yapılan değerlendirmelerde hibrit genotiplerin üstünlüklerinin nedenleri tartışılmıştır. Belirtilen bu durumlara ek olarak hibrit genotiplerin protein biyosentezinde saf hatlara göre daha az enerji harcadıkları bildirilmiştir (D’Andrea ve ark., 2009). Bu nedenle kuru madde birikimi ve depolanması konusunda hibrit genotipler saf hatlara göre üstünlük göstermektedir. Kuru ağırlık kuru madde birikimi ile ilişkili olduğundan hibritlerde ebeveyn hatlara göre toprak üstü aksamda fotosentetik ürünlerin daha hızlı ve etkin şekilde depolanması sonucu kuru ağırlık artışı bu genotiplerde daha yüksek olmuştur. Bu konularda büyüme parametreleri ve kaynak depo ilişkisi ile alakalı olan kısımlarda daha kapsamlı değerlendirmeler yapılmıştır.

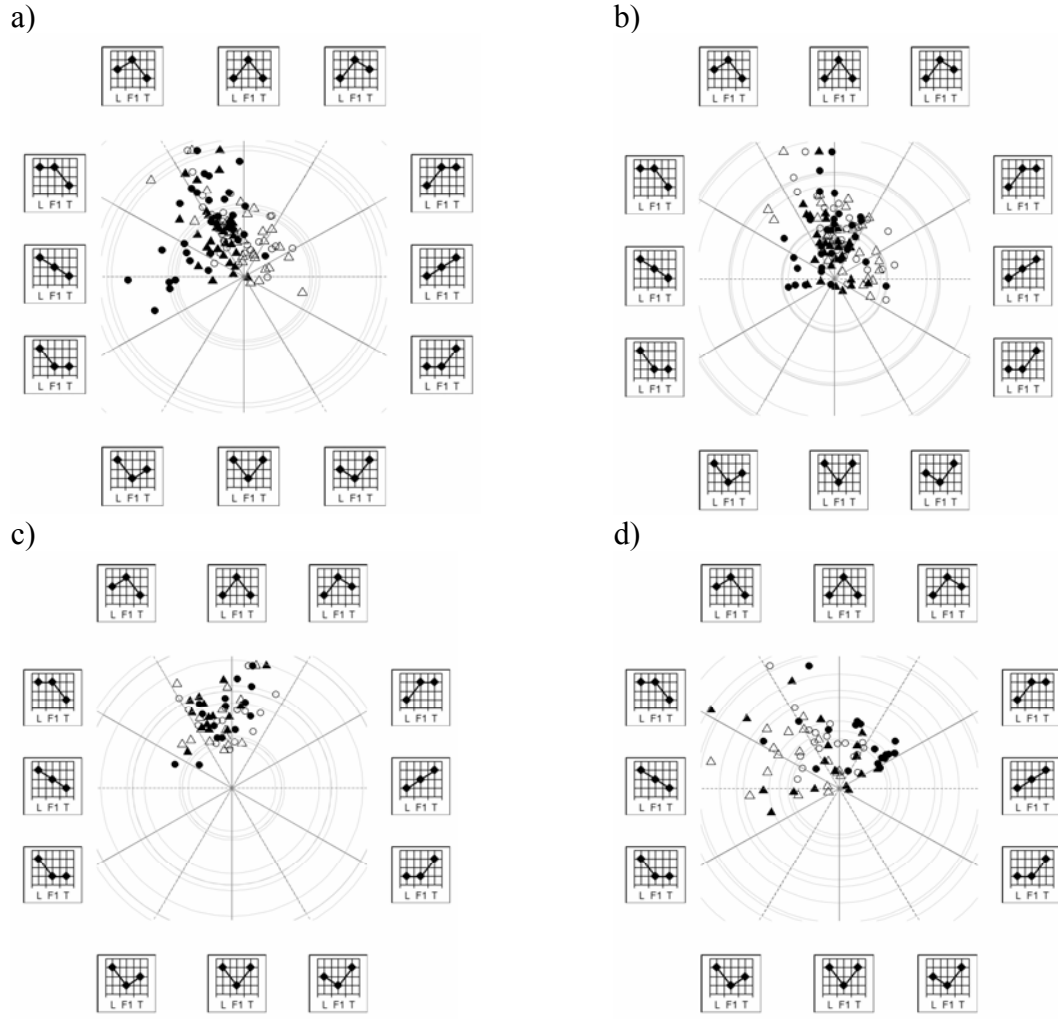


Şekil 12. Kuru ağırlık ortalamalarının genotip ve örnekleme zamanına göre değişimi.

4.4.2. Genetik etkiler ve heterosis

Yaprak, sap, koçan ve tane kuru ağırlıklarının hibritlerdeki değişimine neden olan genlerin üstün dominans etkiye sahip oldukları, ebeveynlerin dominant etkisinin yaprak, sap ve tane kuru ağırlığının değişiminde rol aldığı anlaşılmıştır (Şekil 13a-d).

Yaş ağırlıkta olduğu gibi, organ bazında kuru ağırlık değerlerinin bütün hibritlerde ebeveynlere göre yüksek olması nedeniyle kuru ağırlık için hesaplanan heterosis/heterobeltiosis değerleri pozitif yönlü bulunmuştur (Çizelge 7). Özellikle tane kuru ağırlığı ile ilgili hesaplanan değerlerde B73 ile oluşturulan genotiplerin bütün ölçüm tarihlerinde diğer hibritlere üstünlük sağladığı görülmüş (Çizelge 7), bu genotiplerin polar grafiklerde de açık şekilde ayrıldığı dikkat çekmiştir (Şekil 13). Organ bazında kuru ağırlıklara ait geniş anlamda kalıtım dereceleri bütün kısımlar ve ölçüm tarihlerinde yüksek (>% 40) bulunmuştur. Vejetasyonun farklı dönemlerinde hesaplanan kalıtım derecelerinin değişiminde organlara göre farklılıklar meydana gelmiştir. Bütün bitki aksamaları için kalıtım derecelerinin çevre ile olan etkileşimlerinin ilk ölçüm tarihlerinde yüksek olduğu dikkat çekmiştir. Bu durum kuru ağırlıklarda ilk dönemlerde belirlenen değişimin genetik ve çevre kaynaklı etmenlere bağlı olduğunu göstermektedir. İlerleyen dönemlerde ise bu etki zamana bağlı olarak düşüş göstermiştir (Çizelge 7).



Şekil 13. Yaprak (a), sap (b), koçan (c) ve tane (d) kuru ağırlığı üzerine genetik etkileri gösteren polar grafikler (Δ :IHOxB73, $\blacktriangle$:IHOxMo17, $\circ$:IHPxB73, $\bullet$:IHPxMo17).

Çizelge 7. Yaprak, koçan, sap ve tane kuru ağırlığına ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri

Yaprak Kuru Ağırlığı						Koçan Kuru Ağırlığı		
	ESG40	ESG60	ESG82	ESG100	ESG122	ESG82	ESG100	ESG122
Heterosis						Heterosis		
IHOxB73	0,64**	0,59**	0,22**	0,32**	0,20*	0,80**	1,01**	1,13**
IHOxMo17	0,34*	0,60**	0,39**	0,44**	0,40**	0,99**	1,13**	1,34**
IHPxB73	0,81*	0,53**	0,43**	0,51**	0,44**	1,04**	1,37**	1,32**
IHPxMo17	0,58*	0,48*	0,46*	0,57**	0,56*	0,67**	1,18**	1,33**
Heterobeltiosis						Heterobeltiosis		
IHOxB73	0,55	0,57**	0,22	0,31**	0,19	0,75**	0,97**	1,12**
IHOxMo17	0,32	0,58*	0,33*	0,37*	0,32*	0,96**	1,10**	1,30**
IHPxB73	0,76	0,49*	0,40*	0,49**	0,39*	0,97**	1,34**	1,27**
IHPxMo17	0,55	0,43	0,43	0,53*	0,53*	0,63*	1,14**	1,32**
Kalıtım Derecesi						Kalıtım Derecesi		
h^2	0,01	0,00	0,00	0,00	0,061*	0,00	0,00	0,00
H	0,53**	0,69**	0,55**	0,69**	0,67**	0,79**	0,76**	0,91**
h^2E	0,36**	0,06**	0,04**	-0,01	0,06*	0,08**	0,01	0,00
HE	0,36**	0,06	0,22**	0,03	0,07*	0,09**	0,13**	0,02

Çizelge 7-Devam. Yaprak, koçan, sap ve tane kuru ağırlığına ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri

	Sap Kuru Ağırlığı					Tane Kuru Ağırlığı		
	ESG40	ESG60	ESG82	ESG100	ESG122	ESG82	ESG100	ESG122
Heterosis						Heterosis		
IHOxB73	0,85**	1,03**	0,46**	0,26**	0,26	0,45**	0,44**	0,24**
IHOxMo17	0,28*	0,90**	0,44**	0,43**	0,25	0,35	0,42**	0,23**
IHPxB73	0,92	0,84*	0,67**	0,46**	0,46*	0,62**	0,56**	0,47**
IHPxMo17	0,68	0,53*	0,51**	0,60*	0,53*	0,63**	0,45**	0,44**
Heterobeltiosis						Heterobeltiosis		
IHOxB73	0,73**	1,01**	0,45*	0,22	0,26	0,07	0,29	0,20
IHOxMo17	0,27	0,85*	0,43**	0,38	0,22	0,03	0,40**	0,16
IHPxB73	0,88	0,75	0,65*	0,39	0,38	0,45	0,52**	0,39*
IHPxMo17	0,60	0,51	0,48	0,60	0,49	0,52	0,36	0,25
Kalıtım Derecesi						Kalıtım Derecesi		
h^2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,15**	0,02	0,06*
H	0,47**	0,58**	0,51**	0,51**	0,42**	0,48**	0,54**	0,70**
h^2E	0,42**	0,07**	0,22**	0,03	0,08**	0,65**	0,03*	0,01
HE	0,42**	0,07	0,37**	0,14**	0,08**	0,71**	0,31**	0,11**

*, **, İstatistiki olarak 0,05 ve 0,01 düzeyinde önemlidir.

4.5. Nem Oranı

4.5.1. Genotiplere ve zamana göre değişim

Yaprak nem oranı bakımından ana etkilerden Genotip ve ESG, interaksiyon etkilerinden ise Yıl x ESG ve Genotip x ESG faktörlerinin nem oranındaki değişime olan etkisi önemli bulunmuştur. Sap nem oranı Genotip, ESG ve Yıl x ESG etkileşimine bağlı olarak önemli derecede değişim göstermiştir. Tane nem içeriğinin yıl ve üçlü interaksiyon dışında diğer unsurlara bağlı olarak önemli derecede değişim gösterdiği belirlenmiştir. Koçan nem içeriği üzerinde ise yıl etkisi dışında bütün varyans unsurları önemli ölçüde etkili olmuştur (Ek Çizelge 1).

Sap ve yaprak nem içeriği bakımından ilk ölçüm tarihinde genotipler arasında önemli bir farklılık görülmemiştir. Bu ölçüm tarihinde genotiplere ait ortalama değerler % 81,5 ile % 82,7 arasında değişim göstermiştir. Sap nem içeriği bakımından genotip ortalamaları ise % 88,5 ve % 90,1 arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde genotiplerin sap nem içerikleri, yaprak nem içeriklerinden daha yüksek bulunmuştur (Şekil 14, Ek Çizelge 11). İkinci ölçüm tarihinde ise genotipler yaprak ve sap nem içeriği bakımından önemli farklar göstermemiştir.

ESG82'de Mo17 yaprak nem içeriğinin (% 73,6) B73 hattı dışındaki tüm genotiplerden yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 14, Ek Çizelge 11). Hibritler kendi içlerinde önemli bir fark göstermese de, IHO ile oluşturulan kombinasyonların nispeten düşük değere sahip olması dikkat çekmiştir. Koçan nem oranı

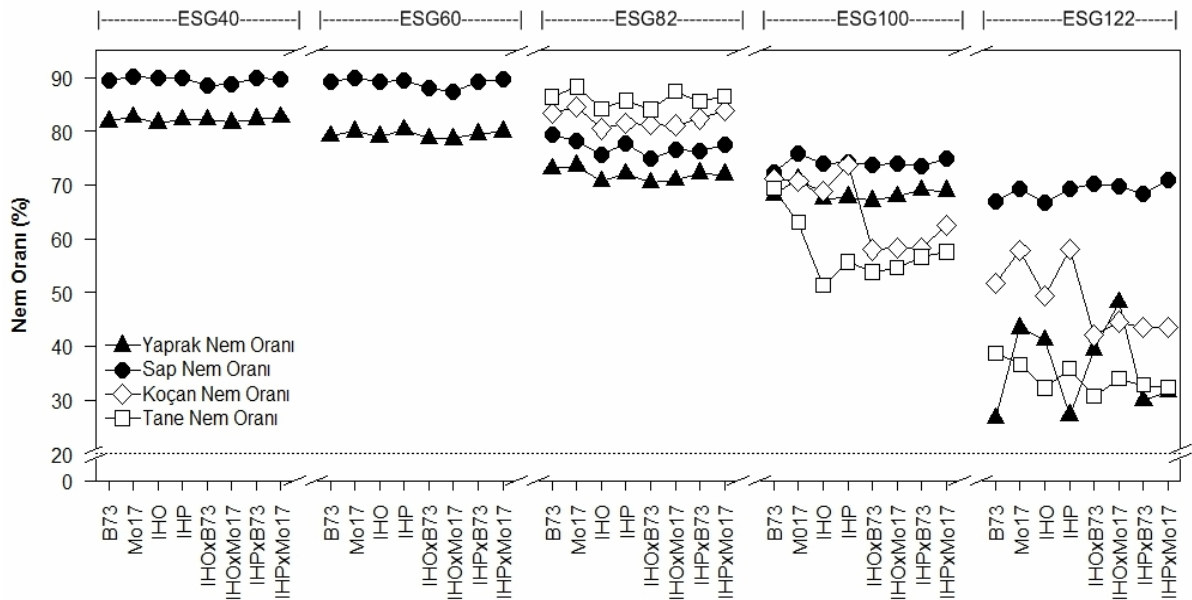
bakımından bu döneme ait ortalama % 82,3 bulunmuş ve genotipler arasındaki farkların önemsiz olduğu belirlenmiştir (Ek Çizelge 12). Tane nem oranı için bu döneme ait ortalama değer ise % 86,0 olmuş ve yine genotipler arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir (Ek Çizelge 12). Bu dönemde nem oranlarının organlara göre sıralaması tane>koçan>sap>yaprak şeklindedir (Şekil 14).

Çiçeklenme sonrasına denk gelen ilk örnekleme tarihinde (ESG100) B73 hattı yaprak nem oranı % 71,1 olarak tespit edilmiş, bu genotip ile yüksek proteinli hibritler ve Mo17 dışında kalan genotipler arasında önemli fark olduğu görülmüştür (Ek Çizelge 11). Yaprak nem içeriği bu dönemde ortalama % 68,4 civarına kadar düşmüştür. Sap nem oranı için bu örnekleme tarihinde en yüksek değer Mo17 hattında kaydedilmiş, fakat istatistiki anlamda bu değer sadece B73'den üstün olmuştur (Şekil 14, Ek Çizelge 11). Koçan nem oranı bakımından hibritler ile hatlar önemli farklara sahiptir. IHP hattı koçan nem oranı bakımından tüm genotiplerden yüksek (% 73,8) bir değer sergilemiştir (Şekil 14, Ek Çizelge 12). Tane nem oranı bakımından ise B73 (% 69,4) öne çıkmaktadır (Ek Çizelge 12). Bütün genotipler için geçerli olmasa da nem oranının organlara göre sıralaması bu dönemde sap>yaprak>koçan>tane şeklinde olmuştur (Şekil 14).

ESG100'de yaprak nem oranı bakımından IHPxMo17 ve B73 arasında fark önemli bulunmuştur (Ek Çizelge 9). Sap nem oranı bakımından bu örnekleme tarihinde genotipler arasında önemli bir farklılık tespit edilmemesine karşın değerler bir önceki dönem ortalamasına göre tüm genotiplerde düşüş göstermiştir (Şekil 14, Ek Çizelge 11). Koçan nem oranı için hibritler ile ebeveynler arasındaki farkların önemli olduğu, özellikle Mo17 ve IHP'nin öne çıktığı belirlenmiştir (Ek Çizelge 12). Tane nem oranı ise bu dönemde bir önceki döneme göre düşüş göstermekle birlikte, genotip ortalamaları arasında önemli bir fark olmadığı görülmüştür (Ek Çizelge 12). Organlar arasında en yüksek nem sapta iken, IHOxMo17 dışındaki tüm genotiplerde koçanın sapı takip ettiği görülmüştür. Mo17, IHO, IHOxMo17 ve IHOxB73 genotiplerinin yaprak nem içerikleri tane nem içeriklerinden yüksek, diğer genotiplerin ise tane nem içerikleri yaprak nem içeriklerinden yüksektir (Şekil 14).

Mısırdaki erken dönem tane nem içeriği ile son üründe tane kuru madde birikiminin ilişkisi ortaya konulmuştur (Borras ve Westgate, 2006). Nem oranı hasat tarihinin belirlenmesinde en önemli unsurdur. Borras ve Westgate (2006) mısırdaki hasat tarihini belirlemek amacıyla koçan nem oranı ve tane nem oranının kullanılabileceğini vurgulamıştır. Bizim çalışmamızda sap nem içeriğinin çoğu genotipte tane nem içeriğine paralel olması, bu özelliğin de hasat olgunluğunun belirlenmesinde kullanılabileceğine

işaret etmektedir. Bitki nem içeriğinin önemli iki bileşeni hücre içerisinde bulunan su ile taşımada kullanılan ve transpirasyonla devirdaim halinde olan sudur. Toprakta alınan su, sap vasıtasıyla yapraklara ve transpirasyon yolu ile havaya aktarılmaktadır. Mısırdaki yıllık olarak absorbe edilen suyun % 1'inden daha azı bitki bünyesinde kullanılmaktadır (Öpik ve Rolfe, 2005). Taşınım işleminin büyük kısmı ksilem dokusunun yoğun olarak bulunduğu sap kısmında yer aldığından, nem içeriğinin sap kısmında en yüksek değerlerde olması şaşırtıcı değildir. Koçan ve tanede nem oranlarının ilk oluşum dönemlerinde yüksek olması suda çözünmüş bileşenlerin taşınımı ile alakalıdır. Çiçeklenme sonrasında sap dışındaki organlarda nem içeriği hibritlerde ebeveynlere göre genellikle daha düşük bulunmuştur. Bu durum hibritlerde kuru madde birikimlerinin yüksek oluşundan kaynaklanmıştır.

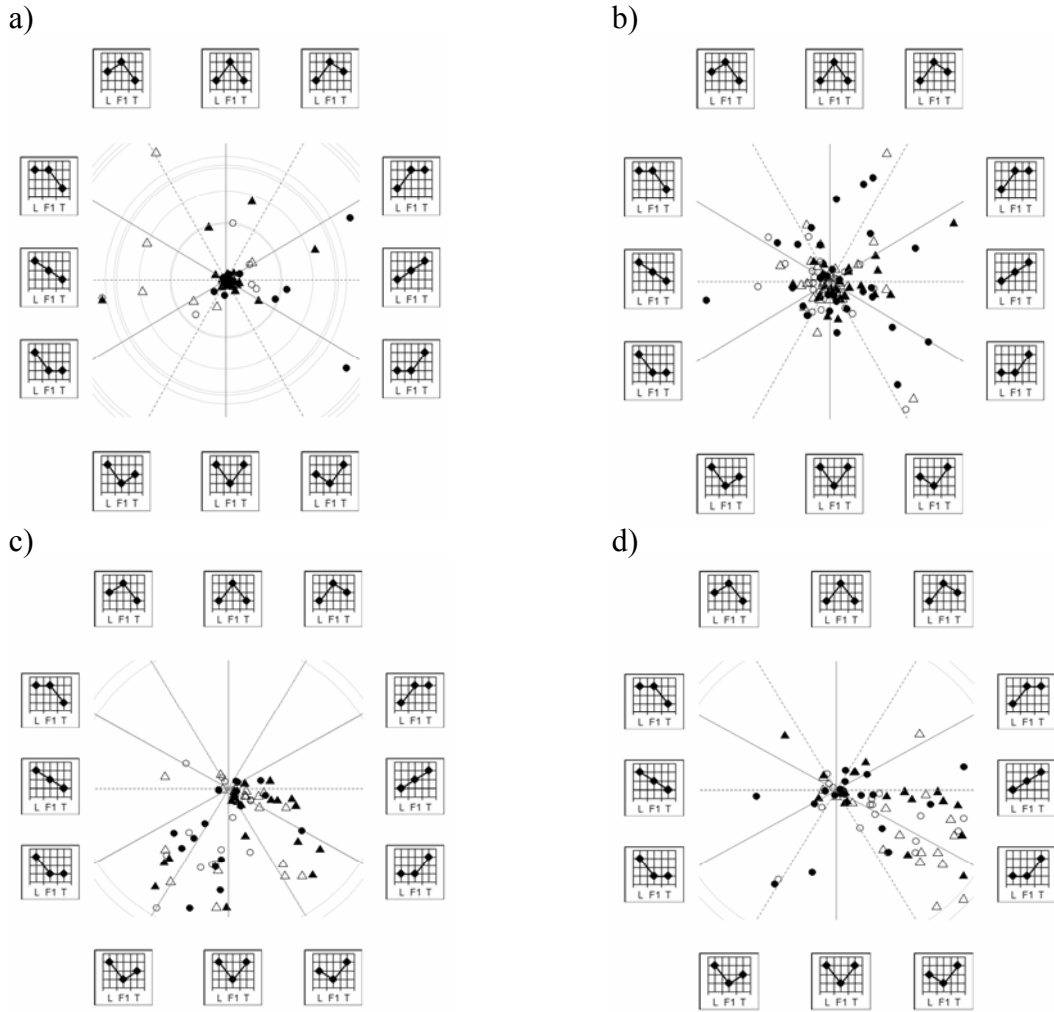


Şekil 14. Nem oranının genotip ve vejetasyon süresine göre değişimi.

4.5.2. Genetik etkiler ve heterosis

Nem oranına ait oluşturulan polar grafiklere göre; yaprak nem oranında belirgin bir etki tespit edilmek iken, sap, koçan ve tane nem oranının değişiminde eklemeli ve üstün dominans gen etkilerinin birlikte rol aldığı anlaşılmıştır. Buna karşın üstün dominans gen etkilerinin organ bazında nem oranının değişimi üzerinde daha fazla etkili olduğu dikkat çekmiştir (Şekil 15). Genetik etki durumlarının tespiti için hazırlanan grafiklerde dağılımın düşük olması, bu özellik bakımından genotipler arasında son ölçüm tarihi dışında önemli bir farklılığın olmamasından kaynaklanmıştır. Bu durum sap nem oranı için de benzer şekilde olmuş ve genetik etki değerlendirmelerinde bu özellikler üzerine etkili olan gen

etki tipini belirlemeyi zorlaştırmıştır. Koçan ve tane nem oranında B73 ile oluşturulan hibritlerin ebeveynlerine göre negatif yönde olan değerleri bu grafiklerin negatif üstün dominans gen etkisine sahip olmalarına neden olmuştur. Rosulj ve ark. (2002) tane nem oranı için eklemeli gen etkilerine ait varyansın önemli olduğunu tespit etmişler ve dominans gen etkilerinin bu özellik üzerine düşük bir etkiye sahip olduğunu vurgulamışlardır. Çalışmamızda da, tane nem oranına ait ileride değinilecek kalıtım dereceleri dikkate alındığında eklemeli gen etkilerinin bu özelliğin değişimine önemli şekilde etki ettiği ve yaprak nem oranında da benzer bir durum olduğu belirlenmiştir.



Şekil 15. Yaprak (a), sap, (b), koçan (c) ve tane (d) nem oranı üzerine genetik etkileri gösteren polar grafikler (Δ:IHOxB73, ▲:IHOxMo17, ○:IHPxB73, ●:IHPxMo17).

Organ bazında nem oranına ait geniş ve dar anlamda kalıtım dereceleri düşük bulunmuştur. Özelliklere göre kıyaslandığında koçan ve tane nem oranının geniş anlamda kalıtım derecesinin, yaprak ve sap oranında hesaplanan değerlerden yüksek oluşu bu özelliklerin değişiminde genetik etmenlerin daha baskın olduğunu göstermektedir (Çizelge

8). Nem oranı bakımından fenotipik varyasyona etkili olan genlerin çevresel faktörlerden yüksek derecede etkilendiği görülmüştür. Hesaplanan genetik parametreler doğrusal bir değişim göstermemiş, vejetasyonun farklı evrelerine göre düşmüş veya artmıştır. Bu durum nem oranının değişiminde genetik etkilerden çok çevresel etkilerin ve bu etkiler ile genetik unsurların etkileşiminin önemli olduğunu göstermektedir. Hibritlerin ebeveynlerine göre düşük nem içeriklerine sahip olmasından dolayı hesaplanan heterosis/heterobeltiosis değerleri negatif yönlü bulunmuştur. Koçan ve tane nem içeriği bakımından Mo17 ile oluşturulan hibrit kombinasyonların negatif yönde ve yüksek heterosis değerlerine sahip olması dikkat çekmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Yaprak, koçan, sap ve tane nem oranına ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri

	Yaprak Nem Oranı					Koçan Nem Oranı		
	ESG40	ESG60	ESG82	ESG100	ESG122	ESG82	ESG100	ESG122
Heterosis						Heterosis		
IHOxB73	0,001**	0,00	-0,02	-0,01	0,15	0,00	-0,17**	-0,22**
IHOxMo17	0,001**	0,00	-0,02**	-0,02	0,16	0,00	-0,16**	-0,24**
IHPxB73	0,001*	0,00	-0,01	0,02	0,08	0,00	-0,20**	-0,29**
IHPxMo17	0,001**	0,00	-0,01	-0,01	-0,10	0,00	-0,14*	-0,37**
Heterobeltiosis						Heterobeltiosis		
IHOxB73	0,001**	-0,002	-0,04**	-0,01	-0,06	-0,02**	-0,18**	-0,24**
IHOxMo17	0,001**	-0,006	-0,04**	-0,05**	0,13	-0,03**	-0,16**	-0,27**
IHPxB73	0,0005*	-0,007**	-0,01*	0,01	0,08	-0,01**	-0,20**	-0,33**
IHPxMo17	0,0002**	-0,003*	-0,03**	-0,03**	-0,34**	-0,01	-0,15**	-0,38**
Kalıtım Derecesi						Kalıtım Derecesi		
h ²	0,16**	0,14**	0,31**	0,24**	0,31**	0,20**	0,00	0,04
H	0,16**	0,14**	0,50**	0,34**	0,36**	0,20**	0,27**	0,68**
h ² E	0,19**	0,13**	0,13**	0,20**	0,31**	0,41**	0,02	0,05*
HE	0,19**	0,13**	0,13**	0,20**	0,31**	0,55**	0,55**	0,05
Sap Nem Oranı						Tane Nem Oranı		
Heterosis						Heterosis		
IHOxB73	0,00	-0,02**	-0,008*	0,000	0,06	0,00	-0,08	-0,23**
IHOxMo17	0,00	-0,03*	-0,001*	0,000	0,03	0,00	-0,07	-0,01
IHPxB73	0,00	-0,00	-0,007**	0,000	0,01	0,00	-0,03	-0,22**
IHPxMo17	0,00	-0,00	-0,001*	0,000	0,03*	0,00	-0,02	-0,12*
Heterobeltiosis						Heterobeltiosis		
IHOxB73	0,00	-0,02**	-0,028	-0,006**	0,06	-0,004**	-0,24*	-0,30**
IHOxMo17	0,00	-0,03**	-0,020**	-0,008	0,02	-0,013**	-0,14**	-0,01**
IHPxB73	0,00	-0,00	-0,013	-0,008**	0,00	-0,001**	-0,19*	-0,07**
IHPxMo17	0,00	-0,01*	-0,007*	-0,006**	0,03	-0,01**	-0,09**	-0,14
Kalıtım Derecesi						Kalıtım Derecesi		
h ²	0,00	0,00	0,09**	0,25**	0,03**	0,21**	0,33**	0,09**
H	0,00	0,32**	0,09**	0,25**	0,24**	0,21**	0,38**	0,45**
h ² E	0,07*	0,07**	0,50**	0,49**	0,29**	0,73**	0,01	0,10**
HE	0,16**	0,07	0,54**	0,49**	0,29**	0,98**	0,04	0,29**

*, **, İstatistiki olarak 0,05 ve 0,01 düzeyinde önemlidir.

4.6. Generatif Dönem ile İlgili Gözlemler

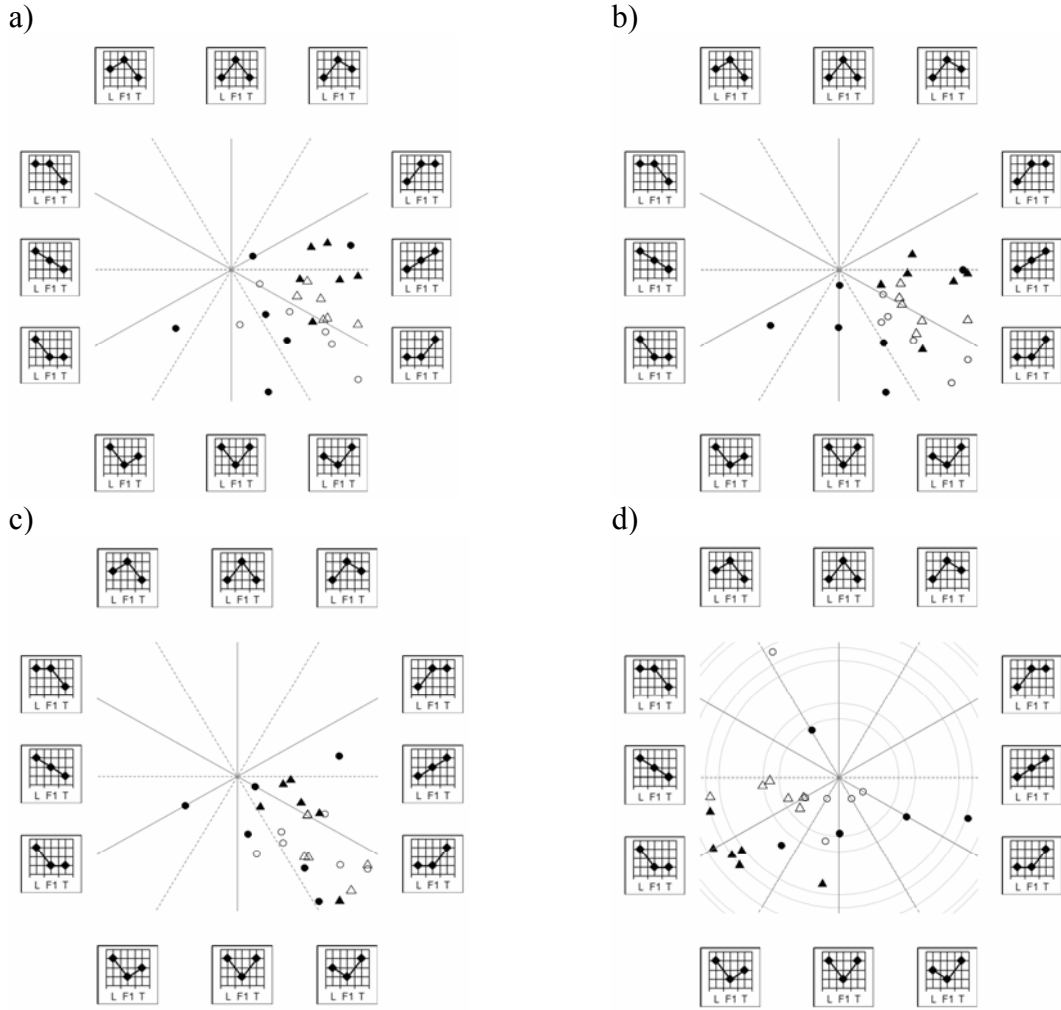
4.6.1. Genotiplere göre değişim

Mısırdaki generatif döneme geçiş gözlemleri üç farklı parametre ile takip edilmektedir. Yaygın olarak kullanılan bu parametreler tepe püskülü çıkarma, polen dökme ve koçan püskülü çıkarma gün sayılarıdır. Bu gözlemlerin yanı sıra polen dökme-koçan püskülü çıkarma arasında geçen gün sayısı da tane tutumu ve verim açısından önemli bir özelliktir. Çalışmada ele alınan generatif dönem gözlemlerine göre bütün özellikler bakımından genotipler arasında önemli farklar olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca tepe püskülü çıkarma gün sayısı ve bu özellik için hesaplanan PAR değeri bakımından Yıl X Genotip etkisi önemli bir değişime neden olmuştur (Ek Çizelge 2).

Ana olarak kullanılan IHO hattının tepe püskülü çıkarma (64,1 gün) ve polen dökme gün sayısı (66,8 gün) diğer genotiplerden düşük bulunmuş, kendisinin kullanıldığı kombinasyonların da bu hat ile yakın değere sahip olduğu dikkat çekmiştir (Ek Çizelge 6). Söz konusu hat koçan püskülü çıkarma gün sayısı bakımından ise kendisi ile oluşturulan melezlerden daha erkenci olmuştur (Çizelge Ek Çizelge 6). Bu durum IHO hattının polen dökme-koçan püskülü çıkarma aralığının artışına neden olmuş ve bu parametre için en yüksek ortalama (5,9 gün) bu hatta hesaplanmıştır. Oluşturulan hibritlerin çiçeklenme-koçan püskülü gösterme aralıkları genellikle ebeveynlere göre düşüktür. Bütün generatif gözlemlerde B73 hattı en yüksek değerlere sahip olmuş iken Mo17 ve IHP bu genotipi takip etmiştir (Ek Çizelge 6). Generatif dönem gözlemlerine paralel olarak hatların çiçeklenme için ihtiyaç duydukları termal süre (°Cd) ve ışık istekleri de (MJ/gün) bu sonuçlara benzerlik göstermiştir. Gerek sıcaklık gerekse ışık istekleri bakımından günlük ortalama değerler (12-13 °Cd ve 12-13 MJ) yakınlık göstermiştir. Genotiplerin ortalama sıcaklık istekleri tepe püskülü gösterme için 857,9 °Cd, polen dökme için 880,2 °Cd, koçan püskülü çıkarma için 944,0 °Cd olarak tespit edilmiştir. Işık istekleri ise tepe püskülü gösterme için ortalama 973,9 MJ, polen dökme için 995,7 MJ, koçan püskülü çıkarma için 1045,4 MJ olmuştur. Generatif döneme geçiş gün sayılarında tespit edilen değerlere paralel olarak B73 polen dökme-koçan püskülü çıkarma aralığı haricinde diğer gözlemlerin tamamında en yüksek değerlere sahip olmuştur (Ek Çizelge 6). Mısırdaki generatif döneme geçiş vejetatif dönemin sona ermesi ile başlamaktadır. Bitki henüz vejetatif dönemdeyken, sürgün uç meristem bölgesinin farklılaşması ve generatif organ taslaklarının oluşması ile generatif döneme hazırlanmaktadır (Vollbert and Schmidt, 2009). Erken çiçeklenen genotiplerin bu hazırlık sürecinde daha hızlı bir değişim gösterdikleri söylenebilir.

4.6.2. Genetik etkiler ve heterosis

Gözlemlenen özelliklerin hepsi için dominant ve üstün dominans gen etkilerinin hibritlerin ebeveynlerine göre farklılaşmasında payı olduğu görülmüştür (Şekil 16). Hibritlerin ebeveynlerine göre farklılaşmasında düşük değere sahip ebeveynlerin dominant etkisinin var olduğu, yalnızca çiçeklenme aralığında yüksek değere sahip ebeveynin dominant etkisinin rol oynadığı görülmüştür. Bütün hibritlerin hemen hepsinin ebeveynlerinin en az birinden daha düşük ortalamaya sahip oldukları dikkat çekmiştir.



Şekil 16. Generatif dönem gözlemlerinden tepe püskülü çıkarma (a), polen dökme (b), koçan püskülü çıkarma (c) ve çiçeklenme aralığı (d)'na ait genetik etkileri gösteren polar grafikler (Δ :IHOxB73, $\blacktriangle$:IHOxMo17, $\circ$:IHPxB73, $\bullet$:IHPxMo17).

Sher ve ark. (2012) tepe püskülü çıkarma, polen dökme, koçan püskülü çıkarma ve çiçeklenme aralığının değişimine dominans ve epistatik interaksiyonların etkili olduğunu bildirmiş, eklemeli ve eklemeli olmayan gen etkisinin kontrolü ile çiçeklenme karakteristiklerinin değiştiğini gösteren birçok araştırmaya atıfta bulunmuşlardır.

Araştırmamızda ise yüksek-düşük ebeynin dominant etkisi ve negatif üstün dominans gen etkilerinin çiçeklenme karakteristiklerinin değişimini kontrol ettiği belirlenmiştir (Şekil 16).

Heterosis ve heterobeltiosis değerlerinin hepsinin sıfır veya negatif yönlü olduğu dikkat çekmiştir. Generatif dönem gözlemlerine ait hesaplanan kalıtım dereceleri dikkate alındığında yukarıda işaret edilen genetik etkilerin sonucu olarak polen dökme gün sayısı dışında bütün özelliklerde geniş ve dar anlamda kalıtım derecesinin önemli olduğu belirlenmiştir. Özellikle polen dökme ve koçan püskülü çıkarma gün sayısı bakımından geniş anlamda kalıtım derecesi yüksek bulunmuştur (Çizelge 9). Yine polen dökme gün sayısına ait hesaplanan dar anlamda kalıtım derecesi dışında diğer özelliklerin kalıtım derecelerinde düşük de olsa önemli seviyede çevreye bağlı olarak değişimlerin meydana geldiği anlaşılmıştır.

Çizelge 9. Generatif dönem gözlemlerine ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri

	Tepe Püskülü Çıkarma	Polen Dökme	Koçan Püskülü Çıkarma	Çiçeklenme Aralığı
Heterosis				
IHOxB73	-0,068**	-0,07**	-0,08**	-0,07
IHOxMo17	0,000	-0,02	-0,04**	-0,28
IHPxB73	-0,057**	-0,06**	-0,06**	0,00
IHPxMo17	-0,028*	-0,03*	-0,04*	-0,11
Heterobeltiosis				
IHOxB73	-0,155**	-0,15**	-0,11**	-0,48**
IHOxMo17	-0,061**	-0,06**	-0,06**	-0,49**
IHPxB73	-0,094**	-0,10**	-0,09**	-0,06
IHPxMo17	-0,039**	-0,03**	-0,05**	-0,24**
Kalıtım Derecesi				
h^2	0,03	0,51**	0,40**	0,12**
H	0,20**	0,77**	0,80**	0,67**
h^2E	0,01	0,07**	0,08**	0,04*
HE	0,15**	0,14**	0,08**	0,09**

*, **, İstatistiki olarak 0,05 ve 0,01 düzeyinde önemlidir.

4.7. Toplam Yaprak Alanı, Yaprak Yeşil Alanı, Yaprak Kuru Alanı

4.7.1. Genotiplere ve zamana göre değişim

Kullanılan genotiplerin toplam yaprak alanı ve yeşil yaprak alanı değerleri üzerine üçlü interaksiyon etkisi dışında tüm varyasyon kaynaklarının etkili olduğu tespit edilmiştir. Yaprak kuru alanı için ise bütün varyans unsurlarının bu özellikteki değişime etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir (Ek Çizelge 1).

Kullanılan genotiplerin yaprak alanlarında ilk ölçümden (ESG40) itibaren ebeveyn ve hibritler arasında önemli ölçüde bir farklılık olduğu görülmüştür. IHOxB73 (1120,6 cm²), IHPxB73 (1283,8 cm²) ve IHPxMo17 (1210,9 cm²) melezleri bu dönemde en yüksek ortalamaların kaydedildiği genotiplerdir (Ek Çizelge 13). Yaprak kuru alanı bakımından bu dönemde genotipler arasında önemli bir fark olmadığı anlaşılmış ve dönem ortalaması 34,7 cm² olarak hesaplanmıştır. Ancak farklı yıllardaki ortalamalara göre ikinci yılda IHPxB73 ile baba hatlar arasında önemli bir fark belirlenmiştir. Yeşil yaprak alanı bakımından ise yüksek proteinli hatlar en yüksek ortalama değere sahipken, bu genotipler ile baba hatlar arasındaki farklar istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Şekil 17, Ek Çizelge 14).

ESG60'de toplam yaprak alanı ve yeşil yaprak alanı ortalamaları birbirine yakın değerler sergilemiş, yaprak kuru alanı bütün genotiplerde bir önceki döneme göre bir miktar artış göstermiştir (Şekil 17, Ek Çizelge 13). Bu dönemde toplam yaprak alanı bakımından hibritler ile baba hatlar arasındaki farklar istatistiki açıdan önemli bulunmuş ve hibritler içerisinde IHPxB73 (4211,5 cm²) öne çıkmıştır. Bu genotip yalnızca baba hatlarla değil ana hatlarla da önemli bir farka sahip olmuştur (Ek Çizelge 13). Söz konusu örneklem tarihinde yaprak kuru alanı ortalamaları bakımından genotipler ortalamaları ve farklı yıllardaki değerleri arasında önemli bir fark tespit edilmemiş, yeşil yaprak alanı için ise IHPxB73 (4138,5 cm²) ve IHOxMo17 (4100,4 cm²) kombinasyonları ile ebeveyn hatlar arasında önemli farklar olduğu anlaşılmıştır (Şekil 17, Ek Çizelge 14).

Çiçeklenme zamanına denk gelen ESG82 örneklemelerinde yaprak alanı bir önceki döneme göre artış göstermiştir. Buna karşın söz konusu dönemde ebeveynlerden Mo17 yaprak alanı değerleri bakımından diğer genotiplere göre bir hayli düşük ortalama sahip olmuştur (Ek Çizelge 13). Dikkat çeken diğer bir durum ise IHP ile oluşturulan melezlerin toplam yaprak alanlarının bu evrede artması, yaprak kuru alanlarının ise düşük olmasıdır. Bu durumun sonucu olarak IHP ile oluşturulan hatların bu evredeki yeşil yaprak alanı da diğer genotiplere göre önemli ölçüde yüksek bulunmuştur (Şekil 17, Ek Çizelge 14).

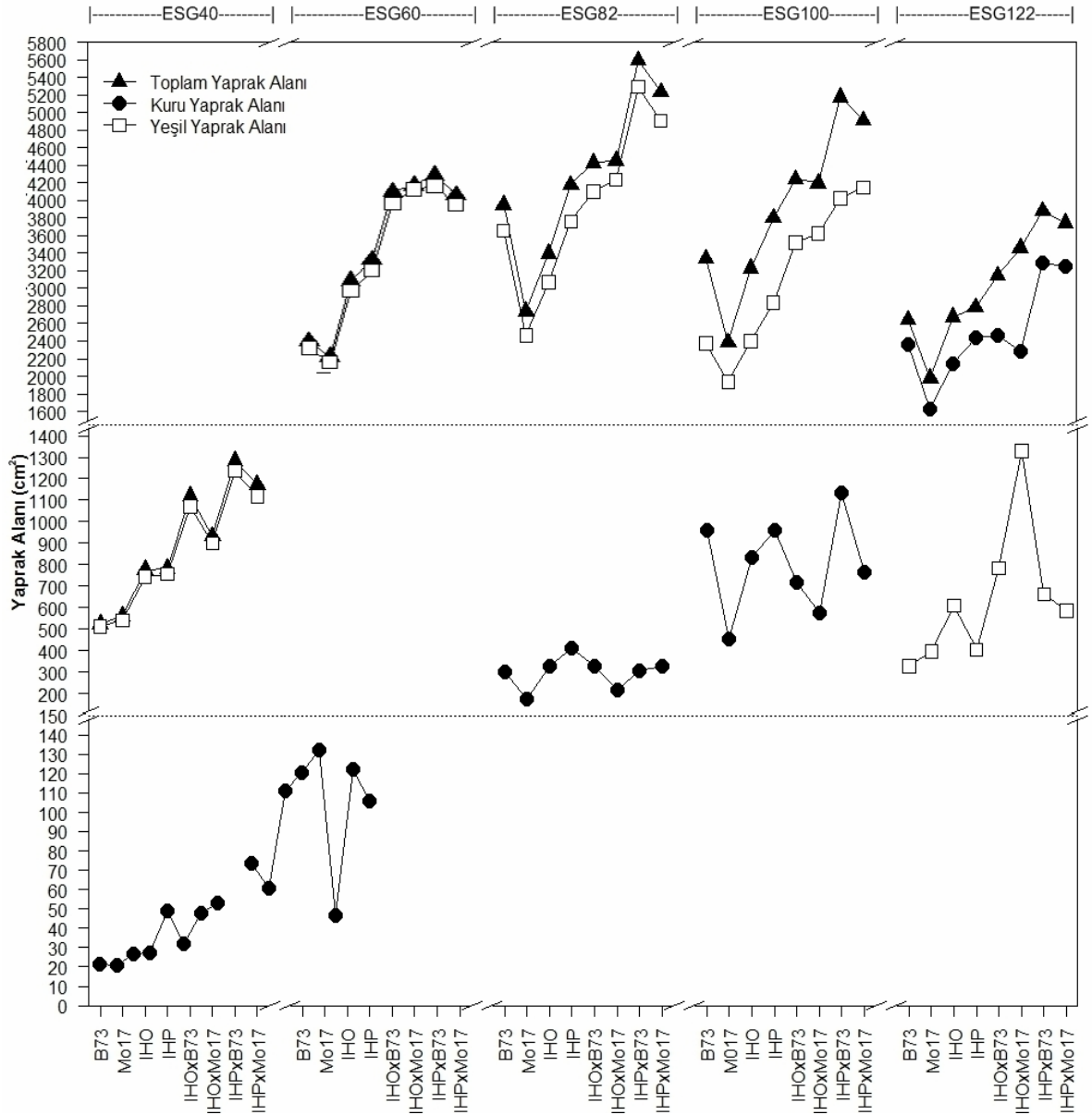
ESG100 örneklemelerine ait bulgulara göre, toplam yaprak alanı bakımından en yüksek değer IHPxB73 kombinasyonundan (5180,0 cm²) elde edilmiş ve bu genotiple IHPxMo17 dışında diğer genotiplere ait ortalama değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Şekil 17, Ek Çizelge 13). Ebeveynler arasında IHO ve B73 öne çıkarken, hibritler içerisinde ise IHP ile oluşturulan hibritlerin IHO hibritlerine göre yüksek değerler verdiği bulunmuştur. Yaprak kuru alanı bakımından IHPxB73 en yüksek ortalama (1135,0 cm²) sahip olmuş ve toplam yaprak alanı yüksek olan bu genotipin zamana bağlı kuruma hızının da yüksek olduğu anlaşılmıştır. Bu örneklem döneminde

IHPxB73 ile Mo17 hattı arasında yaprak kuru alanı bakımından istatistiki açıdan önemli bir fark olduğu, diğer genotiplerle ise önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Ek Çizelge 13). Yaprak kuru alanı bakımından farklı yıllardaki değerler dikkate alındığında ikinci yıl genotipler arasında önemli bir fark yok iken ilk yıl IHPxB73 ile IHOxMo17 ve Mo17 genotipleri arasında önemli bir fark olduğu belirlenmiştir. Yeşil yaprak alanı bakımından hibritler ile IHP dışında diğer ebeveyn hatlar arasında önemli farklar oluşmuştur. Yeşil yaprak alanı bakımından yüksek proteinli hibritler ön plana çıkmıştır (Ek Çizelge 14).

Son ölçüm tarihinde genotiplerin hemen hemen bütün yaprakları kurumaya başladığından tüm genotiplerin toplam yaprak alanı ile kuru yaprak alanı birbirine yaklaşmıştır. Bu evrede dikkat çeken durum IHP ve bu hat ile oluşturulan melezlerin yeşil yaprak alanlarında ani bir düşüş olduğu, buna karşın toplam yaprak alanlarının yine de en yüksek değerlerde seyrettiğinin tespit edilmesidir (Şekil 17). IHPxB73 (3883,6 cm²), IHPxMo17 (3746,7 cm²) ve IHOxMo17 (3462,6 cm²) melezleri toplam yaprak alanı, IHPxB73 (3253,8 cm²) ve IHPx Mo17 (3293,7 cm²) melezleri yaprak kuru alanı, IHOxMo17 (1328,1 cm²) ve IHOxB73 (662,8 cm²) melezleri ise yeşil yaprak alanı bakımından üstün değere sahip genotipler olmuştur (Şekil 17, Ek Çizelge 13, 14).

Yukarıda belirtilen değişimlere göre toplam yaprak alanı ve yeşil yaprak alanı ESG82'e kadar artış göstermiş, daha sonraki tarihlerde ise toplam ve yeşil yaprak alanlarında düşüş olmuştur. Kuru yaprak alanı ilk ölçüm tarihinden itibaren devamlı artış göstermiştir. Yüksek proteinli genotiplerin yaprak kurumasının hızlı olduğu buna karşın yaprak dayanıklılıklarının da diğer genotiplere göre üstün olduğu söylenebilir. Bu durum yaprak kuru ağırlıklarında tespit edilen bulgularla da doğrulanmaktadır. Bitki başına yaprak alanı, yaprak sayısı ve yaprak başına alanın bir ürünüdür. Yüksek yaprak alanına sahip genotip veya hatların yaprak sayısı ve yaprak başına düşen alanın diğer genotiplere göre yüksek olduğu görülmüştür. Mısırdaki yaprak oluşumu ve gelişimi üç ayrı dönemde ele alınmaktadır. İlk dönem genç yaprağın yaprak kını ve ayasının ayrılamadığı dönemdir. İkinci aşamada yaprağın taban kısmında yer alan bölgede hücre bölünme faaliyetleri artmakta üçüncü dönemde ise epidermal doku ve altında yer alan hücrelerin farklılaşması ve büyümesi ile ilgili olaylar meydana gelmektedir (Foster ve Timmermans, 2009). Çalışmamızda kullanılan genotiplerin yaprak alanlarındaki farklılıkların temelinde bahsedilen bu durumlarla ilgili farklılıkların yattığı söylenebilir. Bu durumun yanı sıra bitkide yaprak sayısı ve birim yaprak alanı tarafından kontrol edilen bitki başına yaprak alanı değeri, yeni yaprakların oluşması ve mevcut yaprakların genişlemesi ile ilişkilidir.

Çalışmamızda hibrit genotiplerin bitki başına yaprak alanlarının yüksek oluşu hem yaprak sayılarının hem de yaprak başına alanlarının yüksek olmasından kaynaklanmıştır.



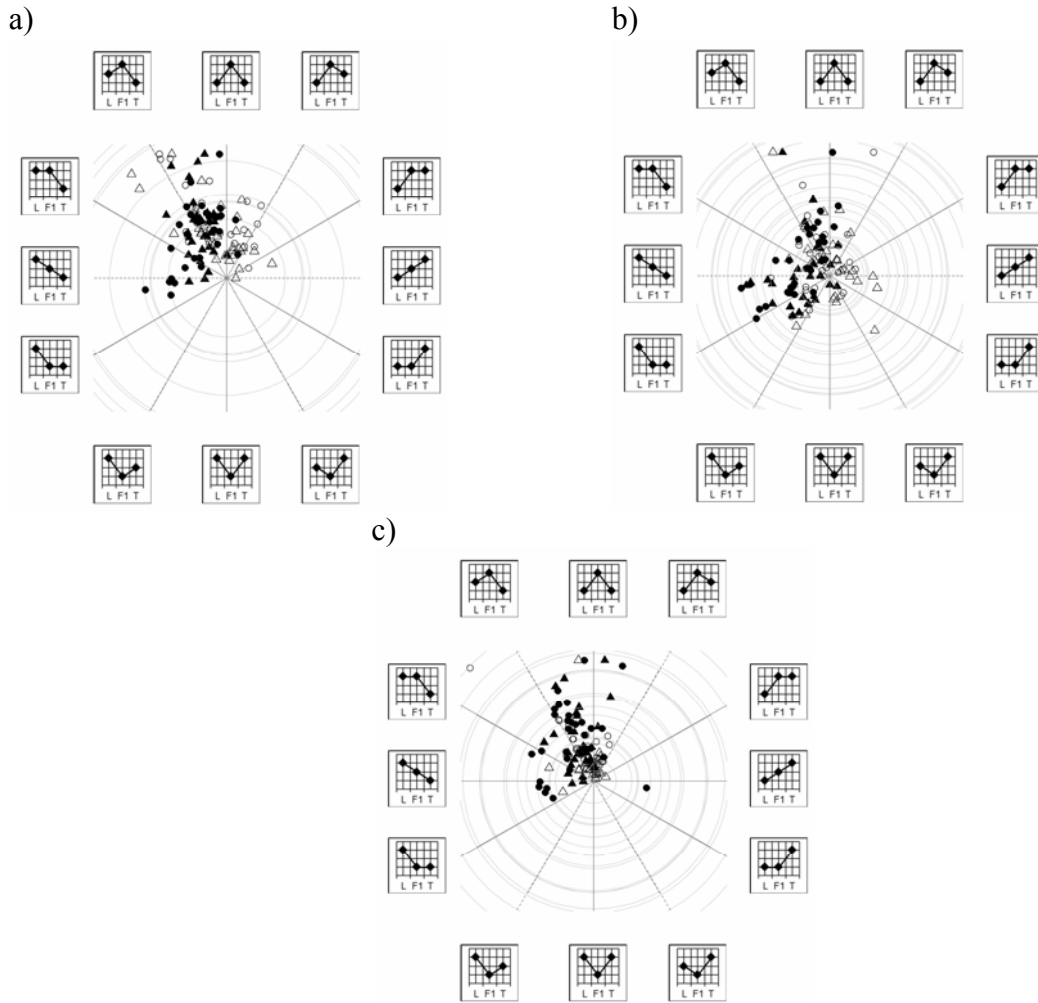
Şekil 17. Yaprak alanının genotiplere ve zamana bağlı değişimi.

4.7.2. Genetik etkiler ve heterosis

Toplam yaprak alanı ve yeşil yaprak alanındaki değişimin üstün dominans ve yüksek ebeveynin dominant etkisi tarafından kontrol edildiği görülmüştür. Bu özellikler üzerine kısmen eklemeli gen etkisinin de pay sahibi olduğu görülmektedir (Şekil 18a, Şekil 18c). Yaprak kuru alanı üzerindeki değişime ise üstün dominans gen etkilerinin yanı sıra eklemeli gen etkilerinin önemli olduğu tespit edilmiştir (Şekil 18b). Yaprak alanları ile ilgili grafiklerde hibritlerin ebeveynlerle olan ilişkileri de açık şekilde

görülmektedir. Her üç grafikte de Mo17 ile oluşturulan hibritlerin ana hatlarının Mo17'den üstün ortalamaya sahip oldukları görülmektedir.

Yaprak alanına ait heterosis değerleri bütün ölçüm tarihlerinde pozitif yönlü olmuştur. Heterobeltiosis değerlerinden de yeşil yaprak alanına ait ESG82'de yapılan ölçümlerde negatif değerler elde edilmiş, bu tarihten bir önceki ve bir sonraki tarihlerde bazı genotiplerin heterobeltiosis değerleri negatif yönlü olmuştur. Diğer tüm heterobeltiosis değerleri pozitif yönlü olmuştur. Yaprak alanına ait hesaplanan geniş anlamda kalıtım dereceleri % 58 ve üzerinde bulunmuş, bu özelliğe ait fenotipik varyansın büyük kısmının genetik nedenlere bağlı olarak değişim gösterdiği anlaşılmıştır. Yeşil yaprak alanına ait hesaplanan geniş anlamda kalıtım dereceleri ise % 26 ile % 44 arasında değişim göstermiştir. Kuru yaprak alanı da fenotipik değişimin yüksek oranda ($H=$ % 56-64) genetik unsurlarca kontrol edildiği bir özellik olarak tespit edilmiştir (Çizelge 10).



Şekil 18. Toplam yaprak alanı (a), kuru yaprak alanı (b) ve yeşil yaprak alanı (c) üzerine genetik etkileri gösteren polar grafikler (Δ :IHOxB73, $\blacktriangle$:IHOxMo17, $\circ$:IHPxB73, $\bullet$:IHPxMo17).

Çizelge 10. Toplam, kuru ve yeşil yaprak alanına ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri

	ESG40	ESG60	ESG82	ESG100	ESG122
Toplam Yaprak Alanı					
Heterosis					
IHOxB73	0,63**	0,48**	0,21**	0,31**	0,20**
IHOxMo17	0,35*	0,53**	0,38**	0,44**	0,46**
IHPxB73	0,85**	0,50**	0,42**	0,51**	0,47**
IHPxMo17	0,73**	0,45**	0,49**	0,58**	0,55**
Heterobeltiosis					
IHOxB73	0,53*	0,46**	0,21*	0,29**	0,19
IHOxMo17	0,31	0,50*	0,32**	0,38**	0,38**
IHPxB73	0,83*	0,45**	0,39**	0,49**	0,43**
IHPxMo17	0,79	0,41	0,46*	0,55**	0,52*
Kalıtım Dereceleri					
h^2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H	0,58**	0,68**	0,59**	0,74**	0,65**
h^2E	0,22**	0,03	0,00	-0,01	0,01
HE	0,29**	0,05	0,25**	0,11**	0,14**
Kuru Yaprak Alanı					
Heterosis					
IHOxB73	0,85*	0,37	0,00	-0,09*	0,09
IHOxMo17	0,28	-0,10	0,00	-0,03	0,18
IHPxB73	0,80*	0,38	0,00	0,09*	0,40*
IHPxMo17	1,01*	0,26	0,00	0,03	0,55
Heterobeltiosis					
IHOxB73	0,76	0,23	-0,04**	-0,20	0,07
IHOxMo17	0,23	-0,24**	-0,25**	-0,23**	0,09
IHPxB73	0,80	0,22	-0,19**	0,07**	0,35
IHPxMo17	0,96	0,10*	-0,40**	-0,29**	0,55
Kalıtım Dereceleri					
h^2	0,00	0,12**	0,23**	0,32**	0,00
H	0,42**	0,26**	0,23**	0,33**	0,44**
h^2E	0,28**	0,21**	0,29**	0,30**	-0,01
HE	0,31**	0,24**	0,38**	0,30**	0,17**
Yeşil Yaprak Alanı					
Heterosis					
IHOxB73	0,62**	0,50**	0,22**	0,46**	0,59
IHOxMo17	0,36*	0,64**	0,45**	0,59**	1,55
IHPxB73	0,85*	0,55**	0,48**	0,58**	0,56*
IHPxMo17	0,71**	0,48**	0,54**	0,72**	0,35
Heterobeltiosis					
IHOxB73	0,52*	0,50**	0,22*	0,46**	0,50
IHOxMo17	0,31	0,62**	0,38**	0,54**	1,54
IHPxB73	0,82	0,51**	0,44**	0,56**	0,50
IHPxMo17	0,68	0,42	0,51**	0,68**	0,20
Kalıtım Dereceleri					
h^2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H	0,58**	0,72**	0,63**	0,78**	0,50**
h^2E	0,28**	0,05*	0,00	0,03	0,15**
HE	0,35**	0,05	0,23**	0,13**	0,22**

*, **, İstatistikî olarak 0,05 ve 0,01 düzeyinde önemlidir.

4.8. Yeşillik İndeksi, Yaprak Alan İndeksi, Yeşil Yaprak Alan İndeksi**4.8.1. Genotiplere ve zamana göre değişim**

Yaprak alan indeksi fizyolojik özellikler içerisinde önemli parametrelerden birisidir. Bu çalışmada kullanılan genotiplerin toplam ve yeşil yaprak alanlarına bağlı olarak hesaplanan yaprak alan indeksleri varyans unsurlarından Yıl x ESG x Genotip interaksiyon etkisi dışında diğer faktörlere bağlı olarak önemli ölçüde değişim göstermiştir. Yeşil yaprak alanının toplam alana oranını gösteren yeşillik indeksi bakımından ise Genotip, ESG ana etkileri ile Yıl x ESG, Genotip x ESG intraksiyon etkilerinin bu özelliğin değişimine önemli derecede etkili olduğu görülmüştür (Ek Çizelge 1).

Yaprak alan indeksi yaprak alanının bitki alanına oranı şeklinde hesaplandığından yaprak alanında belirtilen değişimler yaprak alan indeksin de görülmüştür. İlk örnekleme tarihinde (ESG40) genotiplerin yeşillik indekslerinin tamamı % 95'in üzerinde olmuş ve genotipler arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir. Genotiplerin toplam yaprak alan ve yeşil yaprak alan indeksleri ise yeşillik indekslerine bağlı olarak birbirlerine yakınlık göstermiştir. Bu dönemde hem yeşil hem toplam yaprak alan indeks değerleri 1'in altında bulunmuş olup genotipler arasında önemli farklar tespit edilmiştir. IHP ile oluşturulan melez kombinasyonların yeşil ve toplam yaprak alan indeksleri en yüksek ortalamalara sahip olmuş ve bu genotipler ile ebeveyn hatların hepsi arasında önemli farklar tespit edilmiştir (Şekil 19, Ek Çizelge 14, Ek Çizelge 15). Yeşil yaprak alan indeksi için IHOxMo17 ile yüksek proteinli hatlar arasındaki fark önemli, IHOxB73 ile önemsiz bulunmuştur.

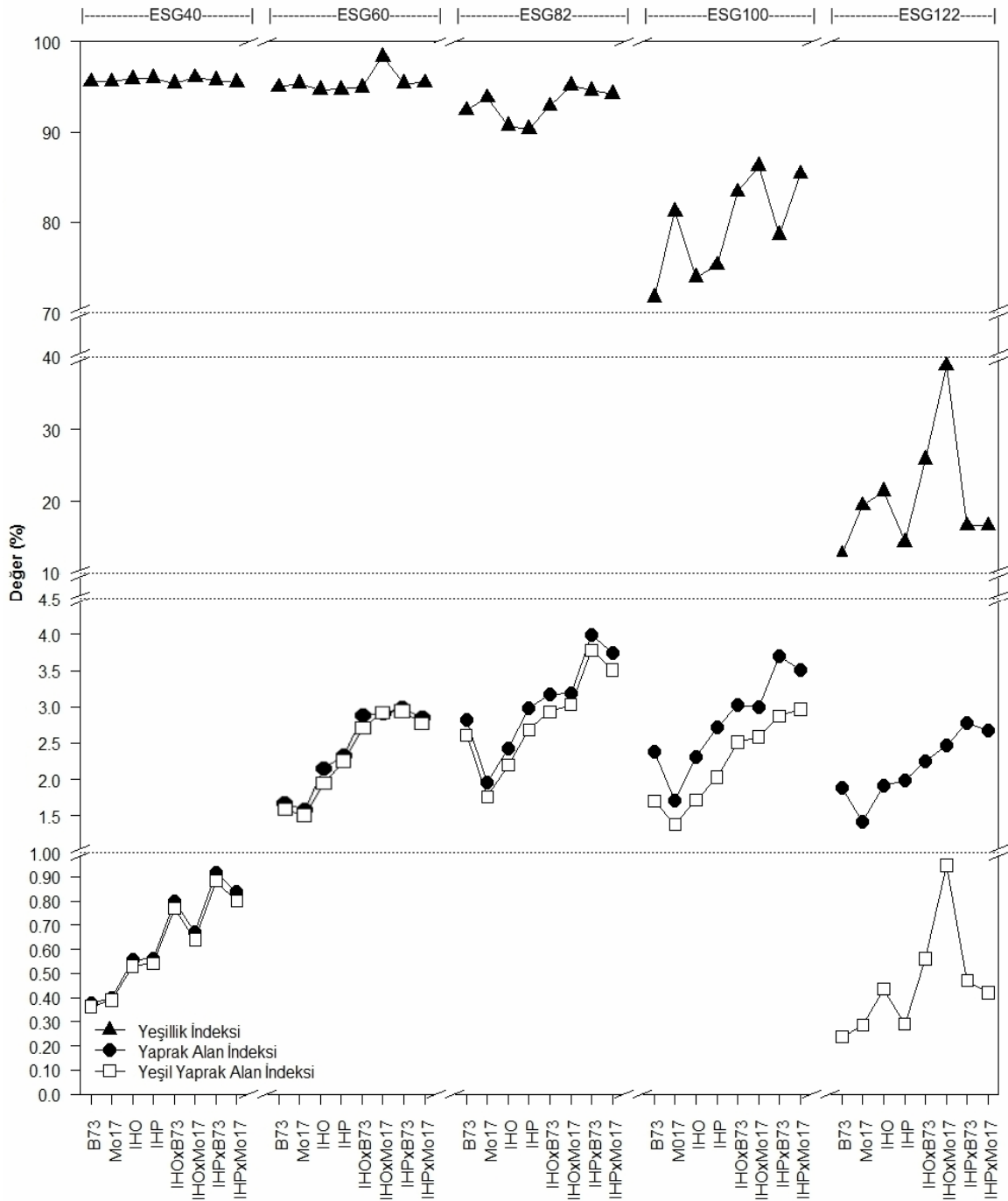
İlk ölçüm tarihinde yeşillik indeksi bakımından genotipler arasında önemli bulunmayan farklar, ESG60. günde yapılan ölçümde de devam etmiş ancak genotiplerin yeşillik indeksleri ilk ölçüm tarihine göre bir miktar düşmüştür (Şekil 19, Ek Çizelge 14). Hibrit genotipler bu ölçüm tarihinde toplam ve yeşil yaprak alan indeksi bakımından ebeveyn hatlara önemli üstünlükler göstermiştir. Baba hatlar (B73 ve Mo17) ile hibrit kombinasyonlar arasında istatistiki açıdan önemli farklar belirlenmiştir (Ek Çizelge 15). Diğer taraftan bütün genotiplerin toplam ve yeşil yaprak alan indeksi değerleri 1'in üzerinde bulunmuştur. Toplam yaprak alan indeksi bakımından IHPxB73 (% 3,01) ilk sırayı almış yeşil yaprak alan indeksi için de bu genotip yüksek değere sahip olmuştur. Yeşil yaprak alan indeksinin IHPxB73 genotipinde (% 2,97) IHOxMo17 ile (% 2,94) çok yakın bulunması, IHPxB73 genotipinin yeşillik indeksinin düşük olmasından kaynaklanmıştır (Şekil 19, Ek Çizelge 14). Yüksek yağlı ve yüksek proteinli

kombinasyonların aralarında önemli farklar tespit edilmemesine karşın yeşil kalma durumu bakımından IHOxMo17 genotipinin (% 98,9) öne çıktığı dikkati çekmiştir.

Ekimin ardından yapılan üçüncü örneklemede (ESG82) yeşillik indeksi bakımından genotipler arasında önemli bir fark bulunmamıştır (Ek Çizelge 14). Bu dönemde yaprak alan indeksi ve yeşil yaprak alan indeksi ortalamalarına göre IHPxB73 genotipinin öne plana çıktığı (yaprak alan indeksi: % 4,0; yeşil yaprak alan indeksi: % 3,78) ve diğer yüksek proteinli kombinasyon ile yakın değerlere sahip olan bu kombinasyonun kalan genotiplerle arasında önemli farklar olduğu anlaşılmıştır (Şekil 19, Ek Çizelge 15). Yaprak alan indeksine ait her iki özellik için bu örnekleme tarihinde 2'nin altında değere sahip olan tek genotip Mo17 hattı olmuş, IHO dışında diğer genotiplerin bu hat ile aralarındaki farklar önemli bulunmuştur (Ek Çizelge 15).

ESG100 ölçümlerinde Mo17 hattının bulunduğu kombinasyonların yeşillik indeks değerleri diğer genotiplere göre yüksek bulunmuş ve bu genotipler ile B73 hattı arasındaki fark istatistiki açıdan önemli olmuştur (Ek Çizelge 14). Toplam yaprak alan indeksi IHP ile oluşturulan hibritlerde diğer genotiplere göre yüksek bulunmuş ve IHPxB73 genotipi (% 3,70) bu özellik bakımından genotipler içerisinde ilk sırada yer almıştır. Bu genotip ile IHPxMo17 dışında bütün genotipler arasındaki yaprak alan indeksi farkları önemli olmuştur (Ek Çizelge 15). Yeşil yaprak alan indeksi bakımından IHP dışında (% 2,03) diğer ebeveynler 2'nin altında değere sahip olmuş ve hibritlerle aralarında önemli farklar oluşmuştur (Şekil 19, Ek Çizelge 15). Hibritlerin kendi aralarındaki farklar önemli bulunmasa da IHP ile oluşturulan kombinasyonlar rakamsal olarak yüksek ortalamalara sahip olmuştur (Ek Çizelge 15). Toplam yaprak alanı ve yeşil yaprak alanı değerleri bir önceki döneme göre bütün genotiplerde farklı oranlarda düşüş göstermiştir (Şekil 19).

Son örnekleme tarihinde (ESG122) elde edilen veriler yeşillik indeksi bakımından IHOxMo17 genotipi (% 38,8) ve bu genotipin ebeveynlerinin yanı sıra, yüksek yağlı IHOxB73 kombinasyonunun (% 25,8) diğer genotiplere kıyasla yüksek ortalamalara sahip olduğunu göstermiştir (Şekil 19, Ek Çizelge 14). Bu dönemde yaprak alan indeksi bakımından hibritler 2'nin üzerinde ebeveynler ise 2'nin altında değerlere sahip olmuştur. IHPxB73 toplam yaprak alan indeksi bakımından yüksek ortalamaya (% 2,77) sahip olmuş ve IHOxMo17 dışında diğer genotipler ile aynı istatistiki grupta yer almıştır (Ek Çizelge 15). Yeşil yaprak alan indeksi bu dönemde bütün genotiplerde 1'in altında düşmüş ve yüksek yağlı hibritler diğer bütün genotiplere üstünlük sağlamıştır (Şekil 19, Ek Çizelge 15).



Şekil 19. Yaprak alan indeksleri (kuru ve yeşil) ile yeşillik indeksinin vejetasyon süresince genotiplere göre değişimi.

Yaprak alan indeksi (YAI) bitki başına düşen yaprak alanı ile birim alanda bulunan bitki sayısının bir ürünüdür (Nunez ve Kamparth, 1969). Normal koşullarda gelen ışığın % 90-95'inin bitki tarafından tutulması için yaprak alanı değerinin 3 ve üzerinde olması gerektiği bildirilmiştir (Hipps ve ark., 1983). Diğer önemli bileşenlerden yeşillik indeksi ve yeşil yaprak alan indeksi, yeşil kalma süresinin yanı sıra yaprak pigment içeriği ile ilişkili bir durumdur. Çalışmamızdan elde edilen bulgular dikkate alındığında genotipler arasında

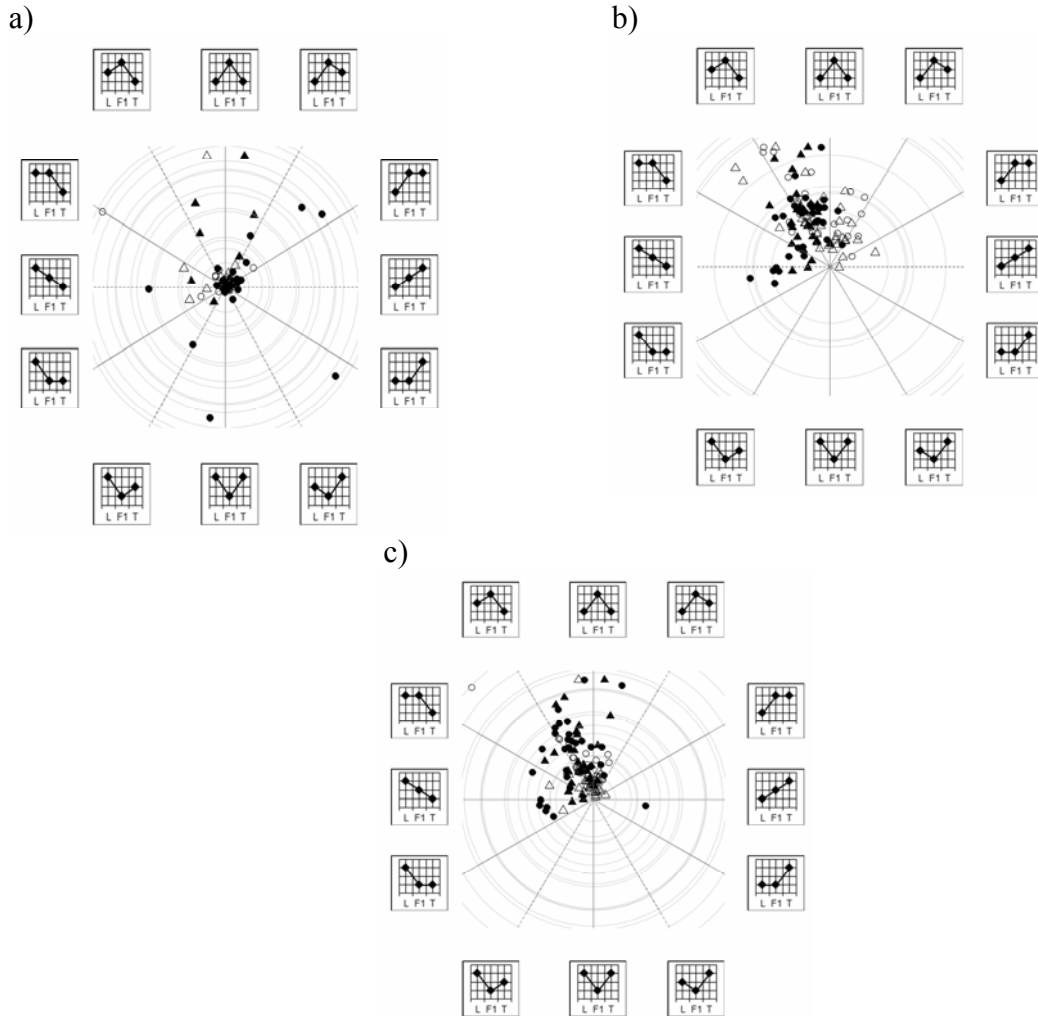
yaprak alan indeksi, yeşil yaprak alan indeksi ve yeşillik indeksi bakımından tespit edilen farklılıkların, genotiplerin bu özelliklere ait karakteristiklerinden kaynaklandığı söylenebilir. Yaprak alan indeksi yaprak alanının bir fonksiyonu olduğuna göre yüksek yaprak alanına sahip genotiplerin yaprak alan indekslerinin de yüksek çıkması normaldir. Bu durum yaprak oluşumunda ve gelişiminde genotiplere göre meydana gelebilecek farklılıkların temellerinin açıklandığı bir önceki bölümde ele alınmıştır. Her ne kadar yeşil kalma durumu, fonksiyonel ve görsel olarak ayrılrsa da yaprak kuruması hızlı olan genotiplere göre yeşil kalma süresi uzun olan genotiplerin bazı avantajları mevcuttur. Bu çalışmada yaprak alan indeksi bakımından yüksek değerlere sahip olan IHP ile oluşturulan melezlerin bitki başına yaprak alanlarının yüksek olmasının bu sonuca neden olduğu açıktır. Vejetasyonun son evrelerinde, yüksek yağlı hatlarla oluşturulan hibritlerin pigment içeriklerinin yüksek bulunması, yüksek proteinli hatların ise pigment içeriklerinin hızlı bir biçimde düşmesinin yanı sıra yaprak kayıplarının yüksek olması, bu genotiplerin yaprak alan indeksi ve yeşillik indeksi ile ilgili karakteristiklerini belirlemiştir. Son dönemde toplam yaprak alan indeksi bakımından IHP ile oluşturulan hatlar yüksek ortalamaya sahip olmasına karşın, yeşillik indeksi yüksek olan yüksek yağlı hibritlerin yeşil yaprak alan indeksleri yüksek bulunmuştur.

4.8.2. Genetik etkiler ve heterosis

Yaprak alan indeksi, yeşil yaprak alan indeksinin üstün dominans gen etkileri tarafından kontrol edilen özellikler olduğu belirlenmiştir (Şekil 20). Yeşillik indeksine ait polar grafikte genotiplere ait noktalar grafiğin orta noktasında toplanmıştır. Bu durum yeşillik indeksi üzerine etkili olan genlerin çevreye bağlı olarak etkilerinin değiştiğini göstermektedir. Kalıtım derecelerinin çevreye bağlı hesaplamalarının yüksek ve önemli çıkması da bu durumu doğrulamaktadır (Çizelge 11). Yeşillik indeksi ve yeşil yaprak alan indeksinin değişiminde eklemeli gen etkilerinin de düşükte olsa pay sahibi olduğu belirlenmiştir. Yaprak alan indeksi ve yeşil yaprak alan indeksindeki değişime, yüksek değere sahip ebeveynin dominant etkisinin katkı sağladığı anlaşılmıştır (Şekil 20b,c).

Yukarıda bahsedilen genetik etkiler nedeniyle toplam yaprak alan indeksi (LAI) ve yeşil yaprak alan indeksine (YYAI) ait dar anlamda kalıtım derecesinin bu özellikler için önemsiz olduğu ve geniş anlamda kalıtım derecesinin mevcut fenotipik varyasyonun yarısından fazlasını kontrol ettiği anlaşılmıştır (Çizelge 11). Yeşillik indeksine ait dar anlamda kalıtım derecesi yalnızca son ölçüm tarihinde önemli bulunmuştur. Yapılan heterosis analizlerine göre yeşillik indeksinin ESG82. gün örneklemelerine kadar önemsiz

olduğu, yani bu güne kadar toplam yaprak alanı içerisinde yeşil yaprak kısımları bakımından hibritler ile ebeveynler arasında önemli bir fark olmadığı anlaşılmıştır. Bu tarihten sonra ise genotiplere göre değişmekle birlikte ciddi artışlar olmuş ve IHOxMo17 en yüksek değeri (% 87) sergilemiştir (Çizelge 11). Bu durum IHOxMo17'nin yeşil kalma süresinin uzun olmasından kaynaklanmıştır. Toplam yaprak alan indeksi ve yeşil yaprak alan indeksi bakımından ilk ölçüm tarihinden itibaren bütün hibritlere ait heterosis ve heterobeltiosis değerlerinin pozitif yönlü ve çoğunlukla önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 11). Yaprak alanı ve yeşil yaprak alanı için hibritlerin ebeveynlere olan üstünlüklerinin muhtemel nedenlerine önceki kısımlarda değinilmiştir. Hibrit genotiplerin yaprak alanı oluşturma potansiyellerinin yüksek oluşu, indeks değerleri için hesaplanan heterosis ve heterobeltiosis değerlerinin belirleyici unsuru olmuştur.



Şekil 20. Yeşillik indeksi (a), toplam yaprak alan indeksi (b) ve yeşil yaprak alan indeksi (c) üzerine genetik etkileri gösteren ait polar grafikler (Δ :IHOxB73, $\blacktriangle$:IHOxMo17, $\circ$:IHPxB73, $\bullet$:IHPxMo17).

Çizelge 11. Yeşillik indeksi, yaprak alan indeksi ve yeşil yaprak alan indeksine ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri

	ESG40	ESG60	ESG82	ESG100	ESG122
Yeşillik İndeksi					
Heterosis					
IHOxB73	0,00	0,00	0,02	0,17*	0,41
IHOxMo17	0,00	0,00	0,04*	0,14*	0,87**
IHPxB73	0,00	0,00	0,04*	0,08	0,15
IHPxMo17	0,00	0,00	0,03	0,11*	-0,01
Heterobeltiosis					
IHOxB73	0,002**	-0,003**	0,01	0,16	0,27*
IHOxMo17	0,001**	-0,003**	0,03*	0,12	0,84**
IHPxB73	0,001**	-0,001*	0,04	0,07	0,10
IHPxMo17	0,001	-0,008**	0,02*	0,11	-0,08**
Kalıtım Dereceleri					
h^2	0,00	0,03	0,00	0,00	0,06*
H	0,00	0,03	0,29**	0,41**	0,29**
h^2E	0,78**	0,29**	0,28**	0,27**	0,12**
HE	0,78**	0,49**	0,28**	0,27**	0,30**
Yaprak Alan İndeksi					
Heterosis					
IHOxB73	0,63**	0,48**	0,21**	0,31**	0,20**
IHOxMo17	0,36*	0,53**	0,38**	0,44**	0,46**
IHPxB73	0,85**	0,50**	0,42**	0,51**	0,47**
IHPxMo17	0,73**	0,45**	0,49**	0,58**	0,55**
Heterobeltiosis					
IHOxB73	0,53*	0,46**	0,21*	0,29**	0,19
IHOxMo17	0,31	0,50*	0,32**	0,38**	0,38**
IHPxB73	0,83*	0,45*	0,39**	0,49**	0,43**
IHPxMo17	0,70	0,40	0,46*	0,55**	0,52*
Kalıtım Dereceleri					
h^2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H	0,58**	0,68**	0,59**	0,74**	0,65**
h^2E	0,22**	0,03	0,00	-0,01	0,01
HE	0,29**	0,05	0,25**	0,11**	0,14**
Yeşil Yaprak Alan İndeksi					
Heterosis					
IHOxB73	0,63**	0,50**	0,22**	0,46**	0,59
IHOxMo17	0,35*	0,64**	0,45**	0,59**	1,55
IHPxB73	0,85*	0,55**	0,48**	0,58**	0,56
IHPxMo17	0,71**	0,48**	0,54**	0,72**	0,35
Heterobeltiosis					
IHOxB73	0,53*	0,50**	0,22*	0,46**	0,50
IHOxMo17	0,31	0,62**	0,38**	0,54**	1,54
IHPxB73	0,82	0,51**	0,44**	0,56**	0,50*
IHPxMo17	0,67	0,42	0,51**	0,68**	0,20
Kalıtım Dereceleri					
h^2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H	0,58**	0,72**	0,63**	0,78**	0,50**
h^2E	0,28**	0,05*	0,00	0,02	0,15**
HE	0,35**	0,05	0,23**	0,13**	0,22**

*, **, İstatistik olarak 0,05 ve 0,01 düzeyinde önemlidir.

4.9. Yaprak Klorofil İçeriği

4.9.1. Genotiplere ve zamana göre değişim

Bu çalışmada yaprak klorofil içeriği metot kısmında açıklandığı üzere iki farklı şekilde hesaplanmıştır. Ağırlık ($\mu\text{g/g}$) ve alan ($\mu\text{g/cm}^2$) bazlı hesaplamalardan elde edilen veriler ile yapılan varyans analizi sonuçları, klorofil b üzerinde Yıl x Genotip interaksiyon etkisi haricindeki diğer bütün varyans unsurlarının önemli ölçüde etki yaptığını göstermiştir (Ek Çizelge 1). Bu özellikle ilgili alan ve ağırlık bazlı ortalamalar yüksek derecede uyumlu olduğundan genotiplerin zamana bağlı klorofil içeriklerini gösteren grafikler yalnızca alan bazlı hesaplamalar üzerinden sunulmuştur.

Klorofil içerikleri ile ilgili olarak Yıl x ESG x Genotip etkisinin önemli bulunması bu bileşenlerin yıl, vejetasyon dönemi ve genotiplerin birbirleri ile olan kompleks ilişkilerinin sonucunda değişebileceğini göstermiştir. Ekimin ardından yapılan ilk örneklemelerde (ESG40) klorofil a ve toplam klorofil içeriği için hem yıllık hem de yıl ortalamalarına göre en yüksek değerler IHP hattında kaydedilmiştir. Alan bazlı hesaplamalarda iki yıllık ortalamalar dikkate alındığında IHP ile IHO ve B73 ile oluşturulan hibritler arasında önemli farklar olduğu anlaşılmıştır (Şekil 21, Ek Çizelge 16). Ağırlık bazlı hesaplamalarda ise genel ortalamalara göre IHP hattı ($810,2 \mu\text{g/g}$) en yüksek klorofil a içeriğine sahip olmuş, bu hat ile Mo17 genotipi ve B73'ün kullanıldığı hibritler arasında önemli farklar tespit edilmiştir (Ek Çizelge 17). Klorofil b içeriği bakımından alan ağırlık bazlı hesaplamalarda araştırmanın ilk yılında genotip ortalamalarında önemli değişimler meydana gelmiştir (Ek Çizelge 16, Ek Çizelge 18).

ESG60 ölçümlerinde alan bazlı hesaplamalara göre klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil içeriği bakımından genotipler arasında önemli bir fark oluşmamıştır (Şekil 21, Ek Çizelge 16, Ek Çizelge 17). Ağırlık bazlı hesaplamalarda ise yalnızca toplam klorofil içeriği bakımından IHOxMo17 genotipi ($1270,5 \mu\text{g/g}$) ile Mo17 ($968,6 \mu\text{g/g}$) arasında önemli bir fark olduğu belirlenmiştir (Ek Çizelge 18). Bunun yanı sıra ağırlık bazlı ortalamalarda Mo17 ve IHP genotiplerinin farklı yıllarda hesaplanan klorofil içerikleri arasında önemli farklar olduğu anlaşılmıştır (Ek Çizelge 17, Ek Çizelge 18).

Üçüncü örneklem tarihinde (ESG82) iki yıllık ortalamalar dikkate alındığında alan bazlı hesaplamalar klorofil a içeriği bakımından IHOxMo17 genotipi ($27,6 \mu\text{g/cm}^2$) ile Mo17 hattı ($20,5 \mu\text{g/cm}^2$) arasında önemli bir fark olduğunu göstermiştir. Aynı genotip alan bazlı hesaplamalara göre klorofil b ve toplam klorofil içeriği için Mo17 hattının yanı sıra B73 genotipine de üstünlük göstermiş, diğer genotipler ile IHOxMo17 kombinasyonu arasındaki farklar önemli bulunmamıştır (Şekil 21, Ek Çizelge 16, Ek Çizelge 17).

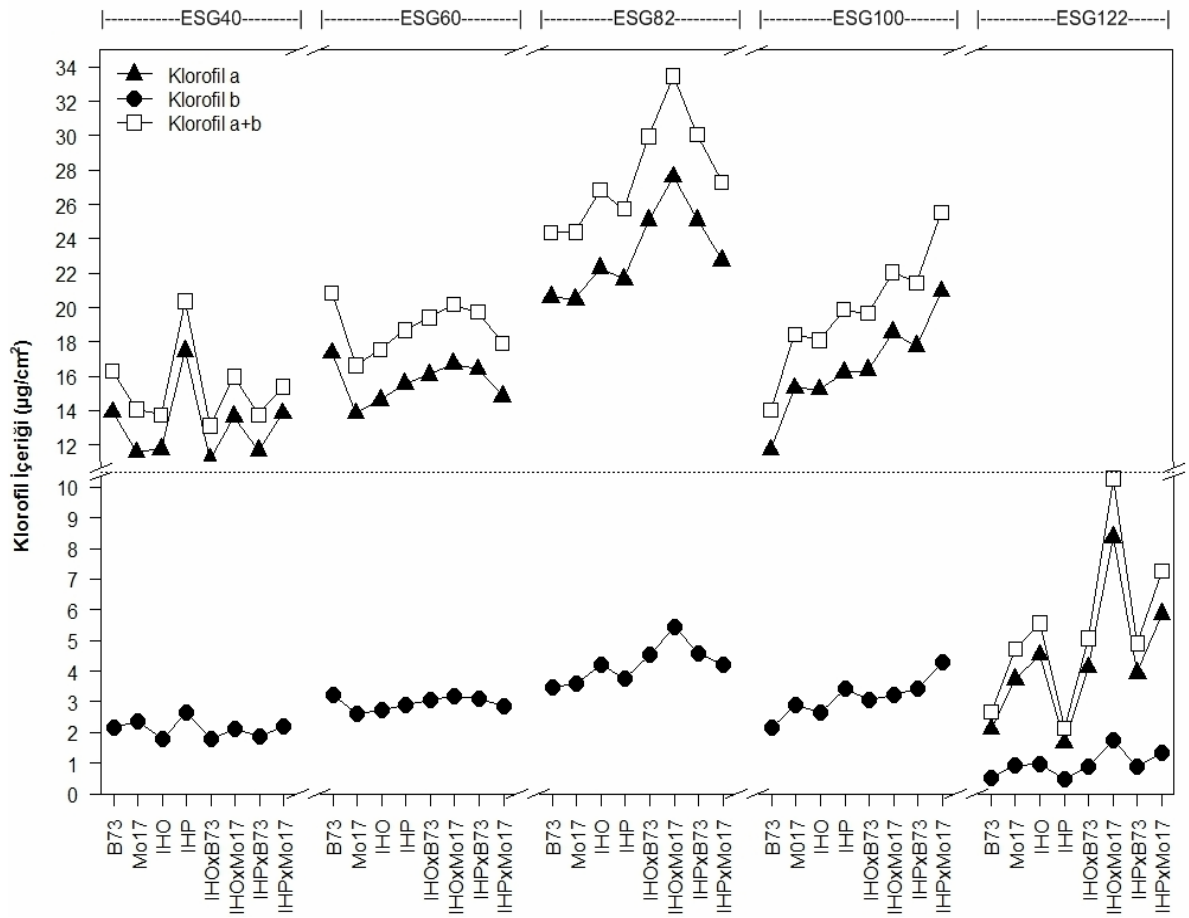
Genotiplerin farklı yıllardaki ve yıl ortalamalarına ait alan bazlı değerlere göre klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil içeriği için genotipler arasında önemli bir fark oluşmamıştır (Ek çizelge 16, Ek Çizelge 17). Ağırlık bazlı hesaplamalarda da alan bazlı hesaplamalarda elde edilen bulgular iki yıllık ortalamalar için aynı olmuş genotipler arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir (Ek Çizelge 17, Ek Çizelge 18). Yalnızca klorofil b içeriği bakımından IHOxMo17 hibriti ($316,6 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) B73, Mo17 ve IHP hatları ile arasındaki fark önemli bulunmuştur (Ek Çizelge 16, Ek Çizelge 17).

ESG100 tarihinde alınan örneklerde alan bazlı hesaplamalarda iki yıllık ortalamalara göre IHPxMo17 kombinasyonu klorofil a ($20,9 \mu\text{g}/\text{cm}^2$), klorofil b ($4,29 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) ve toplam klorofil ($25,5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) içerikleri ile ilk sırada yer almış, bu genotipi aynı istatistiki grupta yer alan IHOxMo17 kombinasyonu takip etmiştir (Şekil 21, Ek Çizelge 16, Ek Çizelge 17). Hem ağırlık hem de alan bazlı hesaplamalarda farklı yıllarda tespit edilen genotip değerleri ilk yılda önemli bir farklılık göstermez iken, ikinci yılda genotipler arasında önemli farklar olduğu belirlenmiştir. (Ek Çizelge 16, Ek Çizelge 17).

Son örnekleme tarihinde (ESG122) iki yıllık ortalamalara göre alan bazlı hesaplamalarda klorofil a ($8,37 \mu\text{g}/\text{cm}^2$), klorofil b ($1,75 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) ve toplam klorofil içeriği ($10,27 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) bakımından IHOxMo17 ilk sırada yer almış ve bu genotip ile B73 ve IHP hatları arasında istatistiki açıdan önemli bir fark olduğu görülmüştür (Şekil 21, Ek Çizelge 16, Ek Çizelge 17). IHOxMo17 ayrı yıllarda elde edilen değerlerde de en yüksek ortalamalara sahip olmuş ve 2011 yılında klorofil b içeriği bakımından B73 ile arasında önemli bir fark olduğu belirlenmiştir. Ağırlık bazlı hesaplamalarda da IHOxMo17 klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil içeriği için ilk sırada yer almış ve alan bazlı hesaplamalarda değinilen genotip farklılıkları ağırlık bazlı hesaplamalarda da benzer olmuştur (Ek Çizelge 17, Ek Çizelge 18).

Klorofil a bitki yapraklarında baskın olan klorofil formudur. Klorofil b ise fotosentetik aktivitede önemli etkileri bulunan bir pigmenttir. Bu çalışmada hem alan hem ağırlık bazlı hesaplamalarda elde edilen sonuçlar, çiçeklenme evresi ve sonrasında hibrit kombinasyonların ebeveyn hatlara klorofil içeriği bakımından önemli derecede üstünlük sağladığını göstermiştir (Şekil 21). Özellikle Mo17 ile oluşturulan hibrit kombinasyonların gerek ağırlık gerekse alan bazlı hesaplamalarda ESG60 ve ESG82 tarihleri dışında diğer genotiplerden yüksek değere sahip olduğu görülmüştür. İlk ölçüm tarihinde ebeveyn hatlar ile hibrit kombinasyonlar arasında belirgin bir farklılık olmadığı anlaşılmış, asıl farklılığın ilerleyen dönemlerde ortaya çıktığı belirlenmiştir. Klorofil içeriklerinin zamana bağlı değişimi dikkate alındığında ekimin ardından 40., 60. ve 82. günde klorofil miktarının

devamlı artış gösterdiği, 100. günden itibaren ise düşüşe geçtiği görülmüştür (Şekil 21, Ek Çizelge 16, Ek Çizelge 17, Ek Çizelge 18).



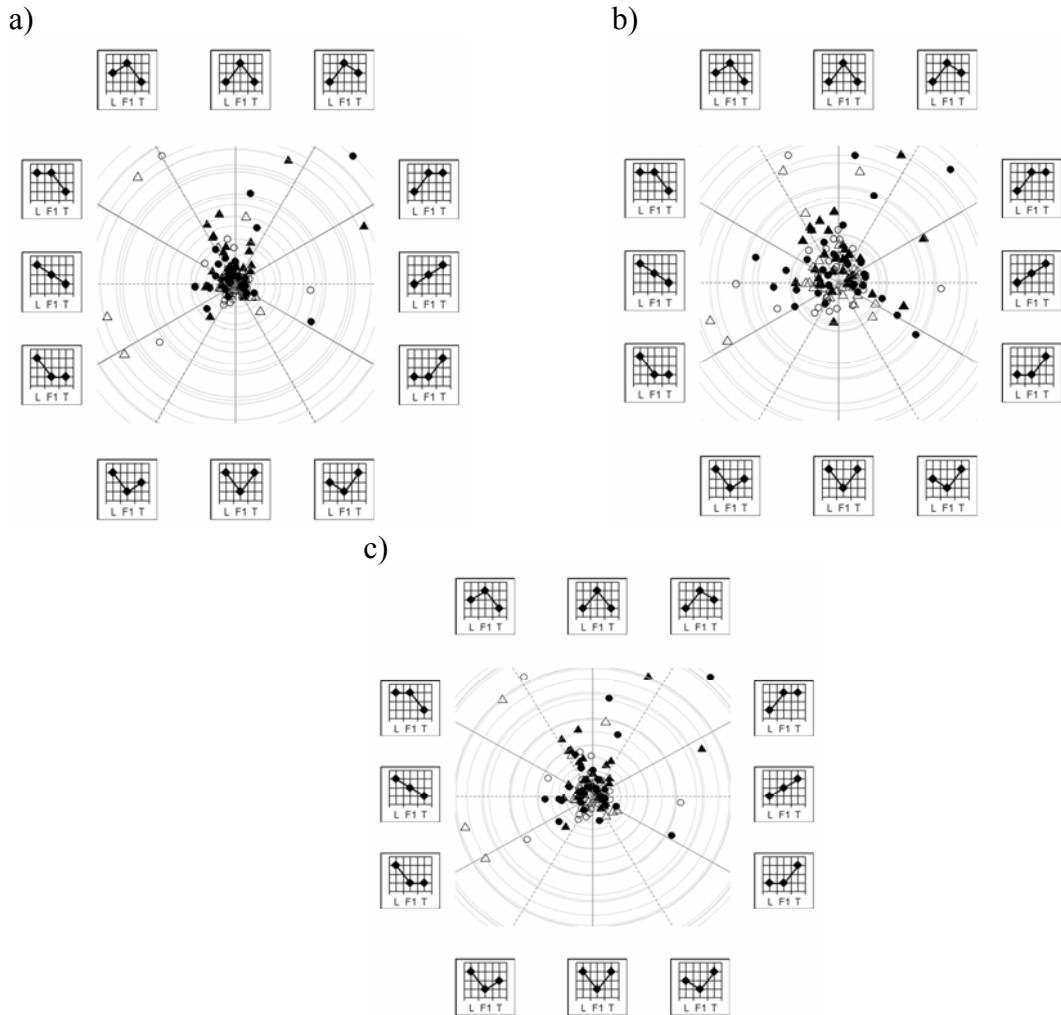
Şekil 21. Klorofil miktarının genotiplere ve zamana göre değişimi.

Mısır yaprağında bulunan toplam klorofilin yaklaşık % 40'ı mezofil tilakoidlerinde bulunmaktadır (Woo ve ark. 1971). Tipik bir bitkinin 1 mm²'lik alanında 20-60 adet kloroplast mevcut iken, mısır yaprağında bu sayı yarım milyona kadar çıkabilmektedir. Fleming ve Parmer (1975) 17 saf hat ve 24 hibrit kullanılarak yürüttükleri çalışmalarında saf hatlar ve hibritlerin klorofil içeriklerinin önemli ölçüde farklılık gösterdiğini belirlemiştir. Çalışmamızda elde edilen bulgulara göre yaprak klorofil içeriğinin genellikle hibritlerde ebeveynlere göre yüksek olduğu ancak bu durumun bütün ölçüm tarihlerinde geçerli olmadığı anlaşılmıştır. Özellikle çiçeklenme dönemi ve sonrasına denk gelen ESG82 örnekleme tarihinden sonra hibritlerin ebeveyn hatalara olan üstünlükleri belirgin hale gelmiştir. Hem alan hem de ağırlık bazlı hesaplamalarda hibritlerin ebeveynlere olan üstünlükleri yaprak birim alanında bulunan hücre sayıları ve bu hücrelerin büyüklükleri ile

ilişkili olabilir. Bu değişimlerle ilgili olarak hibritlerin üstün olma nedenleri yaprak alanı kısmında tartışılmıştır.

4.9.2. Genetik etkiler ve heterosis

Hibritlerin yaprak klorofil içeriğinin değişiminde eklemeli ve üstün dominans gen etkilerinin baskın olduğu oluşturulan polar grafiklerden anlaşılmıştır. Buna karşın grafiklerde hibritlere ait noktaların grafiğin merkezinde toplanmış olması ve dağılımın az olması çevresel unsurların da bu özelliklerin değişimine etkili olduğunu göstermiştir (Şekil 22). Ağırlık bazlı yapılan hesaplamalardaki değişim genotip bazında benzer olması nedeniyle bu hesaplamalara dayalı polar grafikler hazırlanmamıştır.



Şekil 22. Klorofil a (a), klorofil b (b) ve toplam klorofil içeriği (c) üzerine genetik etkileri gösteren polar grafikler (Δ:IHOxB73, ▲:IHOxMo17, ○:IHPxB73, ●:IHPxMo17).

Hesaplanan kalıtım derecelerinden anlaşıldığı üzere, klorofil a içeriği ilk iki örnekleme tarihinde eklemeli etkilere bağlı olarak değişim göstermiş dominans etkilerin de

klorofil a içeriğindeki değişimde etkili olduğu görülmüştür. Klorofil b içeriğinde eklemeli etkilerin fenotipik varyanstaki payı son ölçüm tarihine kadar önemli bulunmuştur. Geniş anlamda kalıtım derecesi klorofil b içeriği için bütün ölçüm tarihlerinde önemli bulunmuştur. Toplam klorofil içeriğine ise dominans etkiler ile birlikte ilk iki ölçüm tarihinde eklemeli etkilerin de önemli etkisinin olduğu anlaşılmıştır. Dominans etkilerin varyans içerisindeki payı düşük olduğu hesaplanan kalıtım derecelerinin çevreye bağlı olarak önemli ölçüde değiştiği görülmüştür (Çizelge 12). Klorofil içerikleri ile ilgili hesaplanan kalıtım dereceleri (en yüksek % 47) diğer özelliklerle kıyaslandığında nispeten düşük bulunmuştur. Bu durum yukarıda da belirtildiği gibi çevresel unsurların bu özellikteki değişime etkisi nedeniyle ortaya çıkmış ve çevreye bağlı hesaplanan kalıtım dereceleri ise genel kalıtım derecelerinden yüksek olmuştur (Çizelge 12). Diğer taraftan farklı tarihlerde hesaplanan heterosis ve heterobeltiosis değerleri klorofil içerikleri için düşük veya negatif yönlü bulunmuş, yalnızca IHOxMo17 genotipine ait değerler diğer genotiplerden farklı şekilde yüksek hesaplanmıştır. Bu genotipe ait klorofil a için hesaplanan en yüksek heterosis değeri % 29, klorofil b için % 43 ve toplam klorofil içeriği için % 36 olmuştur. Söz konusu genotipe ait heterosis değerlerinin yüksek oluşu yeşil kalma süresi ve durumunu da olumlu yönde etkilemiştir.

Kumar ve Sing (1996) klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil içeriğinin yüksek heterosis ve kalıtım derecesine sahip olduğunu bildirmiştir. Fleming ve Parmer (1975) klorofil içerikleri bakımından çalışmalarındaki hibritlerin pozitif yönlü heterosise sahip olduğunu bildirmiş ve hibritler ve ebeveynlerinin klorofil içeriklerinin pozitif yönde korelasyona sahip olduğunu tespit etmiştir. Söz konusu bu çalışmalarda hesaplanan heterosis değerleri vejetasyonun farklı dönemlerinde alınan örneklerle dayalı olarak hesaplanmadığından bizim çalışmamız ile farklılık göstermiştir. Bu çalışmada en yüksek heterosis değerleri bütün klorofil bileşenleri için ESG82 tarihinde hesaplanmıştır. Çiçeklenme sonrasında ise hibritlerin pigment içerikleri bakımından heterosis değerleri sıfır veya önemsiz bulunmuş, ESG82'e kadar klorofil içeriklerindeki değişimin genetik etkilerin kontrolünde olduğu, bu tarihten sonra ise çevresel etkilerin genetik etkilere göre baskın hale geldiği anlaşılmıştır. Bu bulgular klorofil içeriğinin ele alındığı ıslah çalışmalarında heterosis analizlerine dayalı yapılacak değerlendirmelerin çiçeklenme tarihine kadar yapılan örneklemelere göre gerçekleştirilmesi gerektiğini göstermiştir. En yüksek heterosis değerlerinin ESG82 tarihinde olması, çiçeklenme zamanında yapılacak değerlendirmelerin daha doğru sonuçlar verebileceğine işaret etmektedir.

Çizelge 12. Klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil içeriğine ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri

	ESG40	ESG60	ESG82	ESG100	ESG122
Klorofil a					
Heterosis					
IHOxB73	-0,14*	0,004	0,17	0,00	0,00
IHOxMo17	0,17*	0,11	0,29*	0,00	0,00
IHPxB73	-0,34*	-0,002	0,19	0,00	0,00
IHPxMo17	-0,05	0,006	0,08	0,00	0,00
Heterobeltiosis					
IHOxB73	-0,23**	-0,02**	0,16	0,00	0,00
IHOxMo17	0,15	0,11	0,29	0,00	0,00
IHPxB73	-0,43**	-0,01	0,17	0,00	0,00
IHPxMo17	-0,25**	-0,01	0,06	0,00	0,00
Kalıtım Dereceleri					
h^2	0,06*	0,42**	0,00	0,00	0,03
H	0,34**	0,46**	0,29**	0,00	0,15**
h^2E	0,11**	0,61**	-0,01	-0,04	0,12**
HE	0,11**	0,61**	0,05	0,43**	0,39**
Klorofil b					
Heterosis					
IHOxB73	0,00	0,03	0,19	0,00	0,00
IHOxMo17	0,00	0,18*	0,43*	0,00	0,00
IHPxB73	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00
IHPxMo17	0,00	0,05	0,15	0,00	0,00
Heterobeltiosis					
IHOxB73	-0,03	-0,007	0,19	0,00	0,00
IHOxMo17	-0,10*	0,17	0,42	0,00	0,00
IHPxB73	-0,08	-0,0	0,25*	0,00	0,00
IHPxMo17	-0,02	0,004	0,12	0,00	0,00
Kalıtım Dereceleri					
h^2	0,06*	0,44**	0,01	0,16**	0,01
H	0,06	0,51**	0,36**	0,16**	0,14**
h^2E	0,18**	0,91**	0,01	0,25**	0,11**
HE	0,22**	0,91**	0,01	0,60**	0,40**
Toplam Klorofil					
Heterosis					
IHOxB73	-0,12	0,008	0,18	0,00	0,00
IHOxMo17	0,13	0,13	0,32*	0,00	0,00
IHPxB73	0,28	-0,002	0,20	0,00	0,00
IHPxMo17	-0,11	0,01	0,09	0,00	0,00
Heterobeltiosis					
IHOxB73	-0,20**	-0,02**	0,17	0,00	0,00
IHOxMo17	0,12	0,12	0,31	0,00	0,00
IHPxB73	-0,38**	-0,01	0,18	0,00	0,00
IHPxMo17	-0,28**	-0,01	0,07	0,00	0,00
Kalıtım Dereceleri					
h^2	0,05	0,43**	0,00	0,03	0,03
H	0,24**	0,47**	0,32**	0,03	0,15**
h^2E	0,15**	0,65**	0,02	0,02	0,11**
HE	0,25**	0,65**	0,03	0,49**	0,39**

*, **, İstatistiki olarak 0,05 ve 0,01 düzeyinde önemlidir.

4.10. Net Fotosentez Hızı**4.10.1. Genotiplere ve zamana göre değişim**

Bu özellik ile ilgili olarak birinci yıl cihazdan kaynaklanan nedenlerle yapılan ölçümlerde sorunlar olduğundan, yalnızca araştırmanın ikinci yılına ait veriler sunulmuştur. Net fotosentez hızı bakımından genotip ortalamaları arasındaki fark önemli, Genotip x ESG interaksiyon etkisi önemsiz bulunmuştur (Ek Çizelge 3). Hibritlerin farklı ESG'lerde rakamsal olarak ebeveynlere göre üstün olduğu görülmüştür (Çizelge 13). En düşük ortalamalar Mo17 hattından elde edilmiş, IHP hattının net fotosentez içeriğinin yüksek yağlı IHO hattına göre daha fazla olması ilgi çekici bir sonuç olmuştur. Zira yüksek yağlı genotiplerin fotosentez hızlarının daha fazla olması beklenmekte (Wang ve ark., 2009) ancak bizim bulgularımız bu beklentinin bütün yüksek yağlı genotiplerde geçerli olmadığını göstermektedir. Buna karşın IHO ile oluşturulan hibrit kombinasyonların hemen hemen bütün örneklem tarihlerinde diğer genotiplere göre yüksek fotosentez hızına sahip olması dikkat çekmiştir. Vejetasyon döneminde ölçüm yapılan günlerde net fotosentez hızı ortalaması 3,19-28 $\mu\text{mol}/\text{sn}/\text{m}^2$ olarak belirlenmiş ve ilk ölçüm tarihinden itibaren devamlı düşüş göstermiştir. IHOxMo17 ve IHPxB73 dışında bu düşüş eğilimi bütün genotiplerde aynı olmuştur (Çizelge 13).

Çizelge 13. Net fotosentez hızının vejetasyon süresince genotiplere göre değişimi

	ESG40	ESG60	ESG82	ESG100	ESG122
B73	27,0	28,5	27,1	14,9	1,51
Mo17	16,9	12,5	16,1	8,2	0,64
IHO	26,3	24,2	26,7	17,6	2,63
IHP	30,6	30,4	26,3	19,8	0,32
IHOxB73	32,3	30,4	26,8	24,5	7,76
IHOxMo17	29,6	22,6	34,6	22,9	4,23
IHPxB73	30,3	26,3	30,5	21,1	6,45
IHPxMo17	30,3	30,0	24,5	24,3	2,03
Ortalama	28,0 A	26,6 A	25,6 A	19,2 B	3,19 C

Not: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark 0,05 düzeyinde önemlidir.

4.10.2. Genetik etkiler

İstatistik analizlerde kullanılan genetik modele dayalı hesaplamaların sonuçlarına göre, net fotosentez hızında ilk iki dönemde bu özellik üzerine eklemeli ve dominans gen etkilerinin birlikte etkili olduğu üçüncü ölçüm tarihinden itibaren ise yalnızca dominans gen etkilerinin bu özellikteki değişimi kontrol ettiği kalıtım derecelerinden anlaşılmıştır. Net fotosentez hızında geniş anlamda kalıtım derecesi % 11 ile % 71,5 arasında değişim göstermiş ve ilk ölçüm tarihinde önemli bulunmuştur (Çizelge 14). Bu özelliğin

vegetasyonun ilk dönemlerinde eklemeli ve dominans gen etkilerinin kontrolünde olduğu ilerleyen dönemlerde ise dominans gen etkileri tarafından kontrol edildiği sonucuna varılmıştır. Heterosis analizi iki yıllık veri olmadığı için yapılamamıştır.

Çizelge 14. Net fotosentez hızı için hesaplanan kalıtım derecelerinin zamana bağlı değişimi

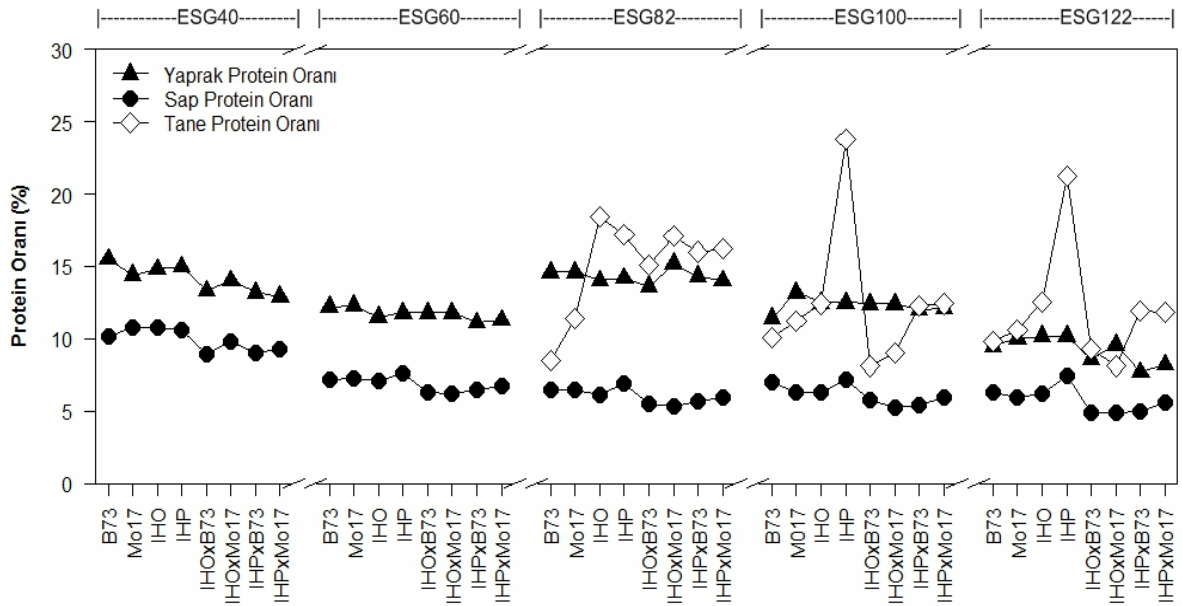
	ESG40	ESG60	ESG82	ESG100	ESG122
h^2	0,15*	0,38**	0,00	0,00	0,00
H	0,39**	0,72**	0,70**	0,38**	0,11

*, **, İstatistiki olarak 0,05 ve 0,01 düzeyinde önemlidir.

4.11. Protein Oranı

4.11.1. Genotiplere ve zamana göre değişim

Varyans analiz sonuçlarına göre yaprak protein içeriğindeki değişime üçlü interaksiyon etkisi dışında diğer varyans unsurlarının, sap protein içeriğine Yıl x Genotip ve Genotip x ESG dışında bütün varyans unsurlarının, tane protein içeriğine ise bütün varyans unsurlarının önemli ölçüde etki ettiği anlaşılmıştır (Ek Çizelge 3). Bütün örneklem tarihlerinde yaprak protein içerikleri sap protein içeriğinden yüksek bulunmuştur (Şekil 23). Yaprak protein oranı ebeveyn ve hibritler arasında zamana göre değişim göstermesine karşın, hemen hemen bütün ölçüm tarihlerinde sap protein oranının ebeveynlerde hibritlere kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 23, Ek Çizelge 19). Tane protein içeriği ekimin ardından ESG82'den itibaren genotiplere göre önemli ölçüde değişim göstermiştir. İlk ölçüm tarihinde IHO ile IHP'nin diğer genotiplerden yüksek ortalamaya sahip olduğu, diğer tarihlerde ise IHP hattı ile bu hat kullanılarak oluşturulan kombinasyonlarda (IHPxB73, IHPxMo17) tane protein oranlarının yüksek olduğu anlaşılmıştır (Şekil 23, Ek Çizelge 20). IHP hattı diğer genotiplerin aksine tane protein içeriği bakımından ESG100 tarihinde ESG82 tarihine göre artış göstermiş diğer genotiplerde ise ilk ölçüm tarihindeki örneklerle göre oransal düşüşler yaşanmıştır. Normal genotiplerde tane oluşumunun ilk dönemlerinde protein oranının yüksek olmasına karşın ileriki dönemlerde düşüş gösterdiği, yüksek proteinli hat veya hibritlerde ise düşüşün az olduğu hatta bazı genotiplerde artış olabileceği görülmüştür. Doehlert ve Lambert (1991) Illinois yüksek proteinli genotiplerde (IHP) N taşınımının yüksek olduğunu ve düşük proteinli genotiplerde ise (ILP) şeker taşınımının yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bu durum yüksek proteinli hattın ve bu hat ile oluşturulan hibrit kombinasyonların protein içeriğindeki yüksekliği açıklamaktadır (Şekil 23).



Şekil 23. Protein oranının vejetasyon süresince genotiplere göre organ bazında değişimi.

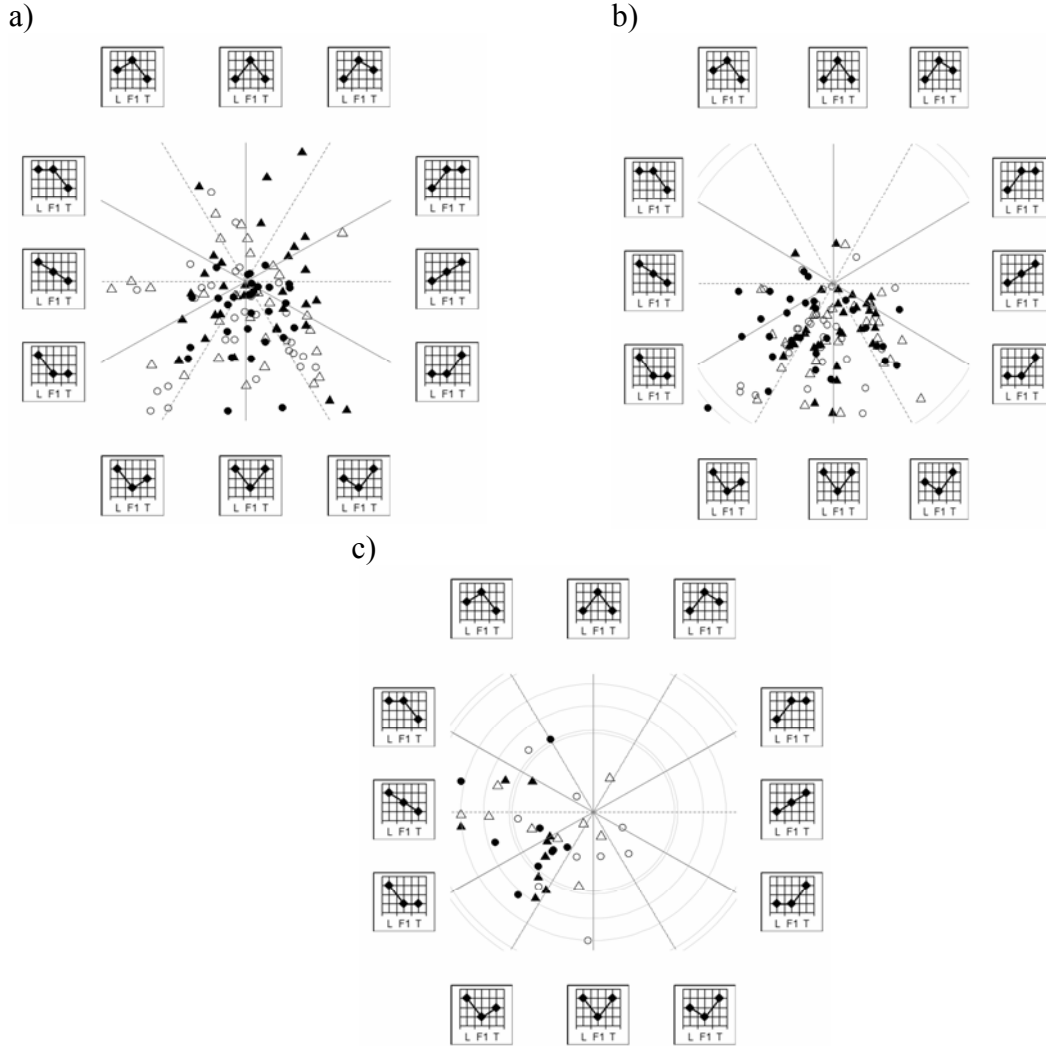
4.11.2. Genetik etkiler ve heterosis

Yaprak protein içeriğinin negatif üstün dominans bir karakter olduğu, bunun yanı sıra bu özelliğin değişimine eklemeli gen etkilerinin de kısmi olarak etkili olduğu görülmüştür (Şekil 24). Ayrıca pozitif yönde üstün dominans gen etkilerinin de bu özelliğin değişiminde rol oynadığı görülmüştür. Tespit edilen bu gen etkilerine bağlı olarak hibrit kombinasyonların heterosis ve heterobeltiosis değerleri ya sıfır veya negatif yönde olmuştur. Sap protein içeriğine ait oluşturulan polar grafikte gen etkilerinin daha çok negatif yönde üstün dominans bir etkiye sahip olduğu, kısmi olarak eklemeli gen etkilerinin bu özelliğin değişimine etki ettiği anlaşılmıştır (Şekil 24). Tane protein içeriğinin değişimine negatif üstün dominans, eklemeli ve yüksek ebeveynin dominant genetik etkilerin neden olduğu görülmüştür (Şekil 24).

Yaprak protein oranına ait kalıtım dereceleri zamana bağlı olarak değişim göstermiş ve ekimden sonra ilk ölçüm ile ($H=0,60$) alınan son ölçüm tarihlerinde ($H=0,70$) genetik etkilerin payının en yüksek orana sahip olduğu görülmüştür. Yüksek protein oranına sahip hatlarla oluşturulan kombinasyonların heterosis değerlerinin yüksek yağlı hibritlere göre negatif yönde ve daha yüksek olması dikkat çekmiştir. Bu durum ebeveyn hat olarak kullanılan IHP hattının yaprak protein içeriğinin hibrit kombinasyonlara göre daha yüksek oluşundan ileri gelmiştir.

Sap protein oranına ait hesaplanan heterosis değerleri dikkate alındığında ilk ölçüm tarihinde heterobeltiosis değerlerinin önemli olduğu, diğer ölçüm tarihlerinde ise hem

heterosis hem de heterobeltiosis değerlerinin bütün genotiplerde negatif yönde ve önemli olduğu sonucuna varılmıştır (Çizelge 15). Sap protein içeriğine ait hesaplanan melez gücü değerlerine göre IHPxB73 kombinasyonun ikinci ölçüm tarihinden itibaren bütün ölçüm tarihlerinde negatif yönde en yüksek değere sahip olduğu dikkat çekmiştir. Bu özelliğe ait dar anlamda kalıtım derecelerinde eklemeli gen etkilerinin ESG82 ve ESG100 tarihlerinde bir parça etkiye sahip olsa da bu payın önemsiz olduğu görülmüştür (Çizelge 15). Geniş anlamda kalıtım derecesi (H) değerleri ise ilk dönemde 0,16 iken sonraki dönemlere doğru artış göstermiş ve 0,65'e kadar yükselmiştir. İlk dönemde düşük değerde hesaplanan geniş anlamda kalıtım derecesinin çevreye bağlı olarak toplam varyans içerisindeki payının arttığı da ($H=0,57$) dikkat çekmiştir. Bu durum hem eklemeli hem de eklemeli olmayan gen etkilerinin çevreye bağlı olarak toplam varyans içerisindeki payının da değiştiğini göstermiştir.



Şekil 24. Yaprak (a), sap (b) ve tane (c) protein oranı üzerine genetik etkileri gösteren polar grafikler (Δ :IHOxB73, $\blacktriangle$:IHOxMo17, $\circ$:IHPxB73, $\bullet$:IHPxMo17).

Çizelge 15. Yaprak, sap ve tane protein içeriğine ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri

	ESG40	ESG60	ESG82	ESG100	ESG122
Yaprak Protein Oranı					
Heterosis					
IHOxB73	-0,16**	0,00	-0,05	0,00	-0,16**
IHOxMo17	-0,06	0,00	0,06	0,00	-0,07
IHPxB73	-0,19**	-0,07	-0,02	0,00	-0,29**
IHPxMo17	-0,17**	-0,06	-0,03	0,00	-0,26**
Heterobeltiosis					
IHOxB73	-0,19**	-0,02	-0,06**	-0,02**	-0,19**
IHOxMo17	-0,06**	-0,02	0,06	-0,01	-0,07*
IHPxB73	-0,19**	-0,07*	-0,02	-0,02**	-0,32**
IHPxMo17	-0,19**	-0,06	-0,04*	-0,01	-0,30**
Kalıtım Dereceleri					
h ²	0,00	0,13**	0,04	0,14**	0,06*
H	0,60**	0,21**	0,22**	0,14**	0,70**
h ² E	-0,02	0,16**	0,09*	0,17**	0,08**
HE	-0,02	0,16**	0,09*	0,25**	0,11**
Sap Protein Oranı					
Heterosis					
IHOxB73	-0,12	-0,15*	-0,18**	-0,17**	-0,30**
IHOxMo17	-0,07	-0,17**	-0,20**	-0,20**	-0,27**
IHPxB73	-0,11	-0,15*	-0,22	-0,34**	-0,40**
IHPxMo17	-0,11	-0,13**	-0,16*	-0,16**	-0,23**
Heterobeltiosis					
IHOxB73	-0,13*	-0,15**	-0,19**	-0,20**	-0,31**
IHOxMo17	-0,08*	-0,17**	-0,20**	-0,21**	-0,29**
IHPxB73	-0,11*	-0,15**	-0,22*	-0,34**	-0,42**
IHPxMo17	-0,12*	-0,13**	-0,17**	-0,19**	-0,28**
Kalıtım Dereceleri					
h ²	0,00	0,00	0,03	0,04	0,00
H	0,16**	0,44**	0,59**	0,62**	0,65**
h ² E	0,06**	0,09**	0,08**	0,07*	-0,03
HE	0,57**	0,15**	0,08*	0,24**	-0,03
Tane Protein Oranı					
Heterosis					
IHOxB73	-	-	0,12	-0,29**	-0,18
IHOxMo17	-	-	0,16	-0,26**	-0,33**
IHPxB73	-	-	0,23	-0,43**	-0,32**
IHPxMo17	-	-	0,14	-0,47**	-0,38**
Heterobeltiosis					
IHOxB73	-	-	-0,22**	-0,40**	-0,31**
IHOxMo17	-	-	-0,08	-0,32**	-0,42**
IHPxB73	-	-	-0,07	-1,05**	-0,85**
IHPxMo17	-	-	-0,07	-1,04**	-0,87**
Kalıtım Dereceleri					
h ²	-	-	0,47**	0,58**	0,53**
H	-	-	0,58**	0,87**	0,76**
h ² E	-	-	0,12**	0,00	0,00
HE	-	-	0,12**	0,08**	0,10**

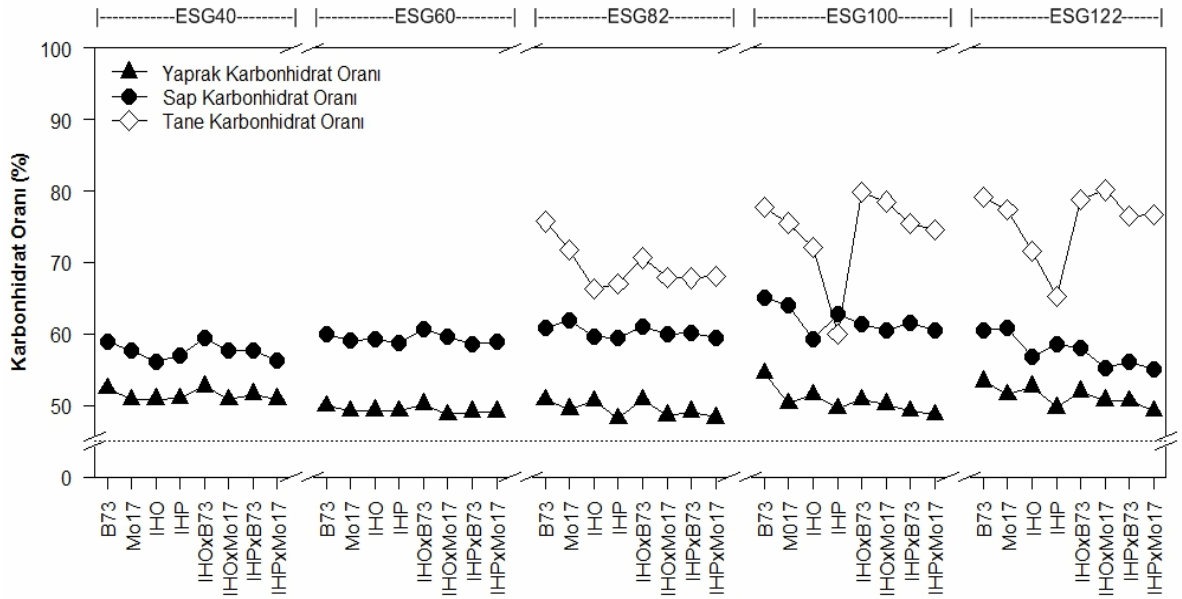
*, **, İstatistiki olarak 0,05 ve 0,01 düzeyinde önemlidir.

Tane protein oranı bakımından baba hatların ana hatlardan daha düşük ortalamaya sahip olması polar grafik üzerindeki dağılıma önemli ölçüde etki etmiştir. Protein içeriği bakımından ilk dönemde heterosis değerleri pozitif yönlü bulunmuş, heterobeltiosis değerleri ise negatif yönlü olduğu belirlenmiştir. Diğer ölçüm tarihlerinde ise bütün genotiplerde negatif yönlü bulunmuştur. Özellikle IHP ile oluşturulan melezlerde hesaplanan negatif heterosis değerleri diğer genotiplerden yüksek bulunmuştur. Bu durum daha önce yaprak protein içeriğinde olduğu gibi IHP hattının protein oranının çok yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Dar ve geniş anlamda kalıtım derecelerine göre toplam varyans içerisinde genetik payın üç ölçüm tarihinde de yüksek olduğu görülmüştür. Özellikle dar anlamda kalıtım derecesinin çevreye bağlı değişiminin son iki örnekleme tarihinde önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 15). Tane protein oranının eklemeli ve eklemeli olmayan gen etkileri ile değişim gösterdiği farklı çalışmalarda da rapor edilmiştir (Berke ve Rocherford, 1995).

4.12. Karbonhidrat Oranı

4.12.1. Genotiplere ve zamana göre değişim

Üçlü interaksiyonların karbonhidrat oranındaki değişime etkili olmadığı, sap ve tane karbonhidrat oranının diğer bütün varyans unsurlarına göre önemli ölçüde değişim gösterdiği, yaprak karbonhidrat oranına ise ESG, Genotip, Yıl x Genotip ve Yıl x ESG interaksiyonlarının önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir (Ek Çizelge 3). Protein oranının aksine yaprak karbonhidrat oranının bütün ölçüm tarihlerinde sap karbonhidrat oranından düşük olduğu görülmüştür. Sap karbonhidrat içeriğinin yaprak karbonhidrat içeriğinden yüksek oluşu taşınma esnasında sukroz vb. basit şekerlerin sap kısmında diğer aksamalara aktarılması ve örnekleme tarihinde taşınan ve depolanan karbonhidratların tamamının tespit edilmesinden kaynaklanmış olabilir. Tane karbonhidrat içeriği ilk dönemde bir miktar düşük iken sonraki iki ölçüm tarihinde IHP hariç tüm genotiplerde artış göstermiştir. Yaprak ve sap karbonhidrat oranı bakımından, hibritler içerisinde IHOxB73, ebeveynlerden ise baba hat olarak kullanılan genotiplerin (B73 ve Mo17) diğer genotiplerden nispeten yüksek ortalamaya sahip oldukları görülmüştür. Tane karbonhidrat içeriği ise yüksek proteinli IHP hattında düşük bulunmuş bu genotipi yüksek yağlı ebeveyn hat takip etmiştir. İlk dönemde tane karbonhidrat içeriği bakımından baba hatların değerleri yüksek bulunsun da son iki örnekleme tarihinde hibrit kombinasyonların ortalamaları bu hatlara yakınlık göstermiştir (Şekil 25, Ek Çizelge 21).



Şekil 25. Karbonhidrat oranının vejetasyon süresince genotiplere göre organ bazında değişimi.

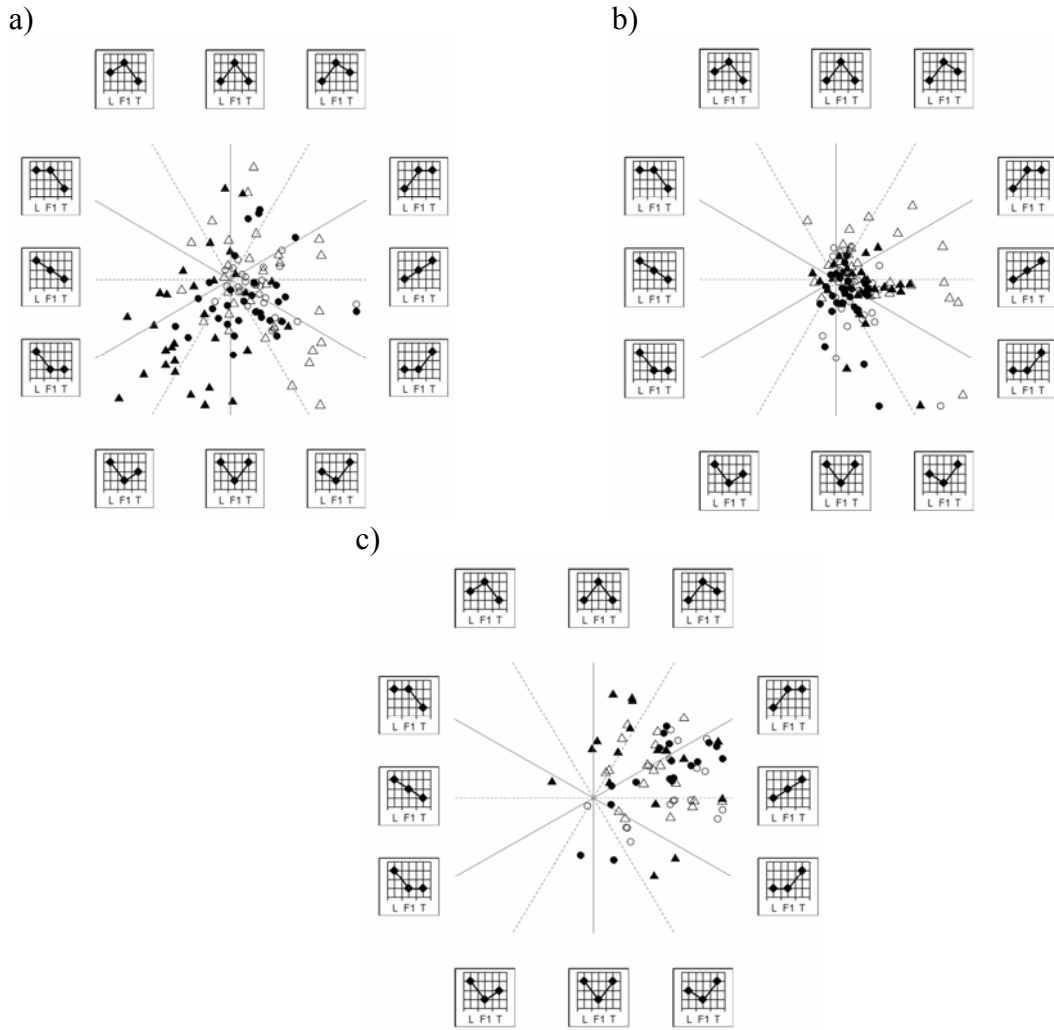
4.12.2. Genetik etkiler ve heterosis

Yaprak karbonhidrat oranının değişimine neden olan gen etkilerinin daha ziyade negatif üstün dominans etkiye sahip olduğu, eklemeli gen etkisinin de bu özelliğin değişiminde rol oynadığı görülmüştür. Bunun yanı sıra pozitif yönlü dominans gen etkileri ve düşük ebeveynin dominant etkisinin bu özelliğin değişiminde rol oynadığı anlaşılmıştır (Şekil 26a). Genotiplerin sap karbonhidrat içeriklerinde gen etkileri bakımından hibritlere ait verileri gösteren noktalar fazla dağılım göstermemiştir. Sap karbonhidrat oranındaki değişimi kontrol eden genlerin eklemeli ve negatif üstün dominans etkilerinin olduğu, düşük değere sahip ebeveynin dominant etkisinin bu özelliğin değişiminde pay sahibi olduğu görülmüştür (Şekil 26b). Tanede biriken karbonhidrat içeriği ile ilgili olarak koçan oluşumundan sonra (ESG82) alınan örnekler için sonuçlar, bu özelliğe eklemeli, üstün dominans ve düşük değere sahip ebeveynin dominant etkisinin bu özelliğin değişimine yön verdiğini göstermiştir (Şekil 26c).

Yaprak karbonhidrat içeriğine ait hesaplanan heterosis ve heterobeltiosis değerleri çoğunlukla önemsiz bulunmuş ve vejetasyonun ilerleyen dönemlerinde bütün hibritlerde negatif yönlü olmuştur. Özellikle IHPxB73'e ait değerlerin negatif yönde en yüksek değerler olduğu dikkat çekmiştir. Bu durum protein oranı yüksek hatlarda yaprak karbonhidrat içeriğinin düşük olmasından kaynaklanabilir (Şekil 25). Hesaplanan kalıtım dereceleri dikkate alındığında, özellikle ilk dönemlerde hesaplanan dar anlamda kalıtım

derecesi değerleri oransal olarak yüksek iken ilerleyen dönemlerde dominans etkilerin daha baskın hale geldiği anlaşılmaktadır. Kalıtım derecelerinin çevreye bağlı değişimi de önemli bulunmuş, çiçeklenme öncesinde ve son ölçüm tarihinde kalıtım derecelerinin çevresel etkilerle daha fazla değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 16).

Sap karbonhidrat içeriği için hesaplanan heterosis değerleri ilk dönemde yüksek yağlı hibritlerde pozitif yönlü iken yüksek proteinli hibritlerde negatif yönlü bulunmuştur. Ekimden sonra 82. günden itibaren bütün hibritlerde hesaplanan heterosis ve heterobeltiosis değerleri negatif yönlü olmuştur. Bu özelliğe ait hesaplanan melez gücü değerlerinin oldukça düşük olduğu (en fazla % -7) belirlenmiştir. Geniş ve dar anlamda kalıtım dereceleri vejetasyon süresince değişim gösterdiği gibi, çevreye bağlı olarak ta fenotipik varyans içerisinde genotipik etkilerin payı da önemli ölçüde değişim göstermiştir (Çizelge 16).



Şekil 26. Yaprak (a), sap (b) ve tane (c) karbonhidrat oranı üzerine genetik etkileri gösteren polar grafikler (Δ:IHOxB73, ▲:IHOxMo17, ○:IHPxB73, ●:IHPxMo17).

Çizelge 16. Yaprak, sap ve tane karbonhidrat içeriğine ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri

	ESG40	ESG60	ESG82	ESG100	ESG122
Yaprak Karbonhidrat Oranı					
Heterosis					
IHOxB73	0,01	0,01	0,00	-0,05**	-0,02
IHOxMo17	0,00	-0,01	-0,03	-0,02**	-0,03*
IHPxB73	0,00	-0,01	-0,01	-0,07**	-0,02
IHPxMo17	0,00	0,00	-0,01	-0,03**	-0,03
Heterobeltiosis					
IHOxB73	0,00*	0,01	0,00*	-0,09**	-0,03**
IHOxMo17	0,00**	-0,01*	-0,04**	-0,03**	-0,04**
IHPxB73	-0,02**	-0,01*	-0,03**	-0,12**	-0,06**
IHPxMo17	0,00**	0,00	-0,02**	-0,04**	-0,05**
Kalıtım Dereceleri					
h ²	0,16**	0,10**	0,38**	0,29**	0,32**
H	0,19**	0,18**	0,49**	0,80**	0,47**
h ² E	-0,07*	0,21**	0,07**	0,07**	0,42**
HE	-0,07	0,21**	0,11**	0,08**	0,42**
Sap Karbonhidrat Oranı					
Heterosis					
IHOxB73	0,04*	0,01	0,01	-0,01	-0,01
IHOxMo17	0,02	0,00	-0,01	-0,02	-0,04
IHPxB73	-0,01	-0,01	0,00	-0,04	-0,04
IHPxMo17	-0,02*	0,00	-0,01	-0,05**	-0,06
Heterobeltiosis					
IHOxB73	0,02	0,00**	0,00**	-0,06**	-0,03**
IHOxMo17	0,00	0,00**	-0,02**	-0,06**	-0,07**
IHPxB73	-0,02**	-0,02	-0,01**	-0,06**	-0,05**
IHPxMo17	-0,03**	0,00**	-0,03*	-0,06**	-0,07*
Kalıtım Dereceleri					
h ²	0,15**	0,12**	0,14**	0,31**	0,03
H	0,39**	0,14**	0,17**	0,55**	0,13**
h ² E	0,04	0,14**	0,14**	0,03	-0,04
HE	0,04	0,41**	0,14**	0,17**	0,32**
Tane Karbonhidrat Oranı					
Heterosis					
IHOxB73	-	-	0,00**	0,08**	0,05*
IHOxMo17	-	-	-0,01**	0,07**	0,09**
IHPxB73	-	-	-0,02**	0,11**	0,07*
IHPxMo17	-	-	-0,01*	0,11**	0,08**
Heterobeltiosis					
IHOxB73	-	-	-0,06**	0,04	0,00
IHOxMo17	-	-	-0,04	0,05**	0,04
IHPxB73	-	-	-0,07	-0,03	-0,03
IHPxMo17	-	-	-0,04	0,00	-0,01
Kalıtım Dereceleri					
h ²	-	-	0,42**	0,50**	0,45**
H	-	-	0,43**	0,86**	0,77**
h ² E	-	-	0,11**	0,01	0,01
HE	-	-	0,13**	0,06**	0,09**

*, **, İstatistiki olarak 0,05 ve 0,01 düzeyinde önemlidir.

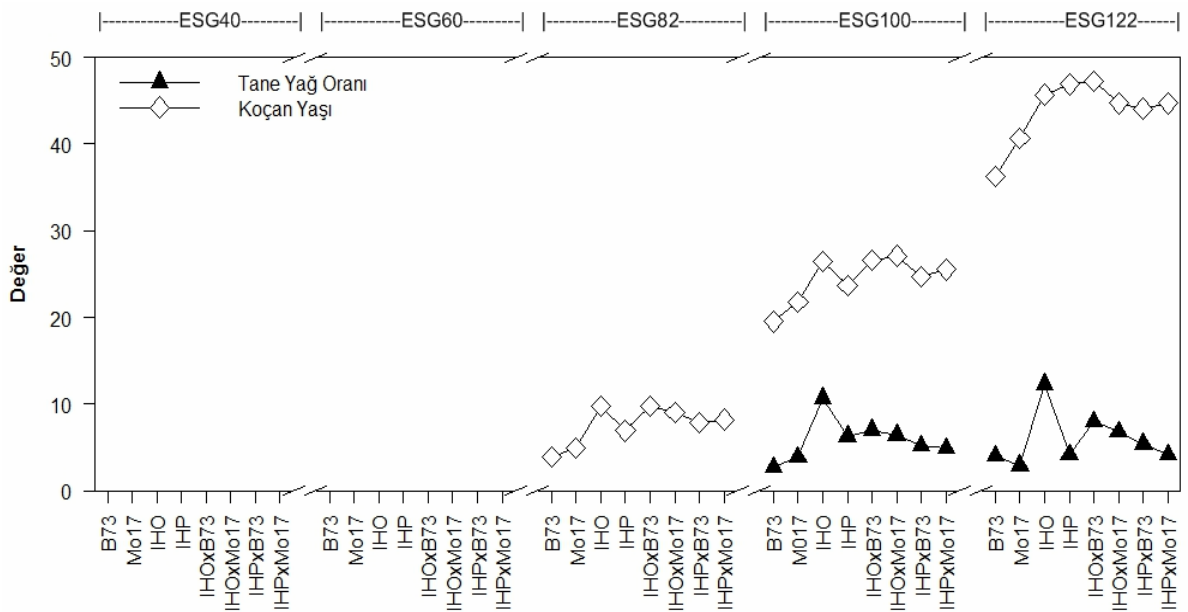
Tane karbonhidrat içeriği için heterosis ve heterobeltiosis değerleri ilk ölçüm tarihlerinde bütün melezlerde negatif yönlü olmuş iken sonraki tarihlerde yalnızca IHPxB73'e ait heterobeltiosis değeri negatif yönlü bulunmuştur. Bu durum tanede hibritlerde taneye protein birikiminin diğer organlarla kıyaslandığında daha yüksek olduğunun da göstergesidir. Heterobeltiosis değerlerinden yalnızca ESG82'de IHOxB73 melezine ve ESG100 günde IHOxMo17'ye ait hesaplanan değerlerin önemli bulunduğu diğer hibritlerin heterobeltiosis değerlerinin önemli olmadığı anlaşılmıştır. Tane protein oranı yüksek hatlarla oluşturulan melezlerin yüksek yağlı genotiplere göre daha yüksek heterosis değerlerine sahip olduğu da dikkat çekmiştir (Çizelge 16). Dar anlamda kalıtım derecesi vejetasyon süresince % 50'ye kadar çıkmış, geniş anlamda kalıtım derecesi ise % 86'ya kadar ulaşmıştır. Bu durum tane karbonhidrat içeriğindeki değişime eklemeli gen etkileri ile birlikte dominans etkilerin önemli şekilde paya sahip olduğunun da göstergesidir. Kalıtım derecelerinin çevreye bağlı değişimi dikkate alındığında dar anlamda kalıtım derecesinin yalnızca ESG82 ölçümünde (% 11) önemli bir paya sahip olduğu, geniş anlamda kalıtım derecesinin ise, vejetasyonun ilerleyen evrelerinde düşüş göstermekle birlikte çevreye bağlı olarak önemli ölçüde değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 16).

4.13. Yağ Oranı ve Koçan Yaşı

4.13.1. Genotiplere ve zamana göre değişim

Tane yağ içeriği yalnızca son iki tarihteki örneklerde incelenmiştir. Bunun yanı sıra yalnızca yağ oranı ile değil protein ve karbonhidrat oranı ile ilgili olan koçan yaşı da bu bölümde ele alınmıştır. Yağ oranı genotip ve Yıl x Genotip interaksiyon etkisine bağlı olarak değişim göstermiştir (Ek Çizelge 3). Yağ oranı beklendiği gibi yüksek yağlı ebeveyn hatta diğer genotiplere göre önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Bu genotipi diğer ana hat IHP takip etmiş ve hibrit kombinasyonlar da bu genotipin ardından yüksek ortalamaya sahip olmuştur. Baba hat olarak kullanılan B73 ve Mo17 genotipleri ise en düşük yağ oranına sahip olan genotipler olmuştur. Diğer taraftan koçan yaşı generatif döneme geçiş ile yapılan tozlama işlerinin ardından en yakın örnekleme tarihinden en son örnekleme tarihine doğru bütün genotiplerde normal olarak artış göstermiştir. Buna karşın ESG82 ve ESG100 ölçümlerinde yüksek yağlı IHO hattı ve bu hat ile oluşturulan kombinasyonların koçan yaşının fazla olduğu görülmüş, bu durum söz konusu hatların erken çiçeklenmelerinden kaynaklanan avantajlarına bağlanmıştır. Son ölçüm tarihinde tesadüfi olarak seçilen bu örneklerde IHP hattına ait koçan yaşı da yüksek bulunmuştur (Şekil 27, Ek Çizelge 22). ESG82 tarihinde örneklerin koçan yaşları bakımından IHO ve

hibrit kombinasyonlar diğer genotiplere göre yüksek iken, ESG100 ve ESG122 tarihlerinde IHP hattı da bu genotiplere yakın değerlere sahip olmuştur. B73 ve Mo17 hatları diğer genotiplere göre daha geç generatif döneme geçmesi koçan yaşlarının düşük bulunmasına neden olmuştur. Erken çiçeklenen hat ve genotiplerin yağ oranı kadar diğer biyolojik bileşenler bakımından ve kuru madde birikimi bakımından geç çiçeklenenlere üstünlük göstermesi beklenebilir. Buna karşın erken çiçeklenmeden çok tanede kuru madde birikim hızının yağ oranı ve diğer biyolojik bileşenler üzerine olan etkileri de dikkate alınmalıdır. Bu konuda tez çalışmasının enerji bölümünde çeşitli değerlendirmelere yer verilmiştir.



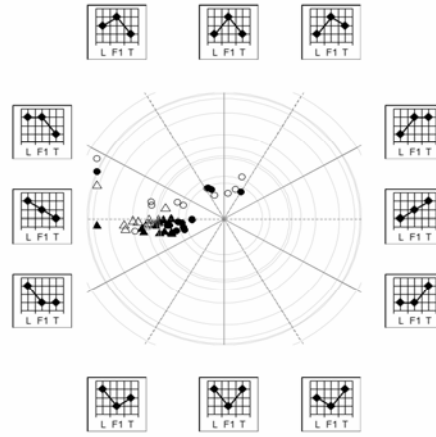
Şekil 27. Yağ oranı ve alınan koçan örneklerinin yaşının örneklem tarihlerinde genotiplere göre değişimi.

Yüksek yağ oranına sahip genotiplerde (IHO) yağ oranının yüksek oluşunun nedeni bu genotiplerin embriyo iriliklerinin fazla olmasına bağlanmıştır (Doehlert ve Lambert, 1991). Her ne kadar bu çalışmada embriyo irilikleri belirlenmemiş olsa da, hem IHO hem de IHO ile oluşturulan hibritlerin yağ içeriğindeki farklılıkların bu nedenle meydana geldiği söylenebilir. Diğer taraftan erken çiçeklenmenin de yağ depolanması üzerine olumlu bir etkisinin olduğu açıktır (Şekil 27).

4.13.2. Genetik etkiler ve heterosis

Tane yağ oranına ait oluşturulan polar grafiğe göre bu özelliğin net bir biçimde eklemeli gen etkileri tarafından kontrol edildiği görülmüştür (Şekil 28). Kısmi olarak

yüksek değere sahip ebeveynin dominant etkisinin ve üstün dominans gen etkilerinin de bu özellikteki değişime etkili olduğu görülse bile bu etkilerin oranı bir hayli düşüktür.



Şekil 28. Tane yağ oranına genetik etkileri gösteren polar grafik (Δ :IHOxB73, $\blacktriangle$:IHOxMo17, $\circ$:IHPxB73, $\bullet$:IHPxMo17).

Tane yağ oranı ile ilgili hesaplanan heterobeltiosis değerleri ESG100 ölçüm tarihinde negatif yönlü ve önemli, ESG122 ölçüm tarihinde IHPxB73 haricindeki diğer kombinasyonlarda negatif yönlü ve önemli bulunmuştur (Çizelge 17). Bu özelliğe ait hesaplanan heterosis değerleri ESG100 tarihinde önemsiz iken, yüksek proteinli hatlarda ESG122 tarihinde pozitif yönlü ve önemli bulunmuştur. Bu durum yüksek yağlı ebeveyne göre, yüksek proteinli ebeveynin yağ oranı bakımından hibrit kombinasyonlardan daha düşük ortalamaya sahip olmasından kaynaklanmıştır. Diğer taraftan yağ oranı ile ilgili hesaplanan kalıtım derecelerine göre, fenotipik varyansın çok yüksek bir kısmının (% 80-90) genetik etkiler tarafından kontrol edildiği anlaşılmıştır. Bu özellikle ilgili hesaplanan dar anlamda kalıtım derecesi ESG100 tarihinde % 90, ESG122’de % 87 olarak hesaplanmış, aynı tarihlerde hesaplanan geniş anlamda kalıtım derecesi % 92 olarak bulunmuştur. Hem dar hem de geniş anlamda kalıtım derecesinin çevreye bağlı değişimi, yani fenotipik varyans içerisinde genotipik varyansın çevreye bağlı değişimi yalnızca ESG100 tarihinde önemli olmuş son ölçüm tarihinde varolan değişimin tamamı genetik etkiler tarafından kontrol edilmiştir (Çizelge 17). Yağ oranının eklemeli gen etkileri tarafından kontrol edildiği daha önce belirlenmiştir (Dudley, 1977). Çalışmamızda değerlendirilen popülasyon içerisinde de eklemeli genlerin bu özelliğin değişimi üzerine baskın bir etkiye sahip olduğu açıktır. IHP ile oluşturulan mezlere ait birkaç nokta üstün dominans bölgede yer almıştır ancak bu durum gen etkisinin genel durumunu değiştirecek kadar önemli bir etkiye sahip değildir.

Çizelge 17. Tane yağ içeriğine ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri

	ESG40	ESG60	ESG82	ESG100	ESG122
Heterosis					
IHOxB73	-	-	-	0,03	-0,02
IHOxMo17	-	-	-	-0,08*	-0,12
IHPxB73	-	-	-	0,07	0,18*
IHPxMo17	-	-	-	-0,01	0,09
Heterobeltiosis					
IHOxB73	-	-	-	-0,68**	-0,79**
IHOxMo17	-	-	-	-0,72**	-1,00**
IHPxB73	-	-	-	-0,25**	0,16
IHPxMo17	-	-	-	-0,25**	-0,04*
Kalıtım Dereceleri					
h^2	-	-	-	0,90**	0,87**
H	-	-	-	0,92**	0,92**
h^2E	-	-	-	0,02**	0,00
HE	-	-	-	0,06**	0,00

*, **, İstatistiki olarak 0,05 ve 0,01 düzeyinde önemlidir.

4.14. Büyüme Parametreleri

4.14.1. Genotiplere ve zamana göre değişim

İncelenen büyüme parametrelerine ait veriler kullanılarak yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, varyans unsurlarından ana etkilerin tamamının bu özelliklerdeki değişime önemli derecede etkisi olduğu anlaşılmıştır. İnteraksiyon etkilerinden Yıl x Genotip etkileşimlerine bağlı bütün büyüme parametrelerinde, Yıl x ESG etkileşime bağlı olarak ise LWF hariç diğer özelliklerde önemli değişimler olduğu belirlenmiştir (Ek Çizelge 4).

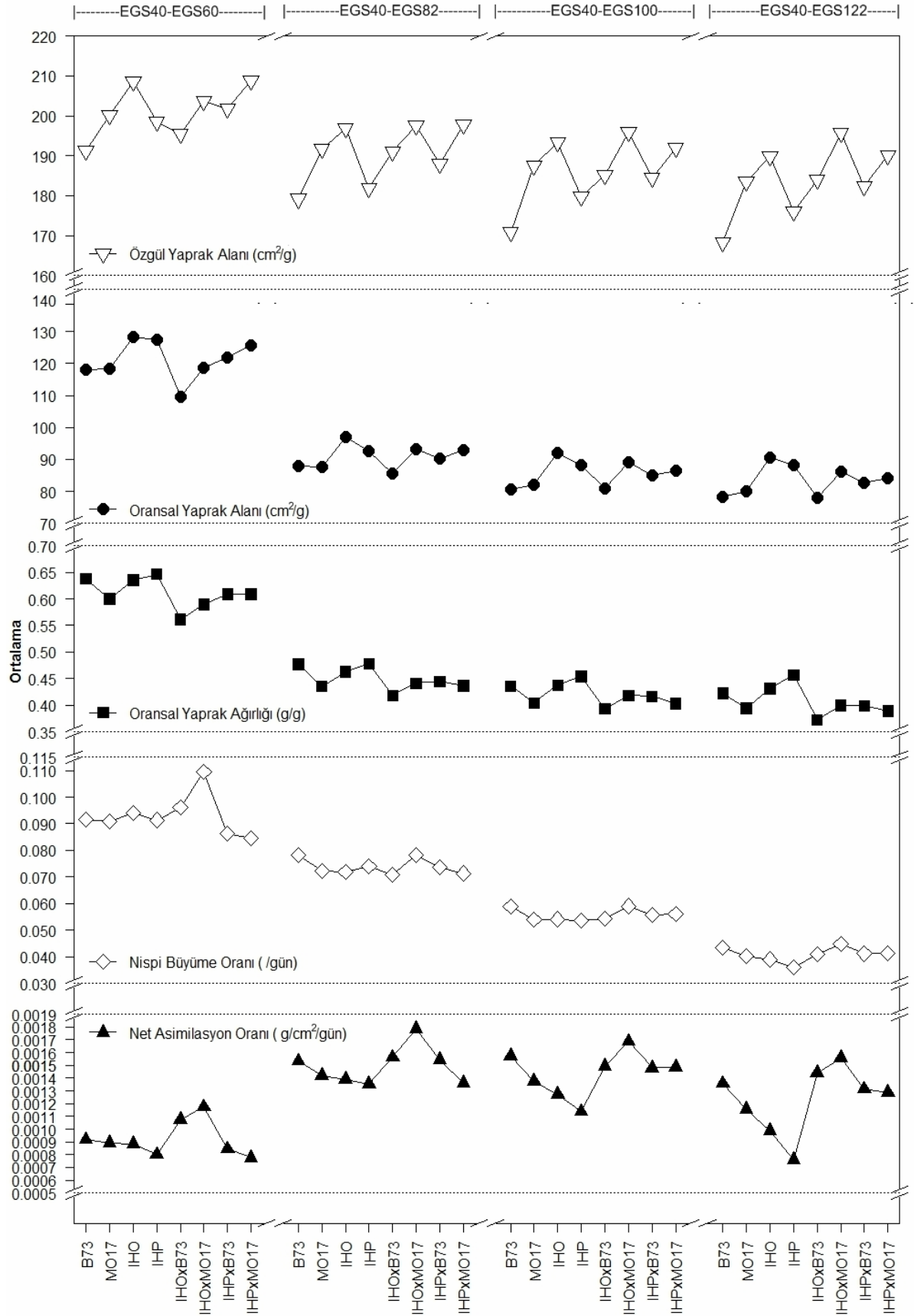
Oransal yaprak alanı bitkide yaprak alanının toplam bitki ağırlığına oranını ifade etmektedir. Birim kuru madde başına yaprak alanının karşılığı olan bu özellik yukarıda bahsi geçen iki özellik gibi zaman bağlı olarak düşüş göstermiştir. Bütün ölçüm tarihlerinde IHO hattının oransal yaprak alanının diğer hatlara göre rakamsal olarak yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu hattı IHOxMo17 takip etmiş, diğer genotiplerde dikkate değer bir değişim göze çarpmamıştır (Şekil 29, Ek Çizelge 30).

Oransal yaprak ağırlığı bitkide yaprak ağırlığının toplam bitki ağırlığına oranıdır. Bu parametreye göre ebeveyn hatların oransal yaprak ağırlıkları bütün ölçüm tarihi aralıklarında hibrit kombinasyonlardan yüksek bulunmuştur (Şekil 29, Ek Çizelge 30). Ana hatların oransal yaprak ağırlıkları bütün genotiplerden önemli ölçüde yüksek bulunmuş, bu durum ana hatların kuru madde birikimlerinin büyük kısmını yapraklarda kullandıklarını göstermiştir. Ebeveyn hatların yaprak ağırlıklarının bitki ağırlığı içerisindeki payının yüksek oluşu, kaynak depo oranlarının da belirleyici unsurlarından olmuştur.

Nispi büyüme oranı bitkilerin günlük olarak bitki ağırlığında meydana gelen oransal ağırlık artışının ifadesidir. İlk ölçüm tarihi baz alınarak yapılan hesaplamalar nispi büyüme oranının vejetasyon süresince düşüş gösterdiğini ifade etmektedir. Hibrit-ebeveyn genotipler arasında ortaya çıkan farklılıkların özellikle 82. günden itibaren görüldüğü dikkat çekmektedir. Bu tarih itibarıyla B73 dışında diğer hatların hibritlerden önemli ölçüde düşük değerlere sahip olduğu görülmüştür. Özellikle IHOxMo17'nin nispi büyüme oranının dikkate değer şekilde yüksek olduğu anlaşılmıştır (Şekil 29, Ek Çizelge 31). Mısırdaki çiçeklenme öncesinde kuru madde akümülyasyonunda fotosentez ve yaprak alanı önemli bir etkiye sahip iken, çiçeklenme zamanında ise bitki büyüme oranının etkili olduğu vurgulanmaktadır (Tollenaar ve Lee, 2006). Bu nedenle bitki büyüme oranında tespit edilen farklılıklar önem arz etmektedir. Hibrit ve hatlar arasında meydana gelen farklılıkların çiçeklenme zamanından sonra belirginleşmesi kuru madde birikimi açısından hibritlerin neden üstün olduğunun da göstergesidir.

Özgül yaprak alanı, yaprak alanının yaprak kuru ağırlığına olan oranından hesaplanmakta ve yaprak kalınlığı ve yoğunluğu hakkında bilgi vermektedir. Özgül yaprak alanındaki artış yaprağın incelmeye neden olmaktadır. Özgül yaprak alanı da bitki büyüme evresi ilerledikçe düşüş göstermiştir. Bu özellik bakımından B73 hattının diğer genotiplere göre bir hayli düşük ortalamaya sahip olduğu, IHO hattının ve bu hattın bulunduğu melez kombinasyonların ise özgül yaprak ağırlıklarının ölçüm tarihlerinde diğer genotiplere göre nispeten yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum yüksek yağlı IHO hattının yaprak morfolojisi bakımından ince yaprak yapısına sahip olduğuna işaret etmektedir (Şekil 29, Ek Çizelge 31).

Net asimilasyon oranı bir günde birim yaprak alanında üretilen kuru madde miktarının ifadesidir. Ölçüm yapılan tarih aralıklarından ilk ikisinde (ESG40-ESG60 ve ESG40-ESG82) net asimilasyon oranı ortalaması yüksek iken, diğer ölçüm tarihlerine doğru düşüş göstermiştir. IHO ile oluşturulan hibritlerin net asimilasyon oranları diğer genotiplerden nispeten yüksek bulunmuştur (Şekil 29, Ek Çizelge 32). Net asimilasyon oranı yüksek olan genotiplerin kuru madde üretiminin de fazla olması beklenmektedir. Tek bitki kuru ağırlıkları ile birlikte değerlendirildiğinde bitki kuru ağırlığı ölçüm tarihlerinde genellikle yüksek olan IHPxB73'e göre daha düşük IHOxMo17 ve IHPxMo17 hibritlerinin bu özellik bakımından ön plana çıktığı görülmektedir. Net asimilasyon oranı yaprak alanı üzerinden hesaplanan bir özellik olduğundan yaprak alanı fazla olan genotiplerin toplam bitki kuru ağırlığı bakımından avantajlı konuma geçtikleri görülmektedir (Şekil 29, Ek Çizelge 13, Ek Çizelge 29).



Şekil 29. Büyüme parametrelerine ait ortalamaların zamana bağlı olarak genotiplere göre değişimi.

4.14.2. Genetik etkiler ve heterosis

Oransal yaprak alanı ile ilgili oluşturulan polar grafikler, bu özellik üzerine yüksek değere sahip ebeveynin dominant etkisi ve üstün dominans gen etkilerinin baskın olduğunu göstermiştir. Kısmi olarak eklemeli gen etkileri de bu özelliğin değişiminde rol oynamıştır (Şekil 30). Oransal yaprak alanına ait heterosis ve heterobeltiosis değerleri ilk ölçüm tarihinde IHPxMo17 dışında bütün genotiplerde negatif yönde hesaplanmıştır. Diğer ölçüm tarihlerinin hepsinde heterosis değerleri önemsiz ve sıfıra yakın bulunur iken, heterobeltiosis değerleri genotiplere göre değişmekle birlikte negatif yönlü ve önemli bulunmuştur. Bu özellik bakımından B73 hattının bulunduğu hibritler diğerlerine göre daha yüksek ortalama değere sahip olmuştur. Geniş ve dar anlamda kalıtım dereceleri dikkate alındığında hesaplanan bütün değerlerin ve çevreye bağlı kalıtım derecelerinin değişiminin önemli olduğu görülmüştür. Bütün örneklem tarihlerinde dar ve geniş anlamda kalıtım dereceleri % 30 ve altında bulunmuş, kalıtım derecelerinin özel çevre koşullarına bağlı olarak % 35'ten % 86 kadar değişim gösterdiği görülmüştür. Bu durum oransal yaprak alanına etkili olan genetik unsurların çevreye bağlı olarak değiştiğine de işaret etmektedir (Çizelge 18).

Oransal yaprak ağırlığı kısmi olarak oransal yaprak alanı ile ilişkili olan bir özelliktir. Bu özelliğin değişiminde baskın olan gen etkilerin yüksek ebeveynin dominant etkisi ve negatif yönlü üstün dominans gen etkileri olduğu görülmüştür. Diğer taraftan çok düşükte olsa bu özelliğin değişiminde eklemeli gen etkilerinin de kısmi etkisinin bulunduğu anlaşılmıştır (Şekil 30). Oransal yaprak ağırlığına ait hesaplanan tüm heterosis ve heterobeltiosis değerleri negatif yönlü bulunmuştur. Ortalama bakımından en yüksek değerler IHOxB73 kombinasyonundan elde edilmiştir. Bu kombinasyonu IHPxB73'ün izlemesi B73 hattının kullanıldığı genotiplerde oransal yaprak ağırlığının yüksek olduğuna ve baba hattın bu konuda baskın bir etkiye sahip olduğuna işaret etmektedir. Kalıtım dereceleri dikkate alındığında geniş anlamda kalıtım derecesinin ölçüm tarihlerine göre % 29 ile % 48 arasında değişim gösterdiği anlaşılmış ve hem dar anlamda kalıtım derecesinin hem de geniş anlamda kalıtım derecesinin çevreye bağlı değişiminin önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 18). Dar anlamda kalıtım derecesinin önemsiz bulunmasına karşın bu parametreye ait çevresel interaksiyonun önemli oluşu eklemeli gen etkilerinin çevre etkileri ile birlikte fenotipik varyans içerisinde paya sahip olabildiğini göstermektedir.

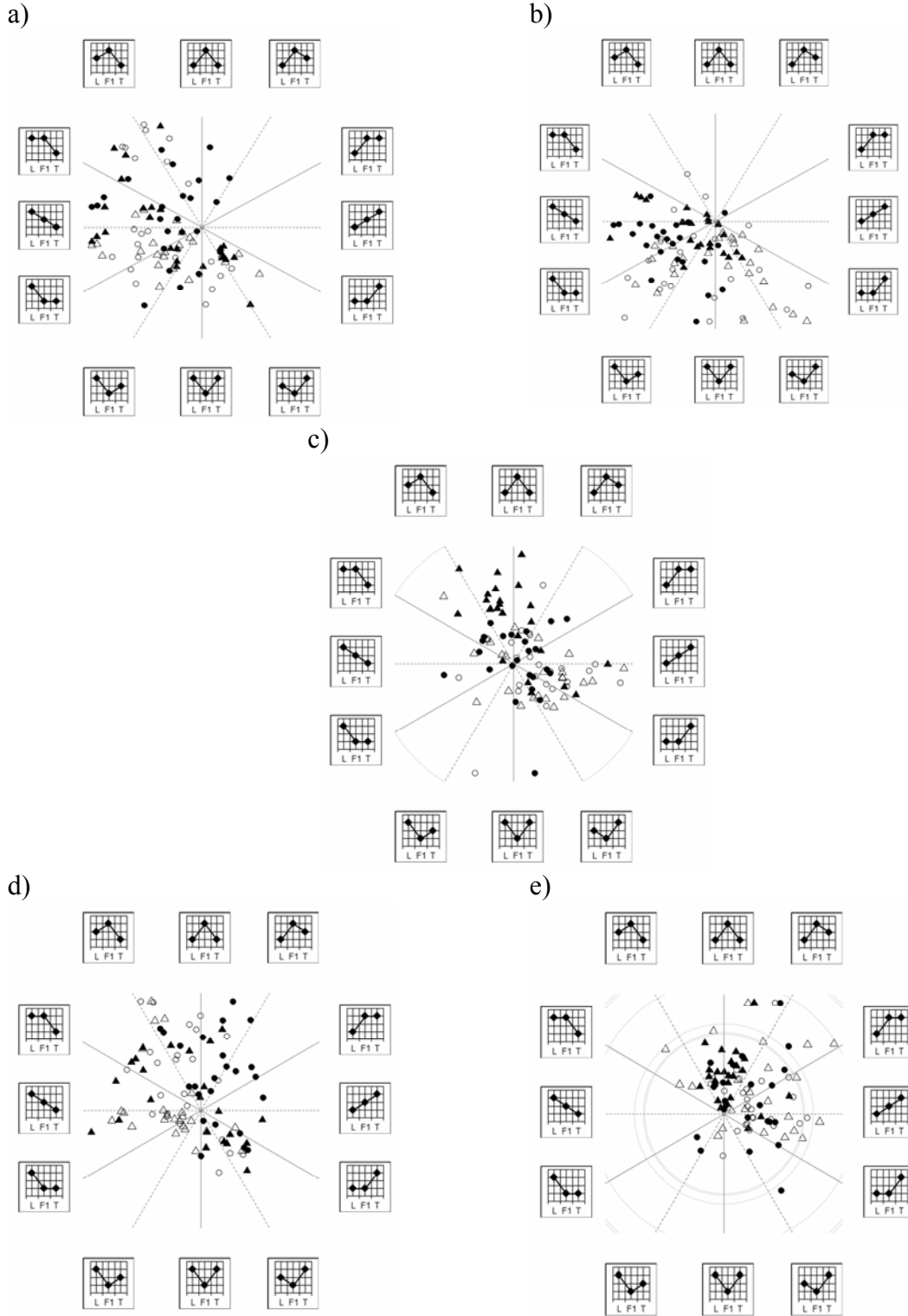
Nispi büyüme oranının değişiminde hemen hemen bütün gen etki ihtimallerinin rol oynadığı görülmüştür. Buna karşın daha çok üstün dominans ve düşük ebeveynin dominant etkisi ile bu özelliğin değişimin kontrol edildiği dikkat çekmiştir (Şekil 30). Nispi büyüme

oranı bakımından IHOxMo17'nin kombinasyonunun bütün ölçüm tarihlerinde pozitif yönlü heterosis ve heterobeltiosis değerlerine sahip olması, yüksek proteinli hat ile oluşturulan kombinasyonların ise ilk iki ölçüm aralığında negatif yönlü son 20 günlük aralıkta ise pozitif yönlü heterosis değerlerine sahip olması zamana bağlı olarak bu özelliğin değişiminden kaynaklanmıştır. Buna karşın hesaplanan heterosis ve heterobeltiosis değerlerinden yalnızca 10 adedi önemli bulunmuştur (Çizelge 19). Hesaplanan kalıtım derecelerinden dar anlamda kalıtım derecesinin ESG40-60 arasında hesaplanan nispi büyüme oranına ait değer önemsiz, diğer tüm değerlerin önemli olduğu ve bu özelliğin değişiminde etkili olan genetik unsurların çevreye bağlı olarak değiştiği görülmüştür.

Özgül yaprak alanı üstün dominans ve eklemeli gen etkilerinin birlikte değişime neden olduğu bir özellik olarak görülsede (Şekil 30), bu özelliğin değişiminde daha ziyade üstün dominans gen etkilerinin baskın olduğunu söylemek mümkündür. Heterosis değerleri çoğunlukla pozitif yönlü ve önemsiz bulunur iken, heterobeltiosis değerleri negatif yönlü ve önemli bulunmuştur. Bu durum hibritlerin anaç ortalamalarına yakın ancak üstün anaca göre kıyaslandığında daha düşük ortalamaya sahip olduklarının göstergesidir. IHO hattının özgül yaprak alanının yüksek bulunması bu hat ile oluşturulan hibritlerin ise bu parametre bakımından IHO ile kıyaslandığında düşük değere sahip olması bu durumun nedenini açıklamaktadır. Özellikle IHOxB73 melez kombinasyonun ilk ölçüm tarihinden itibaren devamlı artış gösteren değerle negatif yönlü heterosise sahip oluşu bu bulguyu desteklemektedir. Diğer taraftan heterobeltiosis değerleri bakımından IHP hattının her iki baba hat ile de benzer ve negatif yönde ortalamalara sahip oluşu özgül yaprak alanının daha çok ana hat etkisi nedeniyle değişebileceğine işaret etmektedir. Hem dar hem de geniş anlamda hesaplanan kalıtım dereceleri örneklem tarihi aralıklarına göre düşük (% 25 ve altı) değerler sergilemiştir. Buna karşın bu parametrelerin özellikle ikinci ölçüm tarihi aralığında (ESG40-82) çevreye bağlı olarak fenotipik varyans içerisinde önemli ölçüde paya sahip oldukları görülmüştür (Çizelge 19).

Net asimilasyon oranı üzerine baskın olan gen etkilerinin üstün dominans ve düşük değere sahip ebeveynin dominant etkisinin olduğu görülmüştür. Kısmi olarak eklemeli gen etkilerinin bu özelliğin değişiminde rol oynadığı görülmektedir (Şekil 30). Net asimilasyon oranı ile ilgili hesaplanan heterosis ve heterobeltiosis değerlerinden IHPxB73 ve IHPxMo17'nin ilk 20 günlük aralıkta, IHPxMo17'nin 40 günlük aralıkta hesaplanan değerlerinin ve IHOxB73 hibritine ait ESG40-100 heterobeltiosis değerlerinin negatif yönlü olduğu diğer değerlerin tamamının pozitif yönlü olduğu görülmüştür (Çizelge 18).

Özellikle 82 günlük periyotta hesaplanan değerlerin (ESG40-122) önemli olduğu, Mo17 ile oluşturulan hibritlerin heterosis ve heterobeltiosis değerlerinin net asimilasyon oranı için diğerlerine göre yüksek bulunduğu dikkat çekmiştir (Çizelge 19).



Şekil 30. LAR (a), LWF (b), RGR (c), SLA (d) ve ULR (e) üzerine genetik etkileri gösteren polar grafikler (Δ:IHOxB73, ▲:IHOxMo17, ○:IHPxB73, ●:IHPxMo17).

Çizelge 18. Oransal yaprak alanı (LAR), oransal yaprak ağırlığı (LWR), nispi büyüme oranı (RGR) parametrelerine ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri

	ESG60	ESG82	ESG100	ESG122
Oransal Yaprak Alanı				
Heterosis				
IHOxB73	-0,09	-0,05	0,00	0,00
IHOxMo17	-0,03	0,01	0,00	0,00
IHPxB73	-0,01	0,00	0,00	0,00
IHPxMo17	0,02	0,02	0,00	0,00
Heterobeltiosis				
IHOxB73	-0,13**	-0,09**	-0,06**	-0,07
IHOxMo17	-0,07**	-0,03**	-0,04**	-0,05**
IHPxB73	-0,03**	-0,02**	-0,05**	-0,07**
IHPxMo17	-0,01**	0,00*	-0,03**	-0,04**
Kalıtım Dereceleri				
h^2	0,04	0,09**	0,22**	0,24**
H	0,14**	0,14**	0,22**	0,24**
h^2E	0,35**	0,86**	0,65**	0,54**
HE	0,35**	0,86**	0,65**	0,65**
Oransal Yaprak Ağırlığı				
Heterosis				
IHOxB73	-0,14**	-0,12	-0,12*	-0,17**
IHOxMo17	-0,05	-0,02	-0,01	-0,04
IHPxB73	-0,06	-0,08*	-0,08	-0,13*
IHPxMo17	-0,03	-0,05	-0,07*	-0,11*
Heterobeltiosis				
IHOxB73	-0,14**	-0,13**	-0,13**	-0,17**
IHOxMo17	-0,08*	-0,04	-0,02	-0,06
IHPxB73	-0,08*	-0,09	-0,08*	-0,13**
IHPxMo17	-0,04*	-0,07**	-0,10**	-0,15**
Kalıtım Dereceleri				
h^2	0,00	0,01	0,00	0,04
H	0,34**	0,29**	0,35**	0,48**
h^2E	0,18**	0,31**	0,17**	0,17**
HE	0,18**	0,34**	0,17**	0,17**
Nispi Büyüme Oranı				
Heterosis				
IHOxB73	0,04	-0,03	-0,04	-0,01
IHOxMo17	0,20**	0,05	0,09	0,13*
IHPxB73	-0,06	-0,02	-0,01	0,04
IHPxMo17	-0,08	-0,01	0,04	0,08
Heterobeltiosis				
IHOxB73	0,00	-0,05	-0,06**	-0,03**
IHOxMo17	0,19	0,05	0,08	0,12
IHPxB73	-0,08**	-0,03	-0,03	0,01
IHPxMo17	-0,12**	-0,02*	0,03	0,08
Kalıtım Dereceleri				
h^2	0,05	0,09**	0,04	0,23**
H	0,29**	0,14**	0,18**	0,43**
h^2E	0,75**	0,61**	1,22**	1,11**
HE	0,75**	0,80**	1,22**	1,11**

*, **, İstatistiki olarak 0,05 ve 0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 19. Özgül yaprak alanı (SLA) ve net asimilasyon oranı (ULR) parametrelerine ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri

	ESG60	ESG82	ESG100	ESG122
Özgül Yaprak Alanı				
Heterosis				
IHOxB73	0,00	0,008	0,000	0,000
IHOxMo17	0,00	0,008	0,000	0,000
IHPxB73	0,00	0,019	0,000	0,000
IHPxMo17	0,00	0,028	0,000	0,000
Heterobeltiosis				
IHOxB73	-0,02**	-0,014**	-0,045**	-0,054
IHOxMo17	-0,01**	0,002**	-0,008**	-0,010**
IHPxB73	-0,02**	0,016**	-0,022**	-0,024**
IHPxMo17	0,001**	0,016**	-0,016**	-0,020**
Kalıtım Dereceleri				
h^2	0,05	0,18**	0,22**	0,14**
H	0,05	0,20**	0,22**	0,14**
h^2E	0,19**	0,46**	0,20**	0,14**
HE	0,45**	0,46**	0,31**	0,56**
Net Asimilasyon Oranı				
Heterosis				
IHOxB73	0,22	0,06	0,07	0,25
IHOxMo17	0,36**	0,25	0,30	0,45**
IHPxB73	-0,02	0,07	0,11	0,24*
IHPxMo17	-0,09	-0,02	0,20	0,30**
Heterobeltiosis				
IHOxB73	0,16	0,03	-0,01*	0,14
IHOxMo17	0,32	0,23	0,28	0,41
IHPxB73	-0,05**	0,07	0,01*	0,09**
IHPxMo17	-0,13**	-0,04	0,16	0,22*
Kalıtım Dereceleri				
h^2	0,00	0,00	0,04	0,07*
H	0,35**	0,21**	0,36**	0,50**
h^2E	0,24**	0,01	0,33**	0,22**
HE	0,24**	0,14**	0,33**	0,37**

*, **, İstatistikî olarak 0,05 ve 0,01 düzeyinde önemlidir.

4.15. Radyasyon Kullanım Etkinliği

4.15.1. Genotiplere göre değişim

Radyasyon kullanım etkinliği birim ışık enerjisi başına birim alanda üretilen kuru maddenin ifadesidir. Varyans analizi sonuçları Yıl X Genotip ve Yıl x Genotip x ESG interaksiyon etkileri dışında diğer varyans unsurlarının bu özellikteki değişime önemli şekilde etki ettiğini göstermiştir (Ek Çizelge 4). IPAR hesaplamalarında önemli etkisi olan ışık geçirme katsayısı (k) ESG40'de 0,63, ESG60 ve ESG82'de 0,64, ESG100'de 0,65 ve ESG122'de 0,66 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan radyasyon kullanım etkinliği ölçüm alınan beş farklı tarihten ilk ölçüm tarihi (ESG40) baz alınarak dört farklı tarih aralığına (20, 42, 60 ve 82 günlük) göre hesaplanmıştır (Çizelge 20). Ekimin ardından kırkıncı

günden itibaren ilk 20 günlük (ESG40-ESG60) aralıkta genotipler arasında önemli bir fark bulunmamıştır (Çizelge 20). İstatistiki açıdan önemli olmamasına karşın hibritler bu dönemde dahi ebeveyn hatlardan daha yüksek ortalamaya sahip olmuştur. Bir sonraki dönemi de kapsayan 40-82 günlük periyotta yani çiçeklenme öncesi ve çiçeklenme dönemine kadar olan süreçte bütün genotiplerde en yüksek değerlere ulaşmıştır. Bu dönemde birinci yılda hesaplanan değerler ikinci yıla göre nispeten yüksek bulunmuştur. İlk yılda en yüksek ortalama IHOxB73'den (1,44 g/MJ), ikinci yılda ise IHPxB73'den (1,04 g/MJ) elde edilmiştir. Bu dönemde ilk yılda hibritler ile baba hatlar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuş, ikinci yılda ise IHPxB73 ile B73, Mo17 ve IHO ebeveynleri arasındaki farkın önemli olduğu diğer genotiplerin aynı istatistiki grupta yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 20). Bu dönemden sonra 60 günlük periyot üzerinden radyasyon kullanım etkinlikleri hesaplandığında, melez kombinasyonların kendi içlerinde benzer ortalamaya sahip oldukları, ebeveynler ile bu kombinasyonlar arasında önemli farklar olduğu görülmüştür (Çizelge 20).

Çizelge 20. Kullanılan genotiplerin farklı yıllarda gelişim dönemlerine göre radyasyon kullanım etkinliklerindeki (g/MJ/bitki) değişim

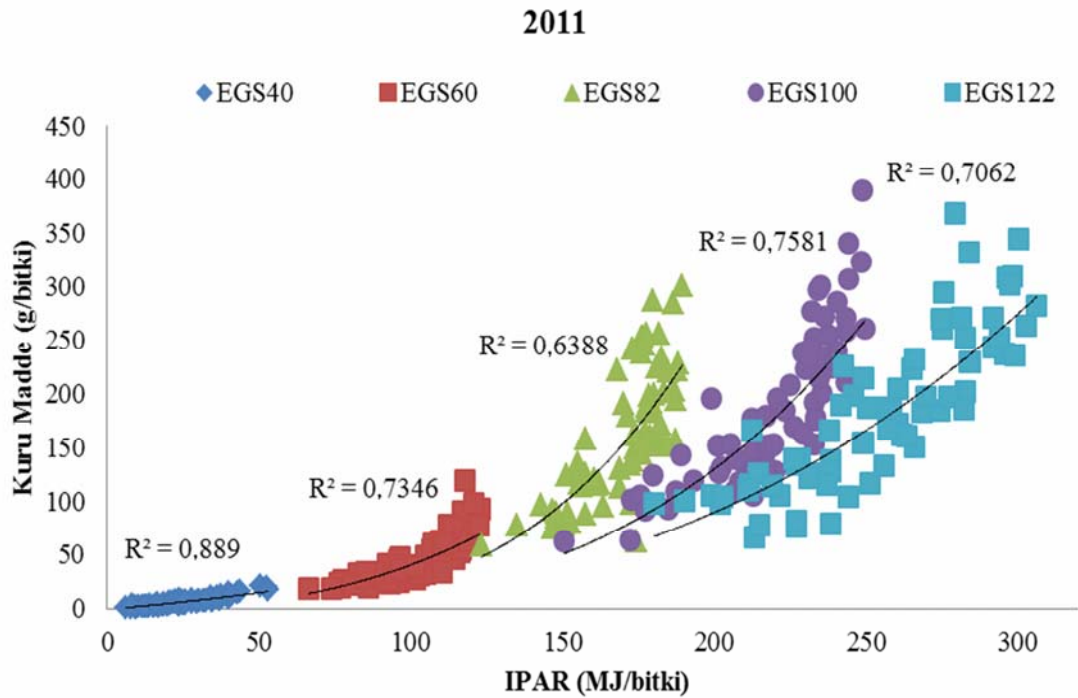
Genotip	ESG40-60		ESG40-82		ESG40-100		ESG40-122	
	2011	2012	2011	2102	2011	2012	2011	2012
B73	0,36	0,28	0,81	0,66	0,77	0,73	0,70	0,56
Mo17	0,37	0,28	0,73	0,61	0,65	0,67	0,56	0,45
IHO	0,45	0,34	0,92	0,63	0,74	0,74	0,67	0,46
IHP	0,40	0,32	0,93	0,69	0,64	0,74	0,43	0,58
IHOxB73	0,70	0,52	1,44	0,88	1,06	1,14	1,00	1,00
IHOxMo17	0,56	0,59	1,25	0,94	1,02	1,14	0,92	1,01
IHPxB73	0,67	0,45	1,29	1,04	1,18	1,24	0,89	1,07
IHPxMo17	0,56	0,43	1,25	0,91	1,18	1,16	0,93	1,01

Not: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki açıdan 0,05 düzeyinde önemlidir.

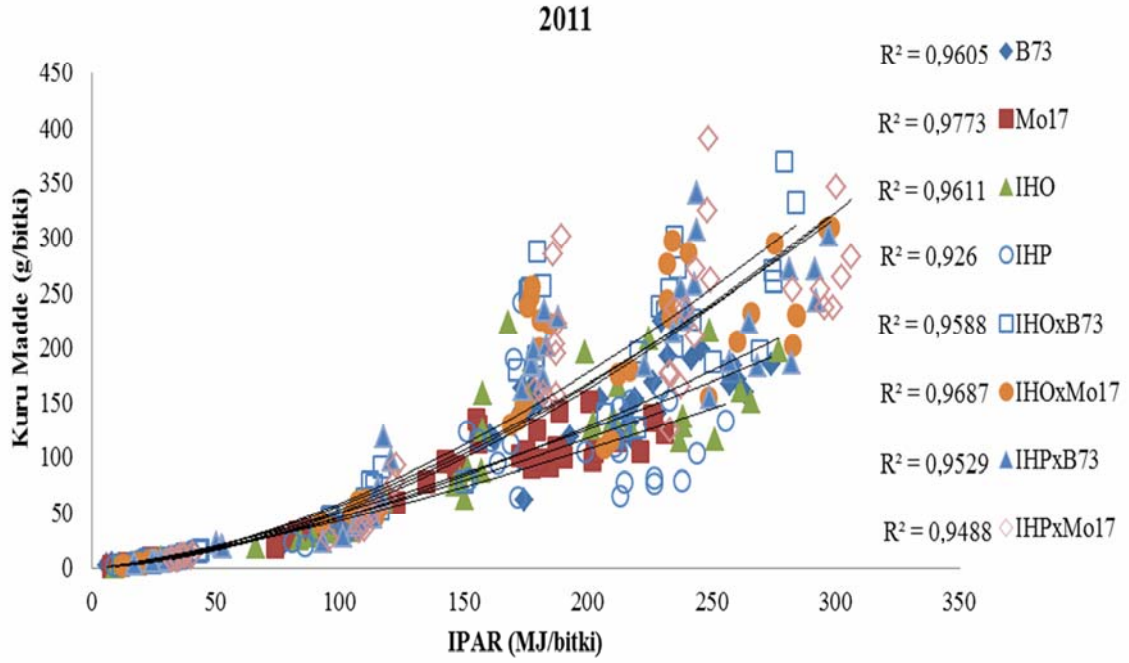
Radyasyon kullanım etkinliği birinci yılda bir önceki döneme göre düşüş gösterir iken ikinci yılda ise hibritlere ait değerler nispeten artış göstermiştir. Bu durum yıla göre radyasyon kullanım etkinliğinin aynı genotipte dahi değişim gösterebileceğine işaret etmektedir. Son tarih aralığı olan 82 günlük hesaplamalara göre radyasyon kullanım etkinlikleri bütün genotiplerde diğer aralıklara göre düşük bulunmuştur. Burada birinci yılda B73 hattı ile IHPxB73 melezi arasındaki fark önemsiz olmuş diğer ebeveyn ve hibritler arasında ise önemli farklar bulunmuştur. İkinci yılda ise hibritler ile ebeveynler radyasyon kullanım etkinlikleri bakımından net bir şekilde ayrılmıştır.

Radyasyon kullanım etkinliğinde dönem ve genotip bazlı değişimleri açıklamak için tutulan ışık değeri ile metrekarede üretilen kuru madde miktarı her yıl için ayrı ayrı grafiksel olarak gösterilmiştir (Şekil 31-34). Örnekleme tarihlerine göre ilk tarihte tutulan ışığın kuru madde üretimini açıklamada oldukça yüksek bir orana sahip olduğu ($R^2=0,89$), sonraki iki ölçüm tarihinde bu oranın bir miktar düştüğü ($R^2=0,73$ ve $R^2=0,63$) daha sonra bir miktar arttığı ve daha sonra tekrar düştüğü görülmüştür (Şekil 31). Özellikle 150 MJ tutulan ışık değerinden sonra tutulan ışığa karşı üretilen kuru madde miktarında düzensizlikler olmuştur. Bu durum yapraklarda kurumaların başlaması sonucu genotiplerin gün ışığından yeterince yararlanamamasından ileri gelmiş olabilir. Daha önce değinilen yeşil yaprak alanında ve yeşillik oranındaki değişimlere paralel biçimde genotiplerin radyasyon kullanım etkinliklerinde dönemsel farklar oluşmuştur.

Genotiplere göre oluşturulan grafiklerde hibritler ile ebeveynler arasında regresyon eğrileri bakımından bariz bir fark olduğu görülmektedir (Şekil 32). Dikkat çeken diğer bir konu ise IHP ve bu hat ile oluşturulan melezlerin radyasyon kullanım etkinliğine ait belirtme katsayılarının diğer genotiplerden daha düşük bulunmasıdır. Bu durum ilk yıl hesaplanan radyasyon kullanım etkinliklerine yansımış ve hesaplanan değerler diğer genotiplere göre düşük bulunmuştur. Bu durumun nedeni ise IHP'nin yapraklarında meydana gelen kuruma oranının (bkz:yaprak alanı) daha yüksek olmasıyla açıklanabilir.



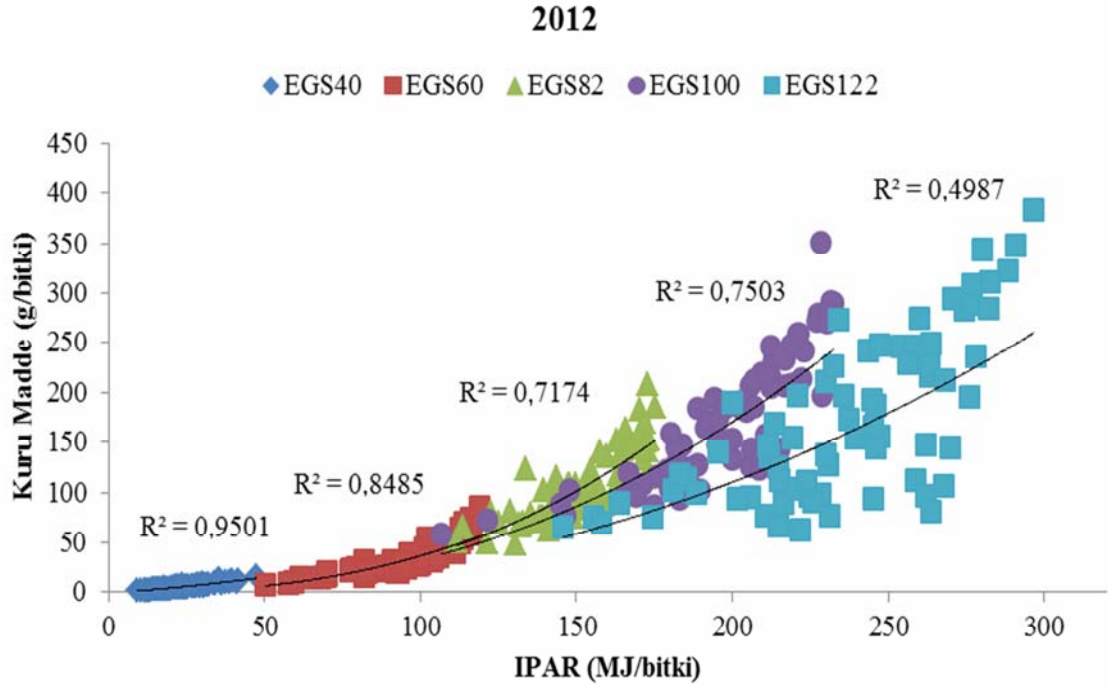
Şekil 31. Örnekleme tarihlerine göre 2011 yılına ait radyasyon kullanım etkinliklerindeki değişim.



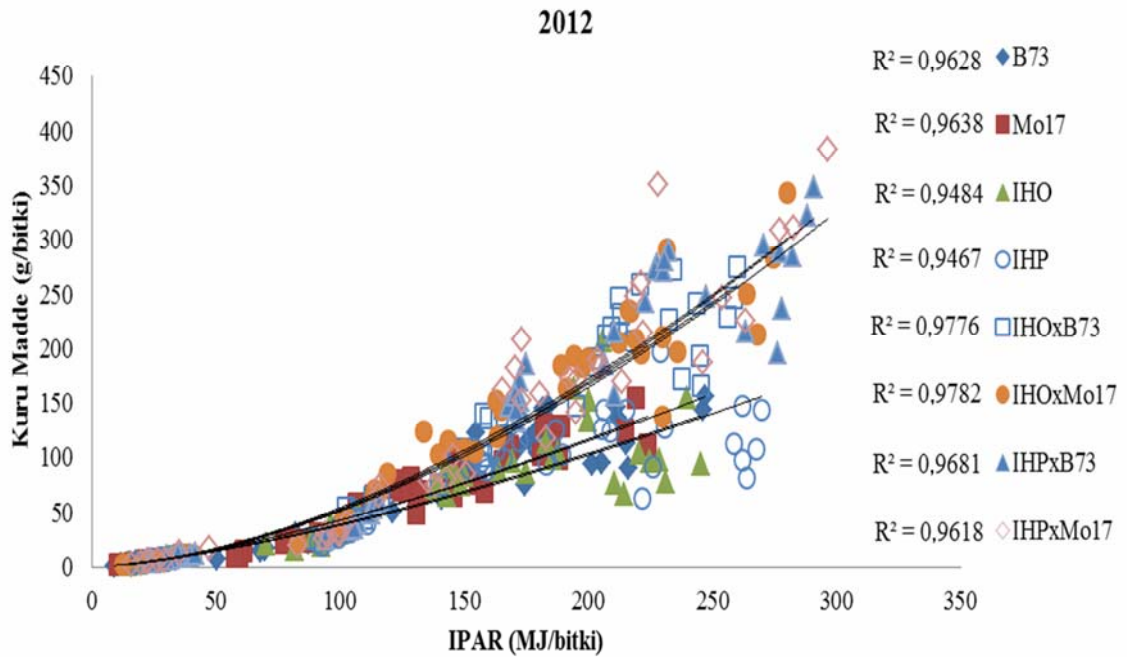
Şekil 32. Kullanılan genotiplerin 2011 yılına ait radyasyon kullanım etkinliklerindeki değişim.

Araştırmanın ikinci yılında da son örnekleme tarihi hariç ölçüm tarihlerine göre tutulan ışığa karşı üretilen kuru madde miktarlarının dönemsel değişimleri benzerlik göstermiştir (Şekil 33). Ancak son ölçüm tarihinde R^2 değeri ($R^2=0,49$) birinci yılda hesaplanan değere ($R^2=0,70$) göre oldukça düşük bulunmuştur. Bu dönemde tutulan ışığa karşılık üretilen kuru madde miktarının 100 MJ'e kümülatif IPAR değerine kadar doğrusal olarak artış göstermesi dikkat çekmiştir. Bu durumun bir sonucu olarak ikinci yılda kuru madde birikiminin daha fazla olması beklense de, ilk iki dönemde ki üstünlüğünden ötürü birinci yıl genotiplerin toprak üstü kuru madde üretiminin daha yüksek olduğu görülmüştür (Ek Çizelge 29).

Çalışmanın ikinci yılında da ebeveyn hatların regresyon eğrileri hibrit kombinasyonlara göre daha düşük bulunmuş, bu genotiplerin radyasyon kullanım etkinliğinin hibritlerden düşük olduğu doğrulanmıştır (Şekil 34). Diğer taraftan IHP hattının regresyon katsayısının bu yılda da en düşük değere sahip olması ve bu hatlarla oluşturulan kombinasyonların diğer kombinasyonlardan düşük oluşu yukarıda açıklanan yaprakların kuruma oranına ve hızına bağlanmıştır. Her iki yılda da ESG100'den sonra toplam yaprak alanı üzerinden hesaplanan radyasyon kullanım etkinliği değerlerinde sapmalar olması nedeniyle bu dönemden itibaren farklı hesaplama yöntemlerinin kullanılması gerektiği anlaşılmıştır.



Şekil 33. Örnekleme tarihlerine göre 2012 yılına ait radyasyon kullanım etkinliklerindeki değişim.



Şekil 34. Kullanılan genotiplerin 2012 yılına ait radyasyon kullanım etkinliğindeki değişim.

4.16. Kaynak-Depo İlişkileri ve Enerji Akımı

Mısır kaynak-depo ilişkisi bakımından değerlendirildiğinde depo sınırlaması bulunan bir kültür bitkisi (Westgate, 2001). Fizyolojik ve genetik etmenler nedeniyle kontrol edilen bu durum, bu araştırmada iki yönü ile ele alınmıştır. İlk olarak organ bazında enerji birikimi ve kuru madde birikiminin hesaplanması gerçekleştirilmiş ve organ bazında kuru madde dağılımı kullanılan genotiplerin farklı gelişme dönemlerinde değerlendirilmiştir. Yapılan diğer değerlendirme ise organlarda depo edilen biyolojik bileşenlerin dağılımı ve enerji karşılıkları hakkında olmuştur. Varyans analizi sonuçları enerji akümüasyonu ile ilgili değişkenlerin ve bitki kuru ağırlıklarının varyans unsurlarına göre önemli şekilde farklara sahip olduğunu göstermiştir (Ek Çizelge 3, Ek Çizelge 4).

İlk ölçüm tarihinde (ESG40) toplam tutulan ışık enerjisinin genotiplere göre 3960 ile 7986 kcal arasında değişim gösterdiği, hibritlerin ebeveyn hatlara göre yüksek olduğu ve ana hatların da baba hatlara rakamsal üstünlük sağladığı görülmüştür (Çizelge 21). Bu dönemde üretilen enerjinin toplam tutulan ışık enerjisine oranı genotiplere göre % 0,36 ile % 0,42 arasında değişim göstermiştir. Hem kuru madde hem de enerji bazlı hesaplanan kaynak/depo oranı bu dönemde 1'in üzerinde olmuştur (Çizelge 21, Ek Çizelge 28). Bu ölçüm tarihinde B73 baba hattı ile oluşturulan hibritlerin karbonhidrat ve protein içeriklerine bağlı olarak hesaplanan enerji karşılıkları diğer genotiplere göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 22). Bununla birlikte bütün genotiplerde tespit edilen enerji değerlerinin büyük kısmının karbonhidrat kaynaklı olduğu görülmüştür (Çizelge 22, Ek Çizelge 28).

ESG60'da yapılan örneklemelere dayalı olarak hesaplanan enerji değerleri ilk ölçüm tarihine göre bütün genotiplerde önemli ölçüde artış göstermiştir. İlk tarihte olduğu gibi baba hatlar ana hatlara göre daha yüksek miktarda ışık enerjisi tutmuş ve kendilerinden daha yüksek olan hibritlere yakın değerler sergilemişlerdir. Bu konuda dikkat çeken unsur kuru madde bazında hesaplanan kaynak depo oranının (K/D1) neredeyse % 50 civarına kadar düşmesine karşın, enerji bazında yapılan hesaplamaların 1'den yüksek veya yakın değere sahip olmasıdır. Enerji bazlı hesaplanan kaynak depo oranının (K/D2) diğer orana (K/D1) göre yüksek bulunmasının başlıca nedeni kuru madde miktarı bakımından yaprak ağırlığının diğer organlara oranı düşmesine karşın, yaprakta bulunan biyolojik bileşenlerin oranlarının yüksek olmasıdır. Bu dönemde bitkide üretilen enerjinin tutulan enerjiye oranı genotiplere göre % 0,49 ile % 0,83 arasında bulunmuş ve hibritler ebeveyn hatlara göre yüksek değerlere sahip olmuştur (Çizelge 21, Çizelge 22, Ek Çizelge 29). Organ bazında biyolojik bileşenlere göre enerji karşılıkları dikkate alındığında

ilk döneme göre bütün bileşenlerin hesaplanan enerji karşılıkları artış göstermiş ve hibritlerle baba hatlar arasında önemli farklar görülmüştür. En yüksek enerji payı karbonhidratlara ait iken, daha sonra diğer bileşenler ve en son proteinler gelmiştir (Çizelge 22).

ESG82’de tutulan ışık enerjisi bir önceki döneme göre artmaya devam etmiştir. Generatif döneme geçişin de meydana geldiği bu dönemde toprak üstü depo organlarının (sap, koçan, tane) kuru ağırlıklarında önemli artışlar başlamıştır. Bu nedenle gerek kuru madde gerekse enerji bazlı olarak hesaplanan kaynak depo oranında bir önceki döneme göre önemli düşüşler yaşanmıştır. Kaynak-depo oranı ağırlık bazlı hesaplamalarda (K/D1) % 16 ile % 25 arasında değişim gösterir iken, enerji bazlı hesaplamalarda (K/D2) % 35 ile % 53 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 22). Üretilen toplam enerjinin tutulan toplam enerjiye oranı ise % 0,83 ile % 1,18 arasında değişim göstererek bir önceki döneme göre önemli biçimde artmıştır. Bu örnekleme tarihinde bir önceki tarihe göre bütün biyolojik bileşenlerin enerji değerleri kuru madde artışına bağlı olarak yükselmiştir. IHP hattı ile oluşturulan hibritlerin hem protein hem karbonhidrat hem de diğer bileşenler bakımından diğer genotiplere göre önemli ölçüde yüksek değerler sergilediği dikkat çekmiştir (Çizelge 22). Bu hibritlerde protein oranı yüksek olan dişi hattın etkisi ile proteinlere karşılık hesaplanan değerlerin yüksek olması beklenen bir durumdur. Bunun yanı sıra, yüksek proteinli hibritlerin karbonhidrat ve lif gibi diğer maddelere karşılık gelen hesaplamalarda da üstünlük göstermiştir. B73 baba hattı ile oluşturulan hibritlerin karbonhidrat enerji karşılıklarının diğer genotiplere göre önemli ölçüde yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 22). Bu durum kaynak ve depo organlarında enerji karşılıklarının hatlara göre değişebileceği ve ebeveyn hatların enerji depolanması ve taşınmasında önemli etkilerinin olduğunu göstermiştir.

Dördüncü ölçüm tarihi olan ve generatif dönem sonrasına denk gelen tarihte alınan örneklerde, tutulan toplam ışık enerjisi bir önceki döneme göre bütün genotiplerde artış gösterse de, önceki dönemlerde olduğu kadar yüksek oranda artış sağlanmamıştır. Enerji ve ağırlık bazlı hesaplanan kaynak depo oranları bir önceki döneme göre bütün genotiplerde az miktarda da olsa düşüş göstermiştir (Çizelge 21, Ek Çizelge 28). Bu durum depo organlarında kuru madde birikiminin artması ve kaynak olarak ifade edilen yaprak sayısı veya alanında artışın durmasından kaynaklanmıştır. Genotiplere göre üretilen toplam enerjinin tutulan toplam enerjiye oranı % 0,79 ile % 1,41 arasında değişim göstermiş ve bir önceki döneme göre bu sınırlar arasında önemli bir değişim olmadığı anlaşılmıştır (Çizelge 21). Ağırlık bazlı hesaplanan kaynak depo oranları % 16 ile % 23 arasında, enerji bazlı

hesaplanan değerler ise % 20 ile % 38 arasında değişim göstermiştir. Bu örnekleme tarihinde biyolojik bileşenlere karşılık hesaplanan enerji değerleri B73 hattının karbonhidrat içeriğine karşılık gelen değer hariç bütün genotiplerde bir önceki döneme göre düşüş göstermiştir (Çizelge 22). Bu durum, yaprakta biyolojik bileşenlerin oransal olarak düşüşlerinden olduğu kadar kuruma ve kopma nedeniyle oluşan ağırlık kayıplarından da ileri gelmiştir. Başta karbonhidrat olmak üzere protein ve yağ oluşumuna karşılık hesaplanan enerji değerlerinde bütün genotiplerde ciddi artışlar meydana gelmiştir. Beklendiği gibi, IHP hattı ile oluşturulan genotiplerin enerji karşılığı çoğunlukla proteinlerden, IHO ile oluşturulan genotiplerin ise yağdan dolayı yüksek değerlere sahip olmuştur. Bununla birlikte protein oranı yüksek hibritlerin bitkisel enerji bakımından daha yüksek değere sahip olduğu anlaşılmıştır (Çizelge 22).

Son ölçüm tarihi olan ESG122'de alınan örneklerde IHP haricinde bütün genotiplerin tutulan toplam ışık enerjisinde küçük oranda artışlar görüldüğü, IHP hattında ise düşüş yaşandığı anlaşılmıştır. Bu durum IHP hattına ait enerji değerlerini de önemli şekilde etkilemiştir. Genotiplere göre üretilen enerjinin toplam tutulan enerji içerisindeki payı % 1,07 ile % 1,79 arasında değişim göstermiştir. Bu değerler bir önceki döneme göre IHP hattı dışında bütün genotiplerde düşüş gösterir iken, bu hatta artış görülmüştür. Bu durum IHP'nin 122. günde yaprak kayıpları ve kurumalarının meydana gelmiş olması nedeniyle, hesaplanan ışık değerlerindeki oransal değişimlerin düşmesinden kaynaklanmıştır. Hesaplanan kaynak-depo oranlarında da IHP hattının değerlerindeki düşüşün diğer genotiplerde olandan daha yüksek olması bu durumu doğrulamaktadır. Kaynak-depo oranları ağırlık bazlı hesaplamalarda % 9-14, enerji bazlı hesaplamalarda % 13-38 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 21). Bu ölçüm döneminde de bir önceki dönemde bahse konu olan biyolojik bileşenlere karşılık gelen enerji değerlerindeki düşüş devam etmiştir. Yalnızca tane yağ içeriğine bağlı olarak hesaplanan değerler bir önceki döneme göre yüksek bulunmuş olup, protein ve karbonhidrat içeriği başta olmak üzere diğer bileşenlere karşılık hesaplanan enerji değerleri düşüş göstermiştir (Çizelge 22). Daha önceki bölümlerde de değinildiği üzere IHP hattı ve bu hat ile oluşturulan kombinasyonlarda vejetasyonun son döneminde yaprak kayıplarının meydana gelmesi, IHO hattı ile oluşturulan hibritlerin yeşil kalma süreleri ve yeşillik indekslerinin yüksek oluşu bu durumda belirleyici olmuştur. Buna karşın kuru madde üretimi ve bitkisel gelişim, enerji içeriği bakımından IHP ile oluşturulan hibritlerin önemli üstünlüklerinin olduğu görülmüştür (Çizelge 21).

Çizelge 21. Ölçüm tarihlerine göre organ bazında enerji üretimi (kcal/bitki)

	T. Enerji	Yaprak	Sap	Tane	T. Enerji	T.Bitki Ağır
ESG40	B73	3960,5 c	10,2 b	5,41 a	-	15,7 a
	Mo17	4157,5 c	9,87 b	6,21 a	-	16,1 a
	IHO	5428,7 bc	12,9 ab	6,84 a	-	19,7 a
	IHP	5467,2 bc	14,1 ab	6,82 a	-	21,0 a
	IHOxB73	7339,4 ab	19,6 ab	12,1 a	-	31,7 a
	IHOxMo17	6204,5 a-c	15,6 ab	8,36 a	-	24,0 a
	IHPxB73	7986,5 a	22,3 a	12,7 a	-	35,0 a
	IHPxMo17	7601,4 ab	19,2 ab	11,3 a	-	30,5 a
	Ortalama	6018,2 E	15,48 C	8,72 D	-	24,2 D
ESG60	B73	19227,8 c	54,0 b	43,1 c	-	97,1 c
	Mo17	18575,1 c	48,6 b	46,3 c	-	94,9 c
	IHO	21843,2 bc	68,0 ab	60,0 a-c	-	128,0 a-c
	IHP	22912,5 ab	68,7 ab	53,1 bc	-	121,7 bc
	IHOxB73	25000,0 ab	95,9 a	111,9 a	-	207,8 a
	IHOxMo17	25001,1 ab	93,6 a	105,0 ab	-	198,7 ab
	IHPxB73	25386,9 a	92,2 a	97,1 a-c	-	189,3 ab
	IHPxMo17	24695,3 ab	86,4 a	80,8 a-c	-	167,3 a-c
	Ortalama	22830,2 D	75,9 B	74,7 C	-	150,6 C
ESG82	B73	35535,1 bc	97,8 bc	239,1 b-d	2,99 a	339,9 a-d
	Mo17	29858,7 d	63,3 d	182,9 c	3,42 a	249,6 d
	IHO	33184,2 cd	82,2 cd	193,6 c	16,5 a	292,3 cd
	IHP	36528,4 bc	103,3 bc	205,1 bc	4,03 a	312,4 b-d
	IHOxB73	37161,3 a-b	108,9 a-c	320,5 a	19,2 a	448,6 ab
	IHOxMo17	37301,8 ab	106,1 a-c	290,0 a-c	18,8 a	414,9 a-c
	IHPxB73	40417,9 a	133,4 a	329,6 a	16,3 a	479,3 a
	IHPxMo17	38904,6 ab	123,1 ab	311,3 ab	16,4 a	450,8 ab
	Ortalama	36111,5 C	102,2 A	259,0 A	12,2 C	373,5 B
ESG100	B73	41973,1 cd	91,5 bc	278,8 a-c	36,1 d	406,4 b
	Mo17	34643,0 e	57,0 d	179,2 cd	67,8 cd	304,0 b
	IHO	41431,8 d	82,8 cd	172,8 d	126,5 bc	382,1 b
	IHP	44804,8 b-d	97,2 bc	209,4 b-d	49,2 cd	356,5 b
	IHOxB73	47364,7 ab	110,7 a-c	284,3 ab	273,2 a	668,2 a
	IHOxMo17	46854,2 a-c	104,0 bc	271,2 a-d	236,4 a	611,7 a
	IHPxB73	51081,3 a	137,5 a	343,2 a	209,9 ab	695,6 a
	IHPxMo17	49515,6 ab	121,4 ab	324,9 a	229,1 a	675,5 a
	Ortalama	44708,6 B	100,4 A	258,6 A	153,6 B	512,5 A
ESG122	B73	45391,3 bc	76,8 ab	228,5 a	135,6 b	440,9 b
	Mo17	37479,2 d	49,5 c	163,4 a	113,2 b	326,1 b
	IHO	46200,8 bc	71,3 bc	179,8 a	144,7 b	395,8 b
	IHP	44048,4 cd	72,3 bc	151,3 a	47,5 b	271,0 b
	IHOxB73	50598,9 a-c	84,7 ab	242,4 a	381,2 a	708,4 a
	IHOxMo17	52868,1 ab	84,4 ab	208,0 a	424,7 a	717,1 a
	IHPxB73	56623,6 a	101,2 a	267,6 a	395,8 a	764,6 a
	IHPxMo17	54222,5 a	94,8 ab	247,9 a	355,4 a	698,1 a
	Ortalama	48429,1 A	79,4 B	211,1 B	249,8 A	540,2 A

Not: Aynı ESG’de sütünlarda farklı harflerle gösterilen, farklı ESG ortalamaları arasında büyük harfle gösterilenler ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir. ÜE/TE: Üretilen toplam enerji/Tutulan toplam enerji, K/D1:Yaprak ağırlığı/Diğer kısımlar, K/D2: Yaprak enerji içeriği/ Sap+tane enerji içeriği.

Çizelge 22. Ölçüm tarihlerine göre biyolojik bileşenlere karşılık gelen enerji üretimi (kcal/bitki)

	Protein	Karbon	Yağ	Diğer	ÜE/TE	K/D1	K/D2
ESG40	B73	2,72 a	9,15 b	-	3,82 b	0,39 a	1,90
	Mo17	2,60 a	9,16 b	-	4,32 ab	0,37 a	1,82
	IHO	3,23 a	11,1 ab	-	5,37 ab	0,36 a	1,95
	IHP	3,65 a	11,9 ab	-	5,43 ab	0,37 a	2,24
	IHOxB73	4,50 a	18,8 aa	-	8,43 ab	0,42 a	1,67
	IHOxMo17	3,72 a	13,6 ab	-	6,65 ab	0,38 a	1,88
	IHPxB73	5,20 a	20,2 a	-	9,62 a	0,41 a	1,96
	IHPxMo17	4,47 a	17,3 ab	-	8,73 ab	0,39 a	1,81
	Ortalama	3,76 D	13,9 D	-	6,55 C	0,39 D	1,90 A
ESG60	B73	12,1 bc	56,0 c	-	29,0 b	0,49 c	1,32
	Mo17	11,6 c	54,5 c	-	28,8 b	0,50 c	1,11
	IHO	14,9 a-c	73,3 bc	-	39,8 ab	0,58 a-c	1,19
	IHP	15,0 a-c	69,4 bc	-	37,3 ab	0,53 bc	1,40
	IHOxB73	22,7 a	122,6 a	-	62,5 a	0,83 a	0,89
	IHOxMo17	21,9 a	115,0 ab	-	61,8 a	0,79 ab	0,90
	IHPxB73	20,2 a	110,0 ab	-	59,1 a	0,73 a-c	1,07
	IHPxMo17	19,1 a-c	96,0 a-c	-	52,2 ab	0,66 a-c	1,13
	Ortalama	17,17 C	87,1 C	-	46,3 B	0,64 C	1,13 B
ESG82	B73	36,2 a-c	208,2 a-d	-	95,5 bc	0,95 a-c	0,41
	Mo17	25,9 c	153,9 d	-	69,8 c	0,83 c	0,35
	IHO	32,4 bc	177,7 cd	-	82,2 c	0,87 a-c	0,44
	IHP	36,6 a-c	185,8 b-d	-	90,0 bc	0,85 bc	0,53
	IHOxB73	43,0 ab	280,7 a	-	124,9 ab	1,18 a	0,36
	IHOxMo17	42,3 a-c	249,4 a-c	-	123,2 ab	1,09 a-c	0,37
	IHPxB73	49,4 a	292,0 a	-	137,9 a	1,18 ab	0,40
	IHPxMo17	46,9 ab	270,5 a	-	133,4 a	1,13 a-c	0,39
	Ortalama	39,1 B	227,3 B	-	107,1 A	1,01 B	0,40 C
ESG100	B73	39,7 bc	270,0 b	2,40 c	94,4 bc	0,96 b	0,30
	Mo17	31,2 c	199,0 b	6,18 c	67,6 c	0,87 b	0,23
	IHO	40,9 bc	235,4 b	27,7 ab	76,7 c	0,92 b	0,28
	IHP	46,9 bc	218,4 b	6,88 c	84,7 bc	0,79 b	0,38
	IHOxB73	58,9 ab	447,7 a	43,1 a	118,5 ab	1,41 a	0,21
	IHOxMo17	56,4 ab	401,7 a	34,2 ab	119,4 ab	1,31 a	0,20
	IHPxB73	72,9 a	449,5 a	27,6 b	147,3 a	1,36 a	0,24
	IHPxMo17	71,0 a	433,3 a	27,8 b	143,5 a	1,35 a	0,22
	Ortalama	52,0 A	331,9 A	21,8 B	106,5 A	1,12 A	0,26 D
ESG122	B73	40,1 bc	293,0 b	12,5 c	95,9 a-c	0,96 b	0,21
	Mo17	30,7 c	219,2 b	9,20 c	67,6 c	0,87 bc	0,18
	IHO	39,2 bc	238,2 b	38,1 b	79,3 bc	0,85 bc	0,23
	IHP	32,9 c	161,0 b	10,3 c	66,8 c	0,63 c	0,39
	IHOxB73	61,1 ab	476,3 a	65,5 a	107,9 ab	1,40 a	0,14
	IHOxMo17	58,5 ab	485,9 a	62,7 a	110,0 ab	1,37 a	0,13
	IHPxB73	77,9 a	507,8 a	47,3 ab	131,6 a	1,35 a	0,15
	IHPxMo17	69,2 a	461,1 a	35,3 b	132,5 a	1,28 a	0,16
	Ortalama	51,2 A	355,2 A	35,1 A	98,9 A	1,09 AB	0,20 D

Not: Aynı ESG’de aynı sütunda farklı harflerle gösterilen, farklı ESG ortalamaları arasında büyük harfle gösterilenler ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

4.17. Özellikler Arasındaki İlişkiler

4.17.1. Korelasyon analizleri

İncelenen özelliklerden hedef özelliklerin (organ bazında protein, karbonhidrat ve yağ oranı ile bitki kuru ağırlığı) birbirleri ile olan ilişkilerini göstermek amacıyla yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, yaprak protein oranının tane yağ oranı dışındaki değişkenlerle önemli korelasyonlara sahip olduğu görülmüştür. Yaprak protein oranı ile yaprak karbonhidrat ($r=-0,15$) ve tane karbonhidrat oranı ($r=-0,47$) arasında negatif yönlü ilişkiler belirlenmiştir. Yaprak karbonhidrat içeriği ise tane protein oranı ($r=-0,30$) ve tek bitki ağırlığı ($r=-0,37$) ile negatif yönlü korelasyona sahipken, diğer biyolojik bileşenlerle arasında pozitif korelasyonlar hesaplanmıştır. Sap protein oranı ile tane protein oranı arasında pozitif yönlü ($r=0,40$) bir ilişki tespit edilmiştir. Sap protein oranının sap, tane karbonhidrat oranları ve bitki kuru ağırlığı ile negatif yönlü önemli ilişkiler içerisinde olduğu tespit edilmiştir. Sap karbonhidrat oranı bitki kuru ağırlığı ($r=0,14$) ve tane protein içeriği ile pozitif ($r=0,20$), tane yağ oranı ($r=-0,25$) ve tane karbonhidrat oranı ($r=-0,22$) ile negatif yönlü önemli korelasyona sahip olmuştur. Tane protein oranı ise tane karbonhidrat oranı ile yüksek derecede ($r=-0,95$), bitki kuru ağırlığı ile düşük düzeyde ($r=-0,25$) negatif ilişkiye sahip olmuştur. Bu çalışmada yağ oranı ile organ bazında diğer biyolojik bileşenler arasında önemli bir ilişki kurulamamıştır. Tane karbonhidrat oranı ile bitki kuru ağırlığı arasında ise pozitif yönde önemli bir ilişki ($r=0,37$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 23).

Yaprak protein oranının negatif yönde önemli korelasyon gösterdiği bitkisel özellikler toplam yaprak alanı, yaprak kuru alanı, yaprak alan indeksi, bitki boyu, yaprak, sap, tane ve koçan kuru ağırlıklarıdır. Bu özellik ile pozitif yönlü korelasyon gösteren değişkenler ise pigment içerikleri, yeşillik oranları ile ilgili değişkenler ve kaynak-depo oranı olmuştur (Çizelge 23). Yaprak protein oranı ile hesaplanan büyüme parametrelerinden nispi büyüme oranı ($r=0,44$), özgül yaprak alanı ($r=0,15$), net asimilasyon oranı ($r=0,26$) ve radyasyon kullanım etkinliği ($r=0,28$) arasında pozitif yönlü önemli ilişkiler tespit edilmiştir.

Yaprak karbonhidrat oranının, biyolojik bileşenler dışında kalan özelliklerden tane kuru ağırlığı ($r=0,20$) ve yaprak kuru alanı ($r=0,13$) dışında, incelenen özellikler ile arasında önemli bulunan korelasyonların tamamının negatif yönlü olması dikkat çekmiştir (Çizelge 23).

Çizelge 23. İncelenen özellikler arasında hesaplanan korelasyon katsayıları

	YPO	YKO	SPO	SKO	TPO	TYO	TKO	BA
YPO	1							
YKO	-0,15*	1						
SPO	0,53**	0,18**	1					
SKO	0,17**	0,14*	-0,19**	1				
TPO	0,33**	-0,30**	0,40**	0,20*	1			
TYO	0,07	0,06	-0,08	-0,25*	0,00	1		
TKO	-0,47**	0,30**	-0,42**	-0,22**	-0,95**	-0,17	1	
BA	-0,37**	-0,10	-0,70**	0,14*	-0,25**	0,02	0,37**	1
KYAS	-0,82**	0,27**	-0,14	-0,34**	-0,19*	0,17	0,36**	0,31**
CHACM	0,66**	-0,33**	0,00	0,24**	0,26**	0,07	-0,37**	-0,01
CHAGR	0,54**	-0,38**	-0,10	0,24**	0,27**	0,06	-0,37**	0,02
CHBCM	0,53**	-0,36**	-0,10	0,24**	0,29**	0,04	-0,38**	0,08
CHBGR	0,40**	-0,40**	-0,19**	0,22**	0,30**	0,02	-0,37**	0,11
CHTCM	0,65**	-0,34**	-0,02	0,24**	0,27**	0,07	-0,38**	0,01
CHTGR	0,52**	-0,39**	-0,12	0,24**	0,27**	0,05	-0,37**	0,04
FOTO	0,51**	-0,33**	0,21**	-0,22*	0,13	0,13	-0,25*	-0,38**
LAR	0,14	-0,30**	0,43**	-0,09	0,25**	0,25*	-0,32**	-0,65**
LWF	0,12	-0,25**	0,49**	-0,02	0,34**	0,13	-0,45**	-0,76**
ULR	0,26**	0,05	-0,37**	0,14*	-0,18*	-0,10	0,18*	0,62**
SLA	0,15*	-0,29**	0,11	-0,15*	0,01	0,24*	-0,06	-0,30**
RGR	0,44**	-0,34**	0,28**	0,05	0,12	-0,10	-0,26**	-0,53**
RUE	0,28**	-0,14*	-0,45**	0,13	0,02	0,03	0,00	0,76**
IPAR	-0,52**	-0,09	-0,79**	0,15*	-0,26**	0,13	0,39**	0,90**
KDO1	0,38**	0,10	0,80**	-0,27**	0,32**	0,18	-0,47**	-0,78**
KDO2	0,36**	0,08	0,79**	-0,28**	0,49**	-0,03	-0,61**	-0,79**
BB	-0,36**	-0,16*	-0,85**	0,23**	-0,39**	-0,19	0,42**	0,88**
YYA	0,11	-0,40**	-0,46**	0,33**	0,16	0,00	-0,23**	0,36**
SYA	-0,09	-0,28**	-0,69**	0,35**	0,01	-0,15	-0,03	0,76**
KYA	0,11	-0,41**	-0,46**	-0,08	-0,06	0,02	0,11	0,80**
TYA	-0,59**	0,15	-0,20*	-0,19*	-0,36**	-0,03	0,52**	0,49**
YKA	-0,24**	-0,29**	-0,73**	0,26**	0,09	0,03	-0,07	0,80**
SKA	-0,20**	-0,11	-0,68**	0,34**	-0,02	-0,15	0,07	0,90**
KKA	-0,47**	-0,11	-0,46**	-0,32**	-0,34**	0,08	0,48**	0,90**
TKA	-0,74**	0,20*	-0,22**	-0,33**	-0,35**	0,11	0,51**	0,43**
YNO	0,69**	-0,15*	0,47**	0,20**	0,13	0,06	-0,27**	-0,54**
SNO	0,44**	-0,15	0,62**	-0,18**	0,09	-0,05	-0,24**	-0,79**
KNO	0,77**	-0,22**	0,26**	0,39**	0,35**	-0,15	-0,50**	-0,49**
TNO	0,81**	-0,25**	0,16	0,33**	0,24**	-0,24*	-0,40**	-0,33**
YALAN	-0,20**	-0,39**	-0,73**	0,24**	0,09	0,03	-0,10	0,70**
YYALAN	0,26**	-0,45**	-0,41**	0,35**	0,18*	0,03	-0,28**	0,28**
YKALAN	-0,74**	0,13*	-0,45**	-0,23**	-0,21*	-0,01	0,35**	0,61**
YAI	-0,20	-0,39**	-0,73**	0,24**	0,09	0,03	-0,10	0,70**
YİNDEKS	0,71**	-0,24**	0,37**	0,19**	0,17*	0,03	-0,30**	-0,47**
YYAI	0,26**	-0,45**	-0,41**	0,35**	0,18*	0,03	-0,28**	0,29**

*, **, İstatistiki olarak 0,05, ve 0,01 düzeyinde önemlidir.

Sap protein içeriği ile yaprak yeşillik indeksi hariç ($r=0,37$) yaprak alanı ile ilgili bütün özellikler arasında negatif yönlü önemli korelasyonların olduğu görülmüştür. Kaynak-depo oranları ile bu özellik arasında pozitif yönlü ve yüksek bir korelasyon

(KDO1 için $r=0,80$; KDO2 için $r=0,78$) değeri hesaplanmıştır. Sap protein oranı ile klorofil b oranı arasında negatif yönlü önemli bir korelasyon olduğu tespit edilmiş, fotosentez hızı ile sap protein içeriği arasında pozitif yönlü bir korelasyon hesaplanmıştır. Sap protein oranı ile bitki boyu, organ bazında yaş ve kuru ağırlıklar arasında hesaplanan korelasyon katsayılarının tamamı negatif yönlü ve önemli bulunmuştur (Çizelge 23). Bu özellik ile hesaplanan fizyolojik parametreler arasındaki korelasyon katsayıları ise ULR ($r=-0,37$) ve RUE ($r=-0,45$) için negatif, LAR ($r=0,43$), LWF ($r=0,49$) ve RGR ($r=0,28$) için pozitif yönlü olmuştur.

Sap karbonhidrat içeriğinin incelenen fizyolojik özelliklerden kaynak-depo oranı, net fotosentez hızı ve kuru yaprak alanı dışında bütün parametreler ile pozitif yönlü korelasyona sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 24). Bu özelliğin; sap ve yaprak ağırlıkları ile arasında pozitif yönlü, koçan ve tane ağırlıkları ile ise negatif yönlü korelasyonlara sahip olduğu belirlenmiştir. Bitki büyüme parametrelerinden SLA ($r=-0,15$) ve ULR ($r=0,14$) ile sap karbonhidrat oranı arasında da önemli korelasyonlar hesaplanmıştır.

Tane protein oranı bütün pigment içerikleri ve yeşil yaprak alanı ile ilgili bütün özelliklerle pozitif yönlü korelasyona sahip iken, yaprak kuru alanı ile negatif yönlü bir ilişki ($r=-0,21$) göstermiştir. Tane protein içeriği ile LAR ($r=0,25$) ve LWF ($r=0,34$) pozitif yönlü, ULR ise negatif yönlü ($r=-0,18$) korelasyona sahip olmuştur. Tane protein oranı ile bitki boyu, koçan kuru ağırlığı, tane kuru ağırlığı ve tane ağırlığı arasında negatif yönlü korelasyonlar hesaplanmış, bu özellik ile tane ve koçan nem oranı arasında pozitif yönlü korelasyon bulunmuştur (Çizelge 23).

Tane yağ oranı ile sap karbonhidrat içeriği ve tane nem oranı arasında negatif yönlü ($r=-0,24$), LAR ($r=0,25$) ve SLA ($r=0,24$) arasında ise pozitif yönlü korelasyon hesaplanmıştır. Yağ oranının diğer özellikler ile arasında önemli bir ilişki tespit edilememiştir.

Tane karbonhidrat oranı ile fizyolojik parametrelerden yaprak kuru alanı, LAR, LWF, RGR arasında negatif, ULR arasında ise pozitif yönlü korelasyonlar hesaplanmıştır. Bu özellik ile bitki boyu, tane yaş-kuru ağırlığı ve koçan ağırlığı arasında hesaplanan korelasyon katsayıları pozitif yönde olmuştur. Tane karbonhidrat oranı ve yaprak yaş ağırlığı, yaprak, sap, koçan ve tane nem oranları arasında ise negatif korelasyon katsayıları hesaplanmıştır (Çizelge 23).

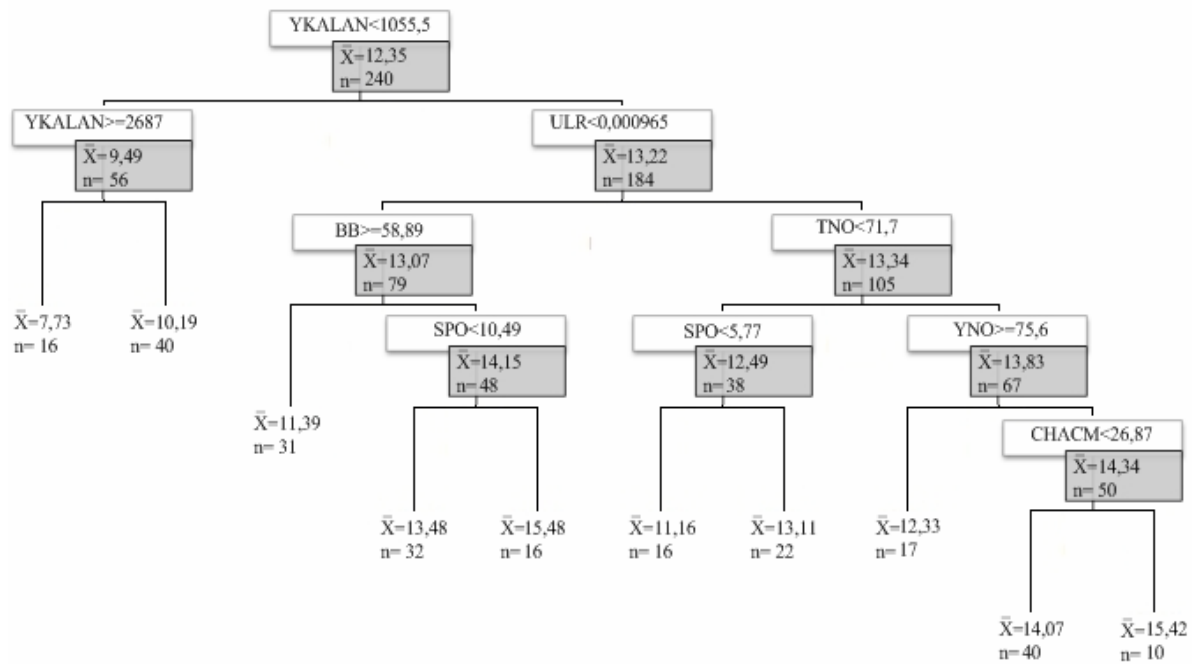
Bitki kuru ağırlığı ile diğer hedef özellikler arasındaki ilişkilere yukarıda değinilmiştir. Bu özellik ile incelenen diğer özellikler arasındaki korelasyonlardan bitki

boyu, yaş ve kuru ağırlıklar ile pozitif yönlü, organ bazında nem oranları ile ilgili değerler negatif yönde bulunmuştur. Yeşillik indeksi ile bu özellik arasında hesaplanan negatif korelasyon dışında ($r=-0,47$) yaprak alanı ile ilgili özellikler için hesaplanan korelasyonlar pozitif yönde bulunmuştur. Bitki büyüme parametrelerinden ULR bitki kuru ağırlığı ile pozitif ($r=0,62$) diğer büyüme parametreleri ise negatif korelasyona sahip olmuştur. Net fotosentez hızı ile bitki kuru ağırlığı arasında negatif korelasyon ($r=-0,38$) dikkat çekmiştir.

4.17.2. Sınıflama ve regresyon ağaçları

Bu çalışmada üzerinde durulan özelliklerden, protein oranı için 3 (yaprak, sap, tane), karbonhidrat oranı için 3 (yaprak, sap, tane), yağ oranı için 1 (tane), bitki kuru ağırlığı için 1 adet regresyon ağacı modeli oluşturulmuştur.

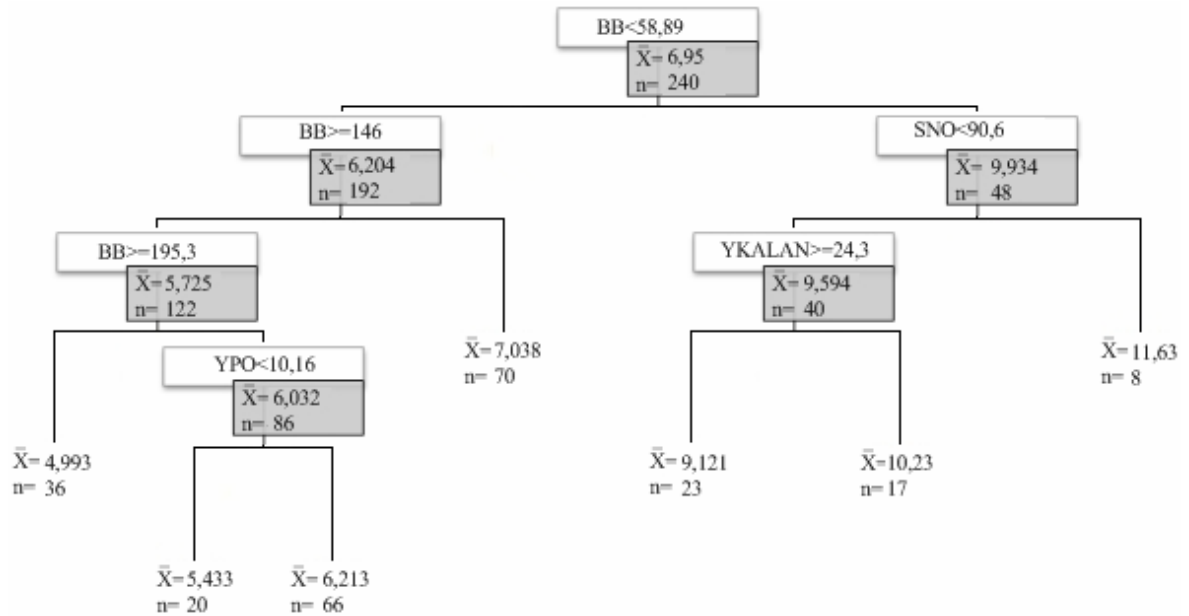
Yaprak protein içeriği için oluşturulan regresyon ağacındaki sınıflamaya, yaprak kuru alanı (YKALAN), sap protein oranı (SPRO), bitki boyu (BB), tane (TNO) ve yaprak nem oranı (YNO) ve klorofil a içeriği (CHACM) önemli ölçüde etki ettiği anlaşılmaktadır. Bu modelde yaprak protein oranı yüksek ve düşük olan örnekler 9 düğümde sınıflandırılmıştır. Yaprak protein ortalaması diğer örneklerle göre daha yüksek (% 14,07 ve % 15,42) olan düğümde toplam 50 adet örnek yer almıştır. Bu örneklerin yaprak kuru alanı $1055,5 \text{ cm}^2$ 'den, net asimilasyon oranı $0,000965 \text{ g/cm}^2/\text{gün}$ 'den, tane nem oranı % 71,7'den, klorofil a içeriği $26,87 \mu\text{g/cm}^2$ 'den düşük, yaprak nem oranı ise % 75,6'ya eşit veya yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 35).



Şekil 35. Yaprak protein içeriğine ait regresyon ağacı.

Bu bulgular yaprak protein içeriği yüksek olan örneklerin, yaprak kuru alanının düşük dolayısıyla yeşil kalma süresi uzun olan örnekler olduğunu işaret etmektedir. Bu örneklerde sınıflamaya etkili olan özelliklere ait sınır değerler yukarıda belirtilmiştir. Bu materyal üzerinde yürütülecek ıslah ve seleksiyon çalışmalarında yaprak protein oranının artırılması amacıyla sınıflamaya etkili olan özelliklerin ve sınır değerlerin dikkate alınması faydalı olabilir.

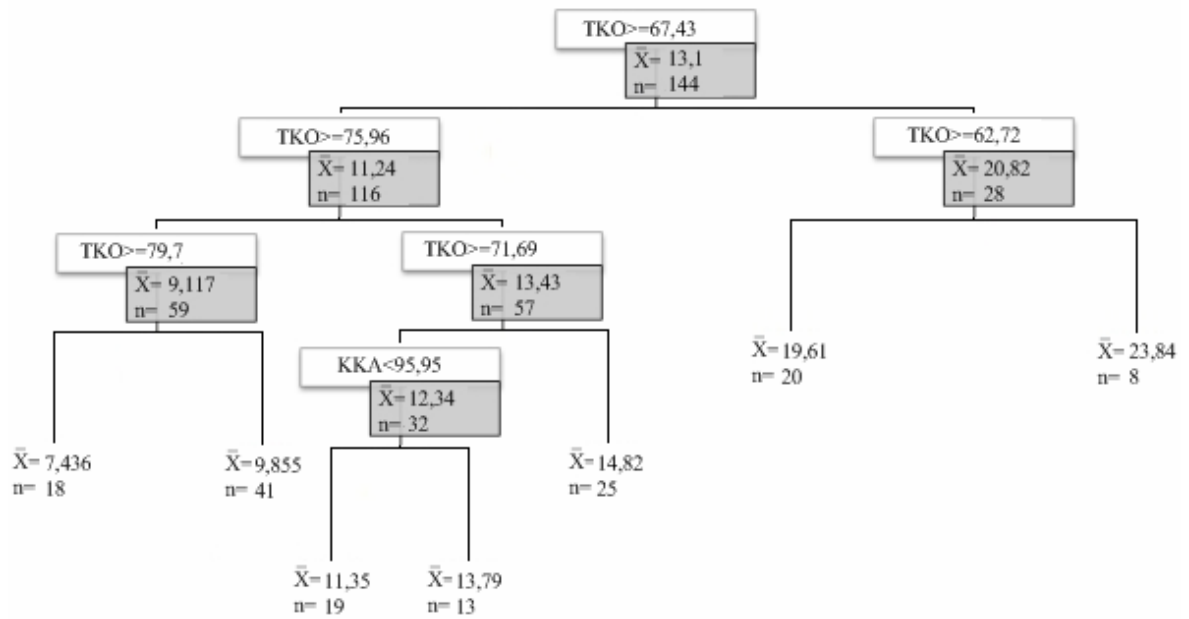
Sap protein oranına ait oluşturulan regresyon grafiğinde, sınıflamaya etkili olan değişkenler 6 düğüme ayrılmıştır. Sap protein oranı yüksek olan (% 11,63) örneklerin bitki boyunun (BB) 58,89 cm'den, sap nem oranının (SNO) % 90,6'dan düşük olduğu dikkat çekmiştir. Diğer önemli bir sınıflama faktörü ise yaprak kuru alanı olmuştur. Sap nem oranı yukarıda belirtilen değerden yüksek olması durumunda yaprak kuru alanı 24,3 cm²'ye eşit veya yüksek olan örneklerinde protein oranları (% 9,594) diğer düğümlere göre yüksek bulunmuştur (Şekil 36). Bu model sonuçlarının ıslah çalışmalarında kullanılma potansiyeli düşük olsa da, uygulamada sap protein oranının en yüksek olduğu evrenin bitki boyunun 58,89 cm'den düşük olduğu zamana rastladığını göstermektedir. Bu evredeki sap protein içeriği ile sonraki dönemlerde tespit edilen içerikler arasındaki ilişkiler belirlenerek ıslah çalışmalarındaki seçim işlemlerinin de erken yapılması mümkün olabilir.



Şekil 36. Sap protein içeriğine ait regresyon ağacı.

Tane protein içeriği tane kalitesini etkileyen en önemli unsurlardan birisidir. Bu özellik üzerine etkili olan en önemli değişkenin tane karbonhidrat oranı (TKO) olduğu

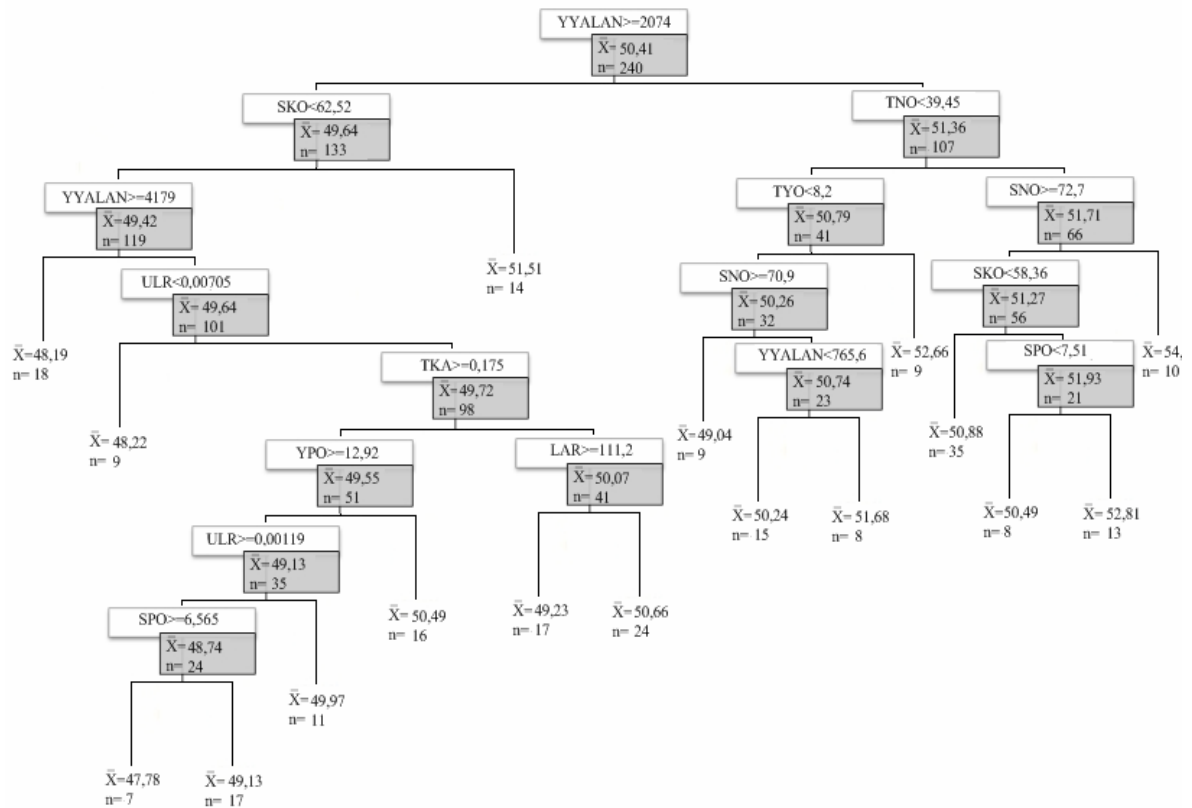
görülmüştür. Oluşturulan regresyon ağacının düğümlerinin çoğunlukla tane karbonhidrat oranına göre ayrılmıştır. Tane protein içeriği diğer düğümlere göre yüksek olan (% 20,82) örneklerin tane karbonhidrat içeriğinin % 62,72'den yüksek ancak % 75,96'dan düşük olduğu görülmüştür (Şekil 37). Bu durum ıslah çalışmalarında tane protein oranının artırılması amacıyla karbonhidrat oranının düşürülmesinin olumlu sonuçlar verebileceğine işaret etmektedir. Regresyon ağacının oluşumunda protein oranı ve karbonhidrat oranı arasındaki negatif yönlü ilişki etkili olmuştur (Çizelge 23). Özellikle genotip setinde yer alan yüksek proteinli hat ve kombinasyonların karbonhidrat içeriklerinin düşük olması bu durumu ortaya çıkarmıştır.



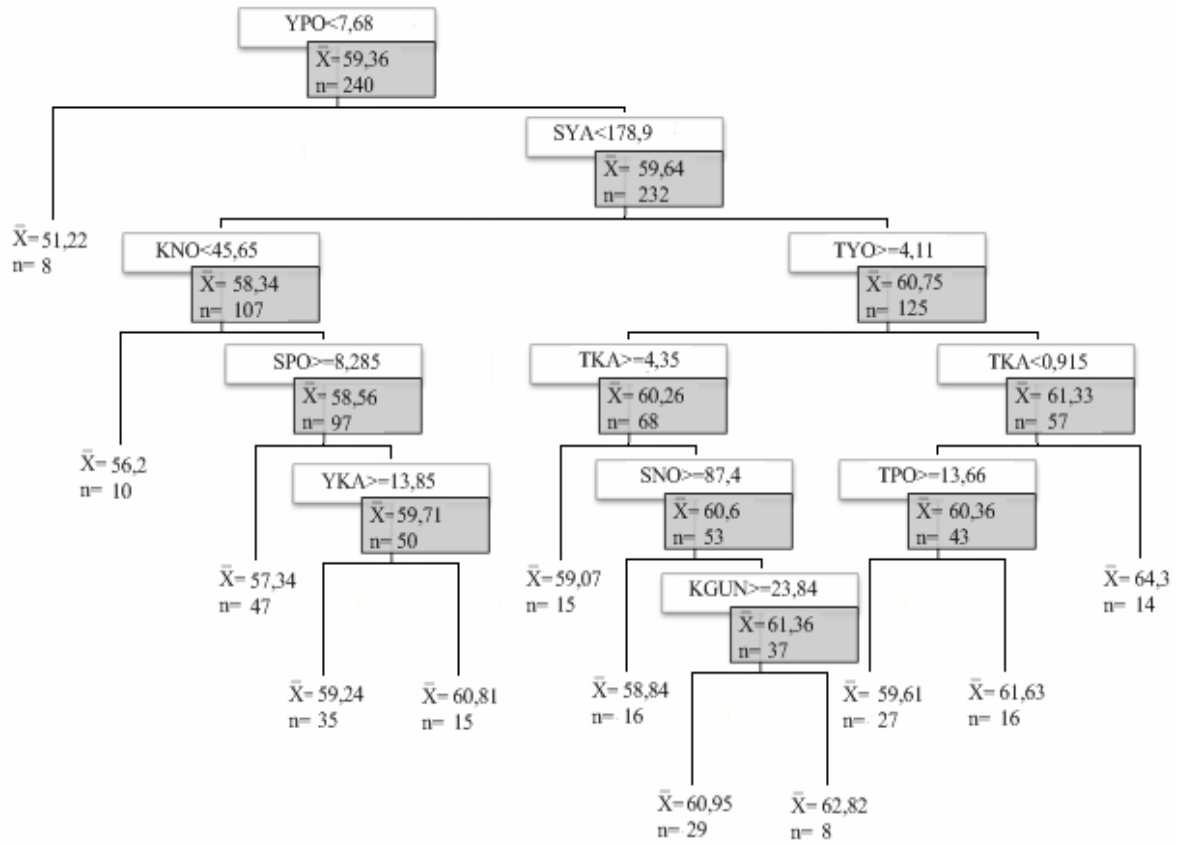
Şekil 37. Tane protein içeriğine ait regresyon ağacı.

Yaprak karbonhidrat oranı oluşturulan regresyon modelleri içerisinde en karmaşık olan model olmuş ve toplam 17 düğüm altında örnekler sınıflandırılmıştır. Bu özellikteki değişimin az olması da sınıflamayı güçleştirmiştir. Yaprak karbonhidrat içeriği yüksek olan örneklerin (% 54,0) yaprak yeşil alanının 2074 cm²'ye eşit veya yüksek, tane nem oranının % 39,45'den düşük, sap nem oranının ise % 72,7'ye eşit veya yüksek olduğu görülmüştür. Yaprak protein oranı diğer düğümlere göre yüksek olan diğer bir grupta ise yaprak yeşil alanının 2074 cm²'ye eşit veya yüksek, tane nem oranının % 39,45'den yüksek, tane yağ oranı (TYO) % 8,2'nin altında olan örnekler yer almıştır (Şekil 38). Yaprak karbonhidrat içeriğine ait regresyon modelinde etkili olan değişken sayısının fazla olması bu modelin çıktılarının uygulamaya akatarılmasını sınırlandıran en önemli faktördür. Yeşil yaprak alanının artırılması, tane nem oranının düşürülmesi, sap nem

Şekil 38. Yaprak karbonhidrat içeriğine ait regresyon ağacı.

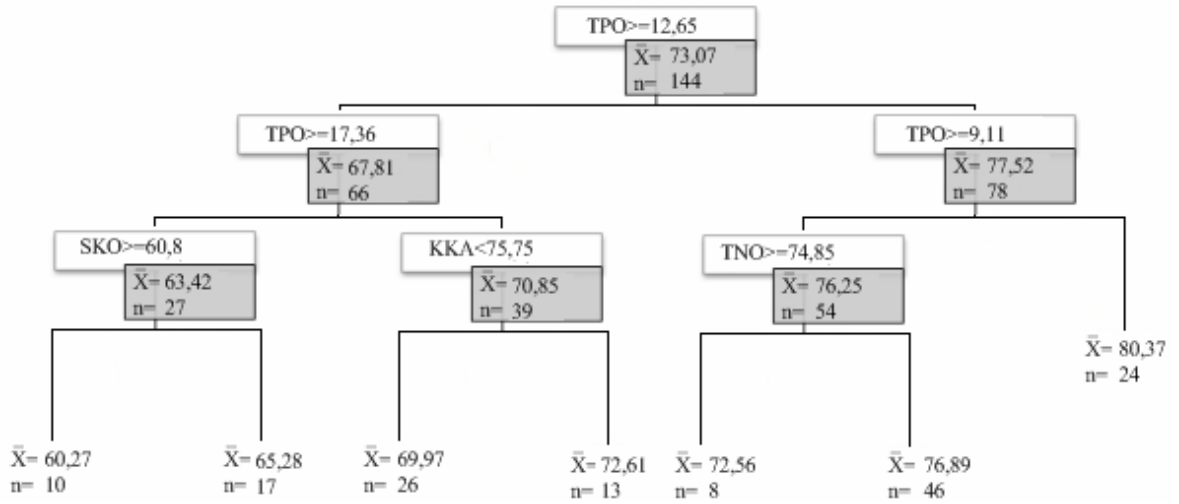


103



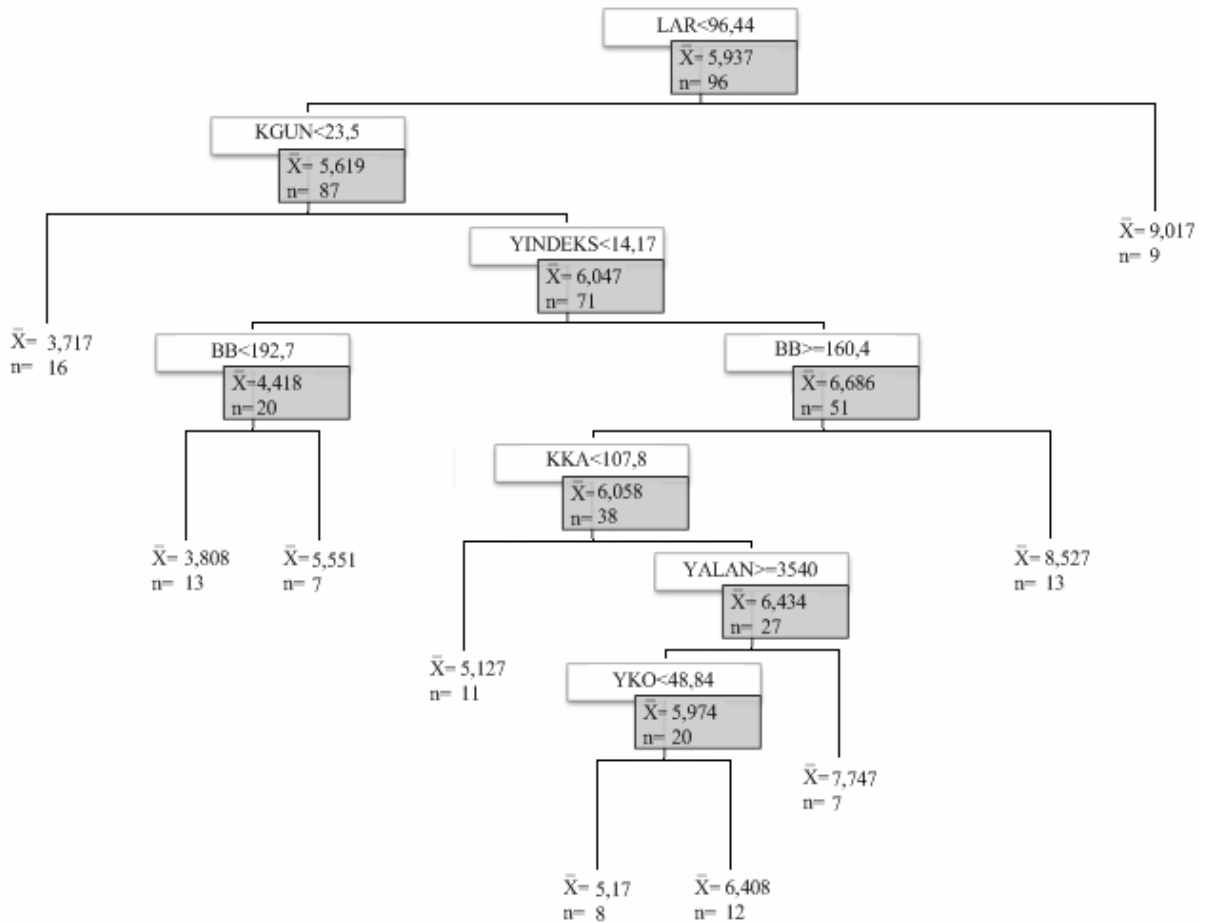
Şekil 39. Sap karbonhidrat içeriğine ait regresyon ağacı.

Tane karbonhidrat oranı için oluşturulan regresyon ağacında 6 adet düğümde örnekler gruplanmıştır. Bu modelde tane protein oranı (TPO) en önemli sınıflama faktörü olmak üzere, sap karbonhidrat oranı (SKO), tane nem oranı (TNO) ve koçan kuru ağırlığı (KKA) sınıflamada etkili olan başlıca değişkenler olmuştur (Şekil 40). Yukarıda tane protein oranı için sınıflandırmada tane karbonhidrat içeriğinin etkili olmasına neden olan protein ve karbonhidrat oranı arasındaki yüksek korelasyon değeri bu modelin sınıflama durumunun da belirleyicisi olmuştur. Bu modelde tane karbonhidrat oranı diğer düğümlere göre bir hayli yüksek olan 24 adet örneğin tane protein oranının % 9,11 ile % 12,65 arasında olan örnekler olduğu ve sınıflamanın bu değişime göre yapıldığı görülmektedir (Şekil 40). Protein oranının % 17,36'nın üzerine çıkması durumunda karbonhidrat oranının yukarıda belirtilen düğümlerde yer alan örneklerle göre bir hayli düştüğü görülmüştür. Bu çalışmada kullanılan materyal ile tane karbonhidrat oranının artırılması amacıyla yürütülecek çalışmalarda belirtilen bu sınır değerlerinin dikkate alınarak seçim yapılmasının olumlu sonuçlar verebileceği belirlenmiştir.



Şekil 40. Tane karbonhidrat içeriğine ait regresyon ağacı.

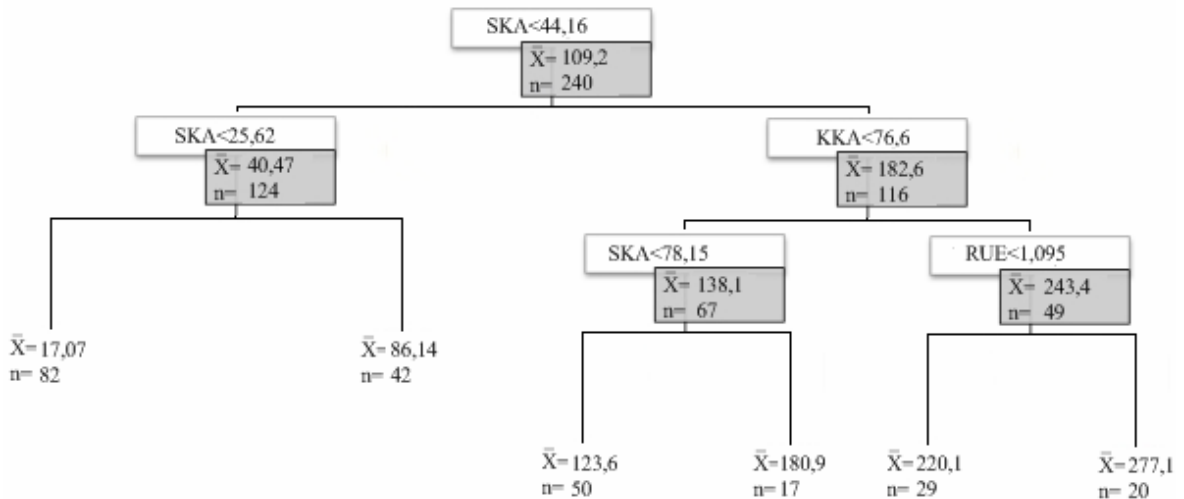
Tane yağ oranı regresyon ağacında, oransal yaprak alanı (LAR), koçan yaşı (KGUN), yeşillik indeksi (YİNDEKS), bitki boyu (BB), koçan kuru ağırlığı (KKA), yaprak alanı (YALAN) ve yaprak karbonhidrat oranlarına (YKO) göre sınıflandırılmıştır.



Şekil 41. Tane yağ içeriğine ait regresyon ağacı.

Tane yağ oranı için oluşturulan regresyon ağacında sekiz farklı düğümde sınıflama yapılmıştır. Bu düğümlerden tane yağ oranı oralaması % 8 ve üzerinde olan iki farklı düğüm dikkat çekmiştir. Söz konusu düğümlerden en yüksek yağ oranına sahip (% 9,017) olan grupta 9 adet örnek yer almış ve bu örneklerin oransal yaprak alanları $96,44 \text{ cm}^2/\text{g}$ 'ın altında olduğu görülmüştür. Oransal yaprak alanı bu değerin üstünde olan örneklerden koçan yağı 23,5'in, yeşillik indeksi % 14,17'nin altında, bitki boyu ise 160,4 cm'ye eşit veya yüksek olan örneklerin yağ içeriğinin nispeten yüksek (% 8,527) olduğu görülmüştür (Şekil 41). Yağ oranının artırılması amacıyla yürütülecek çalışmalarda bu materyalin sınıflandırılmasında etkili olan oransal yaprak alanı, yeşillik indeksi ve bitki boyunun dikkate alınması gerektiği anlaşılmıştır.

Son olarak tek bitki kuru ağırlıklarına göre örneklerin sınıflandırılması amacıyla regresyon ağacı modelinde 5 farklı düğümde örneklerin ayrıldığı görülmüştür. Bu modelde en yüksek bitki ağırlığının (277,1 g), sap kuru ağırlığı (SKA) 44,16 g'dan düşük, koçan kuru ağırlığı (KKA) 76,6 g'dan düşük ve radyasyon kullanım etkiliği (RUE) 1,095 g/MJ'den düşük olan 20 adet örneğe ait olduğu görülmüştür (Şekil 42). Oluşturulan bu modelde sap ve koçan kuru ağırlıklarının sınır değerleri tespit edilmiştir. Bu düğümde bahsedilen özelliklere ait değerler tek bitki kuru madde üretimi bakımından hibritler ile saf hatların sınıflanmasındaki sınır değerlerini göstermiştir. Sınıflandırmanın söz konusu özelliklerdeki sınır değerlerinden düşük olması bu özelliklerin düşürülmesi gerektiğinin göstergesi değildir.



Şekil 42. Tek bitki kuru ağırlığına ait regresyon ağacı.

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amaçları doğrultusunda elde edilen bulgulara göre araştırma sonuçları aşağıda özetlenmiştir. Ayrıca çalışmanın yürütülmesi ve sonuçların değerlendirilmesi esnasında göze çarpan durumlar ile ilgili olarak ileride benzer konuda yürütülecek çalışmalara bazı önermeler yapılmıştır.

- 1) Çalışmanın ilk amacı olan özelliklerin vejetasyon süresince zamana göre değişimleri incelenmiş ve genotiplerin önemli farklara sahip olduğu saptanmıştır. Bitkisel özelliklerden bitki boyu, yaş ve kuru ağırlıklar, yaprak alanı ve yeşil yaprak alanı ile bunlar üzerinden hesaplanan indeks değerleri ESG82'e kadar artış göstermiş, ESG100'den itibaren ise düşmüştür. Klorofil içerikleri ile yaprak ve sap karbonhidrat oranlarının da benzer şekilde değişim gösterdiği belirlenmiştir. Organ bazında nem oranları, yeşillik indeksi, kaynak depo oranı, net asimilasyon oranı dışındaki büyüme parametreleri ESG40'dan sonra devamlı düşüş göstermiştir. Kalite özelliklerinden sap ve tane protein oranı ile tane yağ oranının da ilk tespit edildiği tarihlerden itibaren devamlı düştüğü görülmüştür. İlk ölçüldüğü tarihten itibaren devamlı artış gösteren özellikler ise; yaprak kuru alanı, tane ve koçan kuru ağırlıkları ile bunlarla ilişkili olarak hesaplanan enerji ve biyolojik bileşenlere karşılık gelen verim değerleri olmuştur. Bahsedilen bu özellikler dışında kalan diğer özelliklerdeki artış ve düşüşler belirgin bir eğilim ortaya koymamıştır.

İncelenen özellikler bakımından genotipler arasında önemli farklılıkların olduğu ve hem ana hem de baba hatların bu farklılıkların oluşmasında önemli etkilere sahip olduğu görülmüştür. Bitkisel özellikler içerisinde yeşil yaprak alanı ve yeşillik indeksinin yüksek yağlı hibritlerde daha yüksek, kuru madde üretimi ve birikiminin ise yüksek proteinli hat ile oluşturulan melezlerde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Araştırma bulgularına göre incelenen bitkisel özelliklerden hemen hepsinin hibritlerde ebeveyn hatlara göre önemli ölçüde yüksek olduğu görülmüştür. Ebeveyn hatların kuru madde dağılımına bağlı kaynak-depo oranı, oransal yaprak ağırlığı ve oransal sap ağırlığının yanı sıra, yaprak, sap, tane protein ve yağ oranı bakımından hibritlere üstünlük sağladığı görülmüştür. Oluşturulan hibritler içerisinde bitkisel özelliklerin yanı sıra, fizyolojik ölçümlerin çoğunda IHPxB73 kombinasyonu ön plana çıkmıştır.

- 2) Heterosis ve heterobeltios değerleri genotiplere göre önemli değişimler göstermiştir. Dönemsel ölçümler ve hesaplamalar neticesinde, vejetasyon süresince hibritlerin ebeveynlerine göre farklılaşmasına neden olan genlerin fonksiyonel olarak hangi dönemlerde aktif hale geldiği belirlenmiştir. Bitkisel özelliklerden bitki boyu, yeşil ve kuru ağırlıklar ile yaprak alanının bütün ölçümlerde pozitif yönlü heterosise sahip olduğu görülmüştür. Yaprak, sap, tane protein oranı ile koçan ve tane nem oranının, ayrıca LAR ve LWF ile generatif dönem ölçümlerine ait özelliklerin negatif yönde heterosis değerlerine sahip olmuştur. Yaprak ve sap karbonhidrat ile nem oranlarının ölçüm yapılan dönemlerde önemli bir heterosise sahip olmadığı anlaşılmıştır. Klorofil içerikleri için ise yalnızca ekimin ardından 82. günde yapılan örneklemelerde heterosis değerleri önemli bulunmuştur. Bu bulgular heterosisin ele alındığı çalışmalarda, bu çalışmada incelenen özellikler için hangi dönemlerde incelemelerin yapılabileceğini ortaya koymuştur. Yüksek yağlı ve yüksek proteinli hibritler arasında hesaplanan heterosis değerleri bakımından önemli farklar tespit edilmiştir.
- 3) Kalıtım dereceleri tespit edilmiş, incelenen özelliklerin değişiminde rol oynayan ve heterosise neden olan gen etkileri ortaya konulmuştur. Kalıtım derecelerinin vejetasyon süresince değişiminin belirlenmesiyle, özelliklerin değişiminde genetik ve çevresel etkenlerin payları da ele alınmıştır. Bu çalışmada genetik etki değerlendirmelerinde ele alınan özelliklerden 15'inin üstün dominans, 22'sinin üstün dominans-dominant, 2'sinin değişimine eklemeli gen etkilerinin baskın etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca eklemeli etkilerin diğer genetik etkilerle beraber 21 özelliğin değişiminde pay sahibi olduğu da belirlenmiştir. Bu bulgular doğrultusunda % 50'si saf hatlardan % 50'si hibrit kombinasyonlardan oluşan genotiplerin bulunduğu bu popülasyonda incelenen özelliklerin değişiminde dominans gen etkilerinin baskın rol almıştır. İncelenen veya hesaplanan özelliklerin çoğunun ana hattın özelliklerine göre şekilleniyor olması bu özelliklerin ana birey tarafından kontrol edildiğini, ancak farklı baba hatlarla oluşturulan hibritlerin farklı sonuçlar vermesinin baba etkisinin de incelenen özellikler üzerine önemli etkilerinin olduğunu göstermiştir.
- 4) Kaynak-depo ilişkisine göre genotipler kıyaslanmış ve ışık enerjisinin biyokimyasal enerjiye dönüşümü bakımından genotiplerin farklılıkları ortaya konulmuştur. Kaynak depo oranları beklendiği gibi ebeveyn hatlarda

hibritlerden daha yüksek bulunmuş, bu durum hibritlerin depo gücünün daha yüksek olduğunu göstermiştir. Kaynak depo oranları bakımından, yüksek proteinli hibritlerin yüksek yağlı hibritlerden rakamsal olarak yüksek değere sahip olması bu genotiplerin yaprak oluşturma potansiyelinin daha fazla olmasına bağlanmıştır. Radyasyon kullanım etkinliği bakımından da hibritler ve ebeveynler arasında önemli farklılıklar olduğu anlaşılmıştır. Özellikle IHP ile oluşturulan hibritlerin radyasyon kullanım etkinlikleri yüksek bulunmuş ve ekimin ardından ilk 82 günlük periyotta genotiplerin radyasyon kullanım etkinliğinin en yüksek değere sahip olduğu görülmüştür. Yüksek yağlı hibritlerin güneş ışığını diğer genotiplere göre çiçeklenme sonrasında daha uzun süre kuru maddeye dönüştürebilme potansiyellerinin olduğu belirlenmiştir. Kuru madde üretimi ve bu üretimin organ bazında biyolojik bileşenlere dönüşümüne yönelik yapılan analizler sonucunda, genotipler tarafından tutulan ışık enerjisinin yalnızca % 1-2'lik bir kısmının bitki bünyesindeki biyolojik bileşenlere karşılık depolandığı (koçan yaprağı ve sömek hariç) belirlenmiştir. Bu durum hibritler ve ebeveynler arasında önemli farklılıklara neden olmuş ve başlıca karbonhidrat depolanmasındaki değişimler tarafından kontrol edilmiştir. Normal şartlarda yüksek yağlı genotiplerde daha fazla enerji karşılığı beklense de, yüksek proteinli hibritlerin daha yüksek enerji değerine sahip olduğu anlaşılmıştır. Bu durum bitki kuru madde üretimi ve üretilen kuru maddenin diğer organlara taşınımının, yüksek proteinli hibritlerde daha fazla olmasından kaynaklanmıştır.

- 5) Hedef karakterler ile diğer özellikler arasındaki ilişkiler incelenmiş ve çalışmada kullanılan örnekler hedef karakterler bakımından regresyon ağacı yöntemi ile sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmada hedef özelliklere göre ayırma neden olan özellikler tespit edilmiş ve ıslah çalışmalarında dikkate alınabilecek bazı yaklaşımlar oluşturulmuştur. Tane yağ oranı yüksek olan örneklerin oransal yaprak alanlarının (LAR) yüksek olduğu, erkenci ve yeşil kalma süresi uzun olan örneklerin yağ oranının arttığı belirlenmiştir. Karbonhidrat oranının düşürülmesi ile tane protein oranının artırılabilceği anlaşılmış ve bu artış için sınır değerler tespit edilmiştir. Tane protein içeriği yüksek olan örneklerde ise tane karbonhidrat içeriğinin % 62'den yüksek ve % 75'ten düşük olduğu görülmüştür. Tane karbonhidrat için sınıflamada etkili olan tane protein oranı değerleri % 9,11 ile % 17,36 arasında bulunan örneklerin diğer örneklere göre

daha yüksek karbonhidrat içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Tek bitki kuru ağırlığına göre yapılan sınıflandırmada, örnekler sap kuru ve koçan kuru ağırlığı ile radyasyon kullanım etkinliklerine göre ayrılmıştır. Yüksek kuru ağırlığa sahip örneklerin bu özellikler bakımından sırasıyla 44,16 g, 76,6 g, 1,095 g/MJ'den düşük değerlere sahip olduğu belirlenmiştir.

- 6) Bu çalışmaya benzer konuları ele alacak ilerideki çalışmalarda dikkat edilmesi gereken bazı hususlar şu şekildedir: Bitkisel gözlemlerin vejetasyon süresince aynı bitki üzerinden yapılabildiği çalışmalar daha hassas sonuçlar verebilir. Bitki büyüme analizleri ve diğer kalite testlerinin yapılabilmesi için, mevcut yöntemler dâhilinde bitkilerin hasat edilmesi şarttır. Şayet bitki hasadı gerektirmeyen yöntemler oluşturulabilir veya kullanılabilir ise bu konuda daha hassas sonuçlar elde edilebilir. Diğer taraftan önemli bir sorun kontrollü tozlama işlemi nedeniyle bitkinin potansiyel tane oluşum kapasitesinin altında kalması ve bu nedenle tane verimlerinin açıkta tozlanan bir bitkiden daha düşük değerlere sahip olmasıdır. Tane kalite özelliklerinin polen kaynağına bağlı olarak değişim göstermesi, farklı genotiplerin bir arada yetiştirildiği denemelerde kontrollü tozlamayı zorunlu hale getirmektedir. Bu durum bitki gelişimini ve tane oluşumunu olumsuz yönde etkileyen önemli bir sorundur. Elle polinasyon yerine her genotipin açıkta fakat kontrollü tozlanmasını sağlayacak, tozlanma kafesleri gibi araçların bu tip çalışmalar için geliştirilmesi önemli katkılar sağlayabilir. İleride yapılacak çalışmaların sonuçlarının hassasiyeti açısından bu konularda yeni yaklaşımları bulunduran girişimlere ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Adebo F.A. ve Olaoye G., 2010. Growth Indices and Grain Yield Attributes in Six Maize Cultivars Representing Two Era of Maize Breeding in Nigeria, *Journal of Agricultural Science*, 2(3):218-228.
- Ahmadzadeh A., Lee E.A. ve Tollenaar M., 2004. Heterosis for Leaf CO₂ Exchange Rate during the Grain-Filling Period in Maize, *Crop Sci.* 44:2095–2100.
- Akita S., Maochizuki N., Yamda M. ve Tanaka I., 1986. Variations of Heterosis in Leaf Photosynthetic Activity of Maize (*Zea mays* L.) with Growth Stages, *Japan Jour. Crop Sci.*, 55(4):404-407.
- D’Andrea K.E., Otegui M.E., Cirilo A.G. ve Eyherabide G.H., 2009. Ecophysiological traits in maize hybrids and their parental inbred lines: Phenotyping of responses to contrasting nitrogen supply levels, *Field Crops Research* 114:147–158.
- Bakr E.M., 2005. A new software for measuring leaf area, and area damaged by *Tetranychus urticae* Koch, *Journal of Applied Entomology* 129 (3), 173-175.
- Berke T.G. ve Rocheford T.R., 1995. Quantitative trait loci for flowering, plant and ear height, and kernel traits in maize. *Crop Science*, 35:1542-1549.
- Borras L. ve Westgate M.E., 2006. Predicting maize kernel sink capacity early in development, *Field Crops Research*, 95:223–233.
- Borras L., Zinselmeier C., Lynn M., Westgate M.E. ve Muszynski M.G., 2009. Characterization of grain-filling patterns in diverse maize germplasm, *Crop Sci.*, 49:999-1009.
- Breiman L., Friedman J.H., Olshen R.A. ve Stone C.J., 1984. *Classification and Regression Trees*. Wadsworth International Group, Belmont, CA, USA.

- Carlen C., Kölliker R. ve Nösberger J., 1999. Dry matter allocation and nitrogen productivity explain growth responses to photoperiod and temperature in forage grasses, *Oecologia*, 121:441-446.
- Chen G., Zhu Z., Zhang F. ve Zhu J., 2012. Quantitative genetic analysis station for the genetic analysis of complex traits, *Chinese Science Bulletin*, 57(21):2721-2726.
- Crow J.F., 1998. 90 Years Ago: The Beginning of Hybrid Maize, *Genetics*, 148:923-928.
- Chapman S.C. ve Edmeades G.O., 1996. Differences in Radiation Use Efficiency among lines in a Tropical Maize Population, Agronomy - Science with its sleeves rolled up, Edited by DL Michalk and JE Pratley, *Proceedings of the 8th Australian Agronomy Conference*, p:136-139, 30 January - 2 February 1996, The University of Southern Queensland, Toowoomba, Queensland.
- Doehlert D.C. ve Lambert R.J., 1991. Metabolic Characteristics Associated with Starch, Protein, and Oil Deposition, *Crop Science*, 31:151-157.
- Doehlert D.C., 1993. Sink strength: Dynamic with source strength, *Plant Cell and Environment*, 16:1027-1028.
- Dudley J.W., 1977. Seventy-six generations of selection for oil and protein percentage in maize. In: *International Conference on Quantitative Genetics*, Ames, 1976. Proceedings. Ames: Iowa State University Press, 459-473.
- Dudley J.W., 2001. Long term selection for oil and protein in maize, *Encyclopedia of Genetics*, ISBN: 1-884964-34-6, s: 655-657.
- Eichenberger S.J., 2011. Did Recurrent Selection for Yield Affect Iowa Stiff Stalk Synthetic Maize Population Grain Fill Characteristics?, Theses and Dissertations. Paper 12216.

- Fakorede M.A.B. ve Mock J.J., 1980. Growth Analysis of Maize Variety Hybrids Obtained from Two Recurrent Selection Programmes for Grain Yield, *New Physiologist*, 85(3):393-408.
- Fleming A.A. ve Palmer J.H., 1975. Variation in Chlorophyll Content of Maize Lines and Hybrids, *Crop Science*, 15:617,620.
- Foster T.M. ve Timmermans C.P., 2009. Development of the Inflorescences, (Eds: J.L., Bennetzen and S.C. Hake), *Handbook of Maize:Its Biology*, Springer Science + Bussines Media, DOI: 10.1007/978-0-387-79418-1_2.
- Fournier C. ve Andrieu B., 2000. Dynamics of the Elongation of Internodes in Maize (*Zea mays* L.): Analysis of Phases of Elongation and their Relationships to Phytomer Development, *Annals of Botany*, 86: 551-563.
- Gardner C. O., 1963. Estimation of genetic parameters in cross-pollinated plants and their implications in plant breeding, *Statistical Genetics and Plant Breeding*, NASNRS Washington D. C. Publication, 982 : 228-234.
- Hanson W.D., Leffel R.C. ve Howell R.W., 1960. Genetic analysis of energy production in soybean, *Crop Sci.*, 1: 121.
- He P., Osaki M., Takebe M., Shinano T. ve Wasaki J., 2005. Endogenous hormones and expression of senescence-related genes in different senescent types of maize, *Journal of Experimental Botany*, 56(414):1117–1128.
- Hipps L.E., Asrar G ve Kanemasu E.T., 1983. Assesing the interception of photosynthetically-active radiation in winter wheat, *Agriculture Meteorology*, 28: 253-259.
- Hiscox J.D ve Israelstam G.F., 1979. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration, *Canadian Journal of Botany*, 57:1332–1334.

- Hopkins C.G., 1899. Improvement in the chemical composition of the corn kernel. *University of Illinois Agricultural Experiment Station*, Bultein No: 55, 205-240.
- Hunt R., Causton D.R., Shipley B. ve Askew A.P., 2002. A Modern Tool for Classical Plant Growth Analysis, *Annals of Botany*, 90: 485-488.
- Kapur B., 2010. Artan CO₂ ve küresel iklim değışikliğinin Çukurova bölgesinde buğday verimliliği üzerine etkileri, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Kiniry J.R., Jones C.A., O'toole J.C., Blanchet R., Cabelguenne M. ve Spanel D.A., 1989. Radiation-Use Efficiency in Biomass Accumulation Prior to Grain-filling for Five Grain-Crops Species, *Field Crops Research*, 20:52-64.
- Kumar S.N. ve Singh C.P., 1996. Chlorophyll content in maize (*Zea mays* L.) leaves: physiological and seasonal variation, *Indian Journal of Plant Physiology*, 1(3):189-194.
- Kiesselbach T.A., 1922. Corn investigations. *Bull Agric Experiment Station Nebraska* 20:5-151
- Koch K.E., Tsui C-L., Schrader L.E. ve Nelson O.E., 1982. Source-Sink Relations in Maize Mutants with Starch-Deficient Endosperm, *Plant Physiol.*, 70: 322-325.
- Kün E., 1996. Tahıllar, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1451, Ders Kitabı, Ankara.
- Lambert R.J., 2001. High oil corn hybrids, In A.R. Hallauer (ed.) *Speciality crops*, CRC Press, Boca, Raton, FL.
- Lee E.A. ve Tollenaar M., 2007. Physiological Basis of Successful Breeding Strategies for Maize Grain Yield, *Crop Sci.*, 47(3):212-215.

- Lindquist J.L., Arkebauer T.J., Walters D.T., Cassman K.G. ve Dobermann A., 2005. Maize Radiation Use Efficiency under Optimal Growth Conditions, *Agronomy Journal*, 97:72–78.
- Lisec J., Römisch-Margl L., Nikoloski Z., Piepho H-P., Giavalisco P., Selbig J., Gierl A. ve Willmitzer L., 2011. Corn hybrids display lower metabolite variability and complex metabolite inheritance patterns, *The Plant Journal*, 68, 326–336.
- Lizaso J.I., Batchelor W.D., Westgate M.E. ve Echarte, L., 2003. Enhancing the ability of CERES-Maize to compute light capture, *Agricultural Systems*, 76: 293–311.
- Min Z., Yun-xia G., Feng-hai L., Zhi-bin W., Hong-wei W. ve Zhen-sheng S., 2011. Accumulation and translocation of dry matter and nitrogen in different purple corn hybrids (*Zea mays* L.), *African Journal of Agricultural Research*, 6(12):2820-2827.
- Mittelmann A., Miranda-Filho J.B., Monterio de Lima G.J.J., Hara-Klein C. ve Tanaka R.T., 2003. Potential of the ESA23B Maize population for protein and oil content Improvement, *Scientia Agricola*, 60(2):319-327.
- Misevic D. ve Alexander D.E., 1989. Twenty-four cycles of phenotypic recurrent selection for percent oil in maize: I. Per se and test-cross performance, *Crop Science*, 29:320-324.
- Monteith J.L., 1977. Climate and the efficiency of crop production in Britain, *Phil. Trans. R. Soc. Land. B.*, 281:277-294.
- Muttoni G, Foerster J.M., Johnson J.M., Haase N.J., Beissinger T.M., Stelpflug S.C., Hirsch C.N., Sekhon R.S., Buell C.R., Kaeppler S.M. ve de Leon N. 2013. Phenotypic and genetic dissection of maize internode length. *Plant and Animal Genome XXI*. January 12-16, San Diego, CA.
- Nunez R. ve Kamprath E., 1969. Relationship between N response, plant population and row width on growth and yield of corn, *Agron. J.*, 61: 279-282.

- Oliveira J.P., Chaves L.J., Duarte J.B., Oliveira-Ribeiro K. ve Brasil, E.M., 2006. Heterosis for oil content in maize populations and hybrids of high quality protein, *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 6:113-120.
- Orhun G.E., 2010. Mısırdada (*Zea mays*) Yağ Kalitesi ve Tane Verimi ile İlgili Özelliklerde Kalıtım Analizleri, Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 192 s.
- Öpik H. ve Rolfe S., 2005. *The physiology of flowering plants*, Ed (Wills A. J), Fourt Edition, Cambridge University Press, UK.
- Penning de Vries F.W.T., Brunsting A.H.M. ve Van Lear H.H., 1974. Products, requirements and efficiency of biosynthesis: a quantitative approach, *J. Theor. Biol.*, 45: 339.
- Poorter H. ve Gamier E., 1996. Plant growth analysis: an evaluation of experimental design and computational methods, *Journal of Experimental Botany*, 47:(302)1343-1351.
- R Development Core Team, 2012. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Rajcan I. ve Tollenaar M., 1999a. Source : sink ratio and leaf senescence in maize: I. Dry matter accumulation and partitioning during grain filling, *Field Crops Research*, 60:245-253.
- Rajcan I. ve Tollenaar M., 1999b. Source : sink ratio and leaf senescence in maize: II. Nitrogen metabolism during grain filling, *Field Crops Research*, 60:255-265.
- Rasheed M., Hussain A. ve Mahmood T., 2003. Growth Analysis of Hybrid Maize as Influenced by Planting Techniques and Nutrient Management, *International Journal Of Agriculture & Biology*, 5(2):69–171.

- Reynolds T.L., Nemeth M.A., Glenn K.C., Ridley W.P. ve Astwood J.D., 2005. Natural variability of metabolites in maize grain: Differences due to genetic background, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(26):10061-10067.
- Rood S.B. ve Major D.J., 1981. Diallel Analysis of Leaf Number, Leaf Development Rate, and Plant Height of Early Maturing Maize, *Crop Sci.*, 21:867-873.
- Rosulj M., Trifunovic S. ve Husic I., 2002. Nine cycles of mass selection for increasing oil content in two maize (*Zea mays* L.) synthetics, *Genetics and Molecular Biology*, 25(4):449-461.
- Römisch-Margl L., Spielbauer G., Schützenmeister A., Schwab W., Piepho H.P., Genschel U. ve Gierl A., 2010. Heterotic patterns of sugar and amino acid components in developing maize kernels, *Theor. Appl. Genet.*, 120:369–381.
- Russelle M.P., Wilhelm W.W., Olson R.A. ve Power J.F., 1984. Growth Analysis Based on Degree Days, *Crop Science*, 24:28-32.
- Salah S.A., Ahmed M.A., Al-Kordy M.A. ve Shalaby M.A.F., 2011. Genetic Analysis Of Energy Production In Yellow Maize Hybrids Cultivated In Newly Cultivated Sandy Land, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(5): 104-114.
- Sánchez-Linares L., Gavilanes-Ruiz M., Díaz-Pontones D., Guzmán-Chávez F., Calzada-Alejo V., Zurita-Villegas V., Luna-Loaiza V., Moreno-Sánchez R., Bernal-Lugo I. ve Sánchez-Nieto S., 2012. Early carbon mobilization and radicle protrusion in maize germination *J. Exp. Bot.*, doi:10.1093/jxb/ers130.
- SAS Institute, 1999. *SAS V8 User Manual*, Cary, NC.
- Seebauer J.R., Singletary G.W., Krumpelman P.M., Ruffo M.L. ve Below F.E., 2009. Relationship of source and sink in determining kernel composition of maize, *Journal of Experimental Botany*, doi:10.1093/jxb/erp324.

- Shanthi P., Satyanarayana E. ve Reddy G.J.M., 2002, Genetic studies for grain yield and oil improvement in maize, *Research on Crops*, 3(3) : 588-591.
- Sher H., Iqbal M., Khan K., Yasir Y. ve Rahman H., 2012. Genetic analysis of maturity and flowering characteristics in maize (*Zea mays* L.), *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 621-626.
- Stajakovic M., Bekavac G. ve Vasic N., 2005. B73 and related inbred lines in maize breeding, *Genetika*, 37(3):245-252.
- Stewart D.W., Dwyer L.M. ve Carrigan L.L., 1998. Phenological Temperature Response of Maize, *Agronomy Journal*, 90:73-79.
- Soldati A., Stehli A. ve Stamp P., 1999. Temperature adaptation of tropical highland maize (*Zea mays* L.) during early growth and in controlled conditions, *European Journal of Agronomy* 10 :111–117.
- Song T.M. ve Chen S.J., 2004. Long term selection for oil concentration in five maize populations, *Maydica*, 49(1):9–14.
- Swanson-Wagner R.A., Jia Y., DeCook R., Borsuk L.A., Nettleton D. ve Schnable P.S., 2006. All possible modes of gene action are observed in a global comparison of gene expression in a maize F1 hybrid and its inbred parents, *Proc. Natl. Acad. Sci., USA*, 103, 6805–6810.
- Taub D., 2010. Effects of Rising Atmospheric Concentrations of Carbon Dioxide on Plants, *Nature Education Knowledge*, 1(8):21.
- Tezel M. ve Üstün A., 2006. Mısırdaki (*Zea mays* L.) kombinasyon kabiliyeti etkilerinin Belirlenmesi, *Bitkisel Araştırma Dergisi*, 2: 1–7.
- Tolbert N.E. ve Zelitch I., 1983. Carbon metabolism. In E. R. Lemon (ed.). *CO₂ and Plants: The Response of Plants to Rising Levels of Atmospheric Carbon Dioxide*, Westview Press. Boulder, CO. pp. 21-64.

- Tollenaar M., Ahmadzadeh A. ve Lee E.A., 2004. Physiological Basis of Heterosis for Grain Yield in Maize, *Crop Sci.*, 44:2086–2094.
- Tollenaar M. ve Lee E.A., 2006. Physiological dissection of grain yield in maize by examining genetic improvement and heterosis, *Maydica*, 51:399–408.
- Transeau E.N., 1926. The accumulation of energy by plants, *The Ohio Journal of Science*, 28(1):1-10.
- Tsubo M., Walker S. ve Mukhala E., 2001. Comparisons of radiation use efficiency of mono-/inter cropping systems with different row orientations, *Field Crops Research*, 71:17-29.
- USDA/NASS, 2012. USDA/NASS Ad-hoc QuickStat Query Tool, <http://quickstats.nass.usda.gov/>.
- Uzarowska A., Keller B., Piepho H-P., Schwarz G., Ingvaridsen C., Wenzel G. ve Lubberstedt T., 2007. Comparative expression profiling in meristems of inbred-hybrid triplets of maize based on morphological investigations of heterosis for plant height, *Plant Mol Biol*, 63:21–34.
- Veita R.A. ve Waiman D., 2010. Exploring the mechanistic bases of heterosis from the perspective of macromolecular complexes, *The FASEB Journal*, 25:1-7.
- Vitale L., Tommasi P.D., Arena C., Rioldino M., Forte A., Verlotta A., Fierro A., Santo A.M.D., Fuggi A. ve Magliulo V., 2009. Growth and gas exchange response to water shortage of a maize crop on different soil types, *Acta Physiol Plant.*, 31:331–341.
- Vollbert E. ve Schmidt R.J., 2009. Development of the Inflorescences, (Eds: J.L. Bennetzen and S.C. Hake), *Handbook of Maize: Its Biology*, Springer Science + Bussines Media, DOI: 10.1007/978-0-387-79418-1_2.

- Wang R.F., Ana D.G., Xie Q.E., Jiang G.M. ve Wang K.J., 2009. Leaf photosynthesis is enhanced in normal oil maize pollinated by high oil maize hybrids, *Industrial Crops and Products*, 29:182-188.
- Watto F.M., Saleem M., Ahsan M., Sajjad M. ve Ali W., 2009. Genetic analysis for yield potential and quality traits in maize (*Zea mays* L.), *American-Eurasian Journal of Agriculture Environment Science*, 6(6):723-729.
- Westgate M.E., 2001. Physiology of high yielding corn and soybeans. In: T. Yamada (ed.), *Proc. Simposio sobre rotacao soja/mihlo no planto direto*, Sao Paulo, Brazil
- Woo K., Pyliotis N. ve Downton W., 1971. Thylakoid aggregation and chlorophyll a/chlorophyll b ratio in C4 plants, *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie* 64, 400–413.
- Wyss C.S., Czyzewicz J.R. ve Below F.E., 1991. Source-Sink Control of Grain Composition in Maize Strains Divergently Selected for Protein Concentration, *Crop Sci.*, 31:761-766.
- Xia L.I., Ding Z., Li L., Wang M. ve Zhao M., 2007. Heterosis of maize photosynthetic performance, *Front. Agric. China*, 1(4): 411–417.
- Ying J., Lee E.A. ve Tollenaar M., 2000. Response of maize leaf photosynthesis to low temperature during grain-filling period, *Field Crops Res.* 68:87–96.
- Yusuf M., Ado S.G. ve Ishiyaku M.F., 2009. Heterosis in single crosses of quality protein maize inbred lines, *African Crop Science Conference Proceedings*, Vol. 9. pp. 439 – 445.
- Zhang S., Li X., Yuan L., Li M. ve Peng Z., 2002. Heterotic groups and exploitation of heterosis-metodology, strategy, and use in hybrid maize breeding in China, *Proceedings of the 8th Asian Regional Maize Workshop*, Bangkok, Thailand, s:64-72.
- Zhao Y., 2012. R data mining: Examples and case studies, Elsevier, 234.

- Zhu J., 2003. Diallel analysis for an additive-dominance model with genotype-by-environment interaction effects, In: Kang, M.S., Ed., *Handbook of formulas and software for plant geneticists and breeders*, Food Products Press, The Haworth Reference Press, Oxford,39-50.
- Zhu X-G., Long S.P. ve Ort D.R., 2008, What is the maximum efficiency with which photosynthesis can convert solar energy into biomass?, *Current Opinion in Biotechnology* , 19:153–159.

EKLER

Ek Çizelge 1. İncelenen bitkisel özellikler ile ilgili varyans analiz sonuçlarına ait kareler ortalamaları ve önem düzeyleri

Varyans Kaynağı	S.D	Çıkış Oranı	Bitki boyu	Yaprak Yaş Ağırlığı	Sap Yaş Ağırlığı	Yaprak Kuru Ağırlığı
Tekerrür(Yıl)	4	64,9	743,2**	672,7**	8853,9**	61,8**
Yıl(Y)	1	10,7	22001,8**	14002,6**	186764,3**	636,3**
Genotip (G)	7	176,1*	8487,7**	6986,9**	58080,5**	645,2**
ESG (E)	4	91,8	182762,5**	64611,0**	550101,9**	4499,8**
YxE	4	-	3122,0**	2097,5**	30569,0**	60,1**
YxG	7	-	179,4	605,5**	4703,0*	53,1**
GxE	28	-	593,9**	653,5**	5411,6**	41,3**
YxGxE	28	-	86,9	130,6	1657,4	9,89
Hata	156	55,0	121,8	202,8	1955,9	14,1
Varyans Kaynağı	S.D	Sap Kuru Ağırlığı	Yaprak Nem Oranı	Sap Nem Oranı	Toplam Yaprak Alanı	Yaprak Kuru Alanı
Tekerrür(Yıl)	4	1099,7**	108,4**	46,3**	566226,8*	138198,1
Yıl(Y)	1	11288,9**	28,8	17,1	7871366,6**	2717413,5**
Genotip (G)	7	3242,6**	76,5**	11,8*	14456946,4**	749163,3**
ESG (E)	4	44956,7**	16450,7**	4060,3**	83561216,4**	49815987,6**
YxE	4	2931,1**	525,5**	17,7*	1546604,4**	1013573,9**
YxG	7	259,7	28,9	3,76	1525732,0**	170729,2*
GxE	28	396,3**	85,3**	6,85	650193,6**	356160,5**
YxGxE	28	157,8	13,6	3,30	208027,5	105853,1*
Hata	156		2,23	5,55	213384,8	65208,2
Varyans Kaynağı	S.D	Yaprak Yeşil Alanı	Yeşillik İndeksi	Yaprak Alan İndeksi	Yaprak Yeşil Alan İndeksi	Klorofil a (Alan)
Tekerrür(Yıl)	4	204193,1	135,2**	0,29*	0,11	22,5
Yıl(Y)	1	1851807,7**	396,1**	4,00**	0,78**	180,7**
Genotip (G)	7	10123529,4**	251,9**	7,38**	5,28**	53,6**
ESG (E)	4	110931884,4**	50142,8**	42,63**	56,1**	2244,9**
YxE	4	1084020,4**	140,7**	0,79**	0,59**	168,3**
YxG	7	905797,7**	28,5	0,78**	0,46**	30,21**
GxE	28	987529,4**	92,8**	0,33**	0,51**	22,5**
YxGxE	28	198986,2	28,8	0,12	0,10	17,3*
Hata	156	202625,7	36,6	0,11	0,11	9,93
Varyans Kaynağı	S.D	Klorofil b (Alan)	Toplam Klorofil (Alan)	Klorofil a (Ağırlık)	Klorofil b (Ağırlık)	Toplam Klorofil (Ağırlık)
Tekerrür(Yıl)	4	1,20	34,8	71838,6	2839,3	104131,83
Yıl(Y)	1	9,36**	268,2**	4036238,1**	145538,7**	5858687,5**
Genotip (G)	7	2,32**	77,8**	259333,7**	11213,9**	386169,9**
ESG (E)	4	71,4**	3191,9**	7730068,4**	231626,0**	10876033,9**
YxE	4	4,70**	229,6**	730329,8**	20242,3**	1004041,1**
YxG	7	1,05	40,9**	93980,6**	3427,5	134422,2**
GxE	28	1,11**	33,8**	67158,2**	3641,3**	101437,2**
YxGxE	28	1,13**	28,2**	66390,9**	4307,1**	103606,1**
Hata	156	0,55	14,6	32612,3	1918,0	48060,7

Ek Çizelge 1-Devam.

Varyans Kaynağı	S.D	Koçan Yaş Ağırlığı	Tane Yaş Ağırlığı	Koçan Kuru Ağırlığı	Tane Kuru Ağırlığı	Tane Nem Oranı	Koçan Nem Oranı
Tekerrür(Yıl)	4	1574,8	0,60	263,3	0,53**	174,5**	67,8*
Yıl(Y)	1	18995,9**	8,80**	62,6	4,93**	9,82	12,9
Genotip (G)	7	111778,6**	21,1**	22830,0**	6,22**	165,3**	354,1**
ESG (E)	2	40568,4**	337,9**	40993,9**	223,2**	32347,4**	13445,6**
YxE	2	7391,6**	11,9**	3244,9**	3,06**	112,7*	181,9**
YxG	7	1192,2	0,70	797,8**	0,61**	69,7**	115,5**
GxE	14	1849,6	3,18**	2249,7**	1,74**	46,2*	86,9**
YxGxE	14	1040,9	0,42	532,2*	0,19	32,5	60,3**
Hata	92	1182,3	0,52	282,1	0,13	23,9	19,7

*, **, İstatistiki olarak 0,05 ve 0,01 düzeyinde önemlidir. Çıkış oranı ile ilgili hata S.D'cesi 28'dir.

Ek Çizelge 2. Çiçeklenme tarihleri ve generatif döneme geçiş için ışık ve sıcaklık değerlerine ait kareler ortalamaları ve önem düzeyleri

Varyans Kaynağı	S.D	Tepe Püskülü Çıkarma	Polen Dökme	Koçan Püskülü Çıkarma	Çiçeklenme Aralığı	Tepe Püskülü Çıkarma İçin PAR Değeri	Polen Dökme İçin PAR Değeri
Tekerür(Yıl)	4	10,4*	9,04**	6,88	0,92	2643,4**	1910,5**
Yıl (Y)	1	14,6**	38,5**	20,0**	3,00	4880,3**	3133,1*
Genotip (G)	7	72,6**	57,6**	40,7**	5,81**	15011,0**	11394,5**
YxG	4	5,26*	2,90	3,10	1,09	1232,0*	576,2
Hata	28	2,17	2,24	2,62	1,09	392,2	437,3
Varyans Kaynağı	S.D	Koçan Püskülü Çıkarma İçin PAR Değeri	Çiçeklenme Aralığı İçin PAR Değeri	Tepe Püskülü Çıkarma İçin GGD Değeri	Polen Dökme İçin GGD Değeri	Koçan Püskülü Çıkarma İçin GGD Değeri	Çiçeklenme Aralığı İçin GGD Değeri (ASIGGD)
Tekerür(Yıl)	4	1333,5	204,2	3271,2**	2182,9*	1957,93	196,4
Yıl (Y)	1	8140,6**	1171,2*	15987,0**	32593,8**	33840,6**	11,3
Genotip (G)	7	54855,9**	1197,6**	18976,0**	16116,7**	11787,7**	1516,5**
YxG	4	3862,2	497,9	1220,6	936,3	1167,0	328,9
Hata	28	495,4	763,9	627,7	627,3	776,1	290,8

Ek Çizelge 3. Organ bazında protein, karbonhidrat, yağ oranı ile bu bileşenlere karşılık enerji değerlerine ait kareler ortalamaları ve önem düzeyleri

Varyans Kaynağı	S.D	Yaprak Protein Oranı	Sap Protein Oranı	Yaprak Karb. Oranı	Sap Karb. Oranı	Protein Enerji Değeri	Karbonhidrat Enerji Değeri
Tekerür(Yıl)	4	3,38**	1,65**	7,21**	7,68*	307,1**	6858,9*
Yıl (Y)	1	8,55**	11,6**	3,44	47,7**	2,42	83899,4**
ESG (E)	4	203,8**	141,7**	42,5**	162,0**	21993,8**	1074562,9**
Genotip (G)	7	7,48**	12,3**	30,0**	39,3**	2350,6**	130644,5**
YxE	4	28,9**	12,5**	22,5**	59,3**	1140,3**	19465,1**
YxG	7	2,34**	0,76	0,60	10,4**	152,9*	2636,2
GxE	28	1,88**	0,57	3,57**	7,55**	334,9**	20904,6**
YxGxE	28	0,69	0,88**	1,18	4,40	93,9	2155,7
Hata	156	0,74	0,41	1,55	3,05	70,7	2340,3
Varyans Kaynağı	S.D	Diğer Enerji Değeri	Yaprak Enerji Değeri	Sap Enerji Değeri	S.D	Fotosentez Hızı	-
Tekerür(Yıl)	4	14447,2**	767,0**	13320,5**	2	153,9	-
Yıl (Y)	1	27719,9**	7792,0**	148587,8**	-	-	-
ESG (E)	4	97173,8**	59359,5**	627344,4**	4	10098,9**	-
Genotip (G)	7	10908,3**	8119,6**	42140,1**	7	1855,9**	-
YxE	4	4165,5**	652,9**	35025,8**	-	-	-
YxG	7	951,9**	720,5**	4199,7*	-	-	-
GxE	28	982,5**	536,2**	5243,2**	28	784,7	-
YxGxE	28	287,6	143,1	2143,9	-	-	-
Hata	156	246,8	188,5	2082,8	78	22,7	-

Ek Çizelge 3- Devam

Varyans Kaynağı	S.D	Tane Protein Oranı	Tane Karb. Oranı	Tane Enerji Değeri	Koçan Yaşı	S.D	Tane Yağ Oranı	Yağ Enerji Değeri
Tekerür(Yıl)	4	2,84	1,92	848,6	18,3	4	1,40*	83,9
Yıl (Y)	1	103,1**	152,4**	677,1	3,84	1	1,67	43,2
ESG (E)	7	131,4**	516,1**	685337,5**	15790,4**	1	0,14	4213,5**
Genotip (G)	2	220,4**	335,5**	125846,2**	132,1**	7	84,6**	4184,4**
YxE	2	30,1**	31,8**	9288,6*	93,4**	1	0,40	380,0*
YxG	2	9,83*	19,6**	4354,0	11,3	7	0,79	307,9**
GxE	14	43,8**	52,4**	34461,7**	7,83	7	4,41**	256,8*
YxGxE	14	8,02*	12,3*	2028,9	6,28	7	0,28	46,3
Hata	92	4,31	6,47	2615,7	7,74	60	0,46	98,9

*, **, İstatistiki olarak 0,05 ve 0,01 düzeyinde önemlidir.

Ek Çizelge 4. Radyasyon kullanım etkinliği, büyüme parametreleri ve kaynak-depo oranına ait kareler ortalamaları ve önem düzeyleri

Varyans Kaynağı	S.D	Toplam Kuru Madde (g/bitki)	Tutulan Işık Miktarı-kcal (IPAR)	Toplam Bitki Enerjisi	Üretilen/Tutulan Enerji Oranı (TER)	Kuru Ağırlık Kaynak/Depo Oranı (K/D1)	Enerji Değeri Kaynak/Depo Oranı (K/D2)
Tekerrür(Yıl)	4	2425,1**	8275563	17155,8*	0,12**	0,035**	0,14*
Yıl (Y)	1	18479,8**	608337653**	205703,7**	0,48**	0,020	0,76**
Genotip (G)	7	37958,9**	411299465**	295059,9**	0,84**	0,048**	0,31**
ESG (E)	4	314160,5**	14480886910**	2455316,5**	4,97**	8,27**	25,5**
YxE	4	7454,1**	59260519**	49492,5**	0,27**	0,006	0,17**
YxG	7	689,8	52745857**	6871,9	0,01	0,014*	0,03
GxE	28	5253,9**	29685058**	42051,3**	0,08**	0,008	0,03
YxGxE	28	716,4	13536864**	5054,6	0,02	0,004	0,02
Hata	156	679,9	6360600	5321,9	0,02	0,006	0,04
Varyans Kaynağı	S.D	Radyasyon Kullanım Etkinliği (RUE)	Özgül Yapak Ağırlığı (SLA)	Oransal Yaprak Alanı (LAR)	Net Asimilasyon Oranı (ULR)	Nispi Büyüme Oranı (RGR)	Oransal Yaprak Ağırlığı (LWF)
Tekerrür(Yıl)	4	0,13**	1851,4**	1677,0**	4,89E-7**	0,0015**	0,0143**
Yıl (Y)	1	0,36**	9271,4**	9751,5**	2,30E-6**	0,0010**	0,0353**
Genotip (G)	7	0,92**	1258,0**	476,3**	6,56E-7**	0,0002**	0,0135**
ESG (E)	3	2,43**	2811,3**	14687,7**	3,21E-6**	0,0245**	0,4249**
YxE	3	0,26**	987,1**	405,9**	6,68E-7**	0,0003**	0,0011
YxG	7	0,02	1188,6**	254,5**	1,40E-7**	0,0002**	0,0025*
GxE	21	0,03*	37,3	23,4	5,43E-8	0,0001	0,0003
YxGxE	21	0,02	21,3	6,80	3,05E-8	0,00002	0,0001
Hata	124	0,02	133,5	61,7	0,00	0,0001	0,0010

*, **, İstatistiki olarak 0,05 ve 0,01 düzeyinde önemlidir.

Ek Çizelge 5. Ölçüm tarihlerine göre genotiplerin bitki boyu ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		2011	2012	Ortalama
ESG40	B73	33,2	32,3	32,6 ab
	Mo17	31,6	32,7	32,2 b
	IHO	28,8	38,1	33,5 ab
	IHP	34,2	34,2	34,2 ab
	IHOxB73	35,4	43,1	39,3 ab
	IHOxMo17	32,3	42,3	37,3 ab
	IHPxB73	38,1	45,1	41,6 a
	IHPxMo17	40,9	38,9	39,9 ab
	Ortalama	34,3 B	38,3 A	36,3 C
ESG60	B73	89,2	83,9	86,6 b
	Mo17	97,6	79,7	88,65 b
	IHO	94,7	89,7	92,2 b
	IHP	87,9	84	85,9 b
	IHOxB73	135,2	116	125,6 a
	IHOxMo17	118,6	121,5	120,1 a
	IHPxB73	117,6	108,6	113,1 ab
	IHPxMo17	108,7	96,7	102,7 ab
	Ortalama	106,2 A	97,5 B	101,9 B
ESG82	B73	191,7	159,3	175,5 bc
	Mo17	173,7	147,6	160,7 cd
	IHO	154	131,1	142,6 d
	IHP	167,7	130,7	149,2 d
	IHOxB73	208,8	178,5	193,7 ab
	IHOxMo17	215,3	166,8	191,1 ab
	IHPxB73	214,9	182,9	198,9 a
	IHPxMo17	208,1	168	188,1 ab
	Ortalama	191,8 A	158,1 B	174,9 A
ESG100	B73	176,9	159,6	168,3 b
	Mo17	174,1	148,4	161,3 b
	IHO	151,9	133,9	142,9 c
	IHP	157	134,9	145,9 c
	IHOxB73	216,7	178,7	197,7 a
	IHOxMo17	207,2	172,3	189,8 a
	IHPxB73	218,3	182,3	200,3 a
	IHPxMo17	211,3	172,3	191,8 a
	Ortalama	189,2 A	160,3 B	174,7 A
ESG122	B73	183,2	157,6	170,4 ab
	Mo17	176,3	148,8	162,6 bc
	IHO	154,6	130,7	142,7 cd
	IHP	138,2	126,9	132,6 d
	IHOxB73	202,0	181	191,5 a
	IHOxMo17	204,8	167,5	186,2 ab
	IHPxB73	212,3	177,8	195,1 a
	IHPxMo17	208,6	161	184,8 ab
	Ortalama	185,0 A	156,4 B	170,7 A

Not: Aynı ESG’de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG’de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 6. Tepe püskülü çıkarma, polan dökme ve koçan püskülü çıkarma, çiçeklenme aralığı gün sayıları ve bu özellikler için hesaplanan PAR (MJ) ve GGD (°Cd) değerlerine ait ortalamalar ile çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Tepe Püskülü Çıkarma (Gün)				Polen Dökme (Gün)			Koçan Püskülü Çıkarma (Gün)		
	2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
B73	74,8 a	75,3 a	75,1 a	75,2	77,5	76,3 a	78,2	80,2	79,2 a
Mo17	71,2 b	72,3 ab	71,8 b	71,8	73,3	72,6 b	75,8	78,2	77,0 ab
IHO	63,5 e	64,7 d	64,1 e	66,2	67,5	66,8 d	72,2	73,3	72,8 cd
IHP	68,7 bc	72,2 ab	70,4 bc	70,5	73,2	71,8 b	73,7	76,7	75,2 bc
IHOxB73	64,3 de	66,5 cd	65,4 de	65,5	69,0	67,3 d	70,3	72,2	71,3 d
IHOxMo17	68,8 bc	67,0 cd	67,9 cd	69,0	68,5	68,8 cd	73,2	71,8	72,5 cd
IHPxB73	67,7 cd	70,8 abc	69,3 bc	68,8	72,0	70,4 bc	72,7	74,3	73,5 cd
IHPxMo17	69,8 bc	68,8 bcd	69,3 bc	70,3	70,7	70,5 bc	74,0	73,7	73,8 cd
Ortalama	68,6 B	69,7 A	69,2	69,7 B	71,5 A	70,6	73,8 B	75,0 A	74,4
Çiçeklenme Aralığı (Gün)				Tepe Püskülü Çıkarma (PAR)			Polen Dökme (PAR)		
B73	3,0	2,7	2,8 b	1077,7 a	1040,5 a	1059,1 a	1082,6	1069,8	1076,2 a
Mo17	4,0	4,8	4,4 ab	1025,8 b	999,9 ab	1012,8 b	1035,6	1013,5	1024,5 b
IHO	6,0	5,8	5,9 a	903,7 e	895,4 e	899,5 d	952,8	932,8	942,8 d
IHP	3,2	3,5	3,3 b	984,7 bc	995,5 a-c	990,1 bc	1016,0	1011,1	1013,6 b
IHOxB73	4,8	3,2	4,0 ab	925,6 de	916,5 de	921,0 d	942,9	953,9	948,4 d
IHOxMo17	4,2	3,3	3,8 b	994,3 bc	934,8 b-e	964,5 c	994,3	947,2	970,7 cd
IHPxB73	3,8	2,3	3,1 b	957,0 cd	977,2 a-d	967,1 c	991,9	995,3	993,6 bc
IHPxMo17	3,7	3,0	3,3 b	1003,9 bc	951,6 c-e	977,7 bc	1013,7	977,0	995,4 bc
Ortalama	4,1	3,6	3,8	984,1 A	963,9 B	974,0	1003,7 A	987,6 B	995,7
Koçan Püskülü Çıkarma (PAR)				Çiçeklenme Aralığı (PAR)			Tepe Püskülü Çıkarma (GGD)		
B73	1126,0	1105,6	1115,8 a	43,4	35,8	39,6 b	934,8	976,4	955,6 a
Mo17	1092,3	1013,1	1052,7 bc	56,7	65,2	28,2 ab	876,2	920,9	898,6 b
IHO	1040,5	1013,4	1026,9 bc	87,7	80,5	84,1 a	747,4	791,6	769,5 e
IHP	1061,4	1058,6	1060,0 b	45,3	47,5	46,4 b	833,3	914,8	874,0 bc
IHOxB73	1013,1	997,7	1005,4 bc	70,2	43,8	57,0 ab	797,4	816,8	807,1 de
IHOxMo17	1054,2	992,9	1023,6 bc	59,9	45,8	52,8 b	843,6	839,0	841,3 cd
IHPxB73	1047,1	1026,9	1037,0 c	55,2	31,6	43,4 b	830,9	891,0	860,9 bc
IHPxMo17	1065,5	1018,0	1041,8 bc	51,8	41,0	46,4 b	853,5	858,8	856,2 bc
Ortalama	1062,5 A	1028,3 B	1045,4	58,8	48,9	49,7	839,6 B	876,1 A	857,9
Polen Dökme (GGD)				Koçan Püskülü Çıkarma (GGD)			Çiçeklenme Aralığı (GGD)		
B73	940,0	1016,3	978,2 a	986,8	1062,6	1024,7 a	46,8	46,3	46,5 b
Mo17	886,7	939,6	913,2 b	950,5	1026,7	988,6 ab	63,8	87,2	75,5 ab
IHO	801,0	836,6	818,8 d	891,6	939,4	915,5 cd	90,6	102,8	96,7 a
IHP	866,4	936,2	901,3 b	915,9	1001,5	958,7 bc	49,5	65,3	57,4 b
IHOxB73	791,0	861,8	826,4 d	864,9	917,9	891,4 d	73,8	56,2	65,0 ab
IHOxMo17	843,7	853,4	848,6 cd	908,4	912,1	910,3 cd	64,7	58,7	61,7 b
IHPxB73	841,1	914,9	878,0 bc	900,0	958,5	929,3 cd	59,0	43,7	51,3 b
IHPxMo17	863,1	891,2	877,1 bc	921,8	945,9	933,9 cd	58,7	54,8	56,7 b
Ortalama	854,1 B	906,2 A	880,2	917,5 B	970,6 A	944,0	63,4	64,3	63,9

Not: Aynı özellikte aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ve özellik ortalamaları arasında büyük harf ile gösterilen değerler arasındaki fark 0,05 düzeyinde önemlidir.

Ek Çizelge 7. Ölçüm tarihlerine göre yaprak ve sap yaş ağırlıklarının genotiplere göre ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Yaprak Yaş Ağırlığı (g)			Sap Yaş Ağırlığı (g)		
		2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
ESG40	B73	19,4	11,6	15,5 a	17,1	10,9	14,0 b
	Mo17	18,9	12,8	15,9 a	20,0	13,9	17,0 b
	IHO	20,7	17,4	19,1 a	20,1	16,5	18,3 ab
	IHP	27,0	18,1	22,5 a	26,4	13,0	19,7 ab
	IHOxB73	34,2	25,6	29,9 a	35,1	24,8	29,9 ab
	IHOxMo17	19,2	25,9	22,6 a	16,7	24,3	20,5 ab
	IHPxB73	41,0	29,3	35,1 a	41,8	26,4	34,1 a
	IHPxMo17	37,6	24,2	30,9 a	35,6	22,8	29,2 ab
Ortalama		27,3 A	20,6 B	23,9 D	26,6 A	19,1 A	22,8 D
ESG60	B73	86,5	55,4	70,9 b	133,8	83,6	108,7 b
	Mo17	79,4	52,2	65,8 b	152,3	93,4	122,9 b
	IHO	103,1	73,1	88,1 ab	176,7	113,0	144,9 ab
	IHP	102,0	86,7	94,3 ab	157,2	108,9	133,1 ab
	IHOxB73	133,5	109,1	121,3 a	295,4	196,8	246,1 a
	IHOxMo17	127,9	109,0	118,5 a	231,6	222,1	226,9 a
	IHPxB73	133,0	110,6	121,8 a	264,5	194,0	229,3 a
	IHPxMo17	137,1	97,2	117,1 a	256,4	161,9	209,1 a
Ortalama		112,8 A	86,7 B	99,7 A	208,5 A	146,7 B	177,6 C
ESG82	B73	119,4	79,0	99,2 bc	376,1	241,9	309,0 bc
	Mo17	75,4	54,8	65,1 d	251,7	201,0	226,4 cd
	IHO	89,9	63,6	76,7 cd	269,9	148,7	209,3 d
	IHP	100,0	103,4	101,7 bc	269,4	213,6	241,5 bc
	IHOxB73	118,8	83,7	101,3 bc	429,2	236,1	332,7 ab
	IHOxMo17	122,6	79,0	100,8 bc	426,7	226,9	326,8 ab
	IHPxB73	147,7	124,3	136,0 a	470,1	336,9	403,5 a
	IHPxMo17	151,8	91,4	121,6 ab	454,9	268,2	361,6 a
Ortalama		115,7 A	84,9 B	100,3 A	368,5 A	234,2 B	301,3 A
ESG100	B73	93,4	64,0	78,7 c	303,8	225,3	264,5 bc
	Mo17	59,1	48,5	53,8 d	208,7	182,9	195,8 cd
	IHO	71,3	67,0	69,2 cd	198,3	166,5	182,4 d
	IHP	77,2	90,1	83,7 c	213,7	215,5	214,6 bc
	IHOxB73	102,9	83,6	93,3 bc	340,2	232,8	286,5 ab
	IHOxMo17	95,5	83,4	89,5 bc	315,7	239,8	277,7 bc
	IHPxB73	127,0	113,6	120,3 a	363,5	324,9	344,2 a
	IHPxMo17	126,2	92,0	109,1 ab	397,4	273,9	335,6 a
Ortalama		94,1 A	80,3 B	87,2 B	292,7 A	232,7 B	262,7 B
ESG122	B73	30,3	28,1	29,2 b	207,4	159,0	183,2 bc
	Mo17	27,6	23,1	25,3 b	157,8	126,1	141,9 bc
	IHO	38,2	28,6	33,4 ab	155,1	116,0	135,6 bc
	IHP	21,7	36,6	29,2 b	121,5	144,3	132,9 c
	IHOxB73	38,0	42,8	40,4 ab	231,5	201,5	216,5 bc
	IHOxMo17	50,3	44,6	47,4 a	199,7	171,9	185,8 bc
	IHPxB73	35,3	48,3	41,8 ab	194,1	256,2	225,1 ab
	IHPxMo17	41,5	38,6	40,0 ab	246,5	215,6	231,1 a
Ortalama		35,4 A	36,3 A	35,8 C	189,2 A	173,8 A	181,5 C

Not: Aynı ESG’de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG’de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 8. Ölçüm tarihlerine göre koçan ve tane yaş ağırlıklarının genotiplere göre ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Koçan Yaş Ağırlığı (g)			Tane Yaş Ağırlığı (g)		
ESG82	B73	147,5	88,9	118,2 b	1,1	0,7	0,9 d
	Mo17	131,5	112,6	122,1 b	1,6	1,2	1,4 cd
	IHO	171,9	149,0	160,5 b	2,8	2,2	2,5 bc
	IHP	201,0	162,7	181,8 b	2,1	1,4	1,7 bc
	IHOxB73	306,0	226,6	266,3 a	2,6	2,2	2,4 bc
	IHOxMo17	325,5	262,4	293,9 a	3,3	2,5	2,9 a
	IHPxB73	349,7	302,7	326,2 a	2,7	1,8	2,2 bc
	IHPxMo17	325,6	246,2	285,9 a	2,9	2,8	2,8 ab
Ortalama		244,8 A	193,9 B	219,4 A	2,4 A	1,8 B	2,1 C
ESG100	B73	165,3	141,9	153,6 b	4,0	4,8	4,4 de
	Mo17	158,0	138,0	148,0 b	6,8	7,6	7,2 bc
	IHO	162,5	149,1	155,8 b	5,5	6,2	5,8 cd
	IHP	137,4	174,3	155,8 b	3,5	4,6	4,0 e
	IHOxB73	257,5	277,8	267,6 a	5,6	7,8	6,7 bc
	IHOxMo17	284,0	294,2	289,1 a	6,9	9,3	8,1 a
	IHPxB73	323,7	313,8	318,7 a	5,8	7,5	6,7 bc
	IHPxMo17	334,0	304,1	319,0 a	6,6	8,4	7,5 ab
Ortalama		227,8 A	224,2 A	226,0 A	5,6 B	7,0 A	6,3 B
ESG122	B73	131,7	97,0	114,3 b	5,8	6,6	6,2 b
	Mo17	105,5	95,6	100,6 b	8,3	8,3	8,3 a
	IHO	137,5	70,7	104,1 b	6,4	5,8	6,1 b
	IHP	80,6	86,7	83,7 b	3,9	5,0	4,4 c
	IHOxB73	240,9	227,2	234,0 a	6,2	7,7	7,0 ab
	IHOxMo17	272,3	250,0	261,2 a	7,9	8,9	8,4 a
	IHPxB73	223,3	271,2	247,2 a	7,0	8,0	7,5 ab
	IHPxMo17	246,6	225,4	236,0 a	8,4	8,5	8,4 a
Ortalama		179,8 A	165,5A	172,6 B	6,7 B	7,3 A	7,0 A

Not: Aynı ESG’de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG’de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 9. Ölçüm tarihlerine göre yaprak ve sap kuru ağırlıklarının genotiplere göre ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Yaprak Kuru Ağırlığı (g)			Sap Kuru Ağırlığı (g)		
		2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
ESG40	B73	3,29	2,27	2,78 a	1,76	1,17	1,46 a
	Mo17	2,86	2,47	2,66 a	1,89	1,47	1,68 a
	IHO	3,28	3,63	3,46 a	1,93	1,77	1,85 a
	IHP	4,27	3,40	3,83 a	2,28	1,44	1,86 a
	IHOxB73	5,47	5,13	5,30 a	4,04	2,52	3,28 a
	IHOxMo17	3,12	5,32	4,22 a	2,03	2,59	2,31 a
	IHPxB73	6,34	5,76	6,05 a	4,11	2,76	3,44 a
	IHPxMo17	5,88	4,58	5,23 a	3,60	2,55	3,07 a
Ortalama		4,31 A	4,07 A	4,2 C	2,70 A	2,03 A	2,4 D
ESG60	B73	17,1	12,1	14,6 c	14,1	9,0	11,6 c
	Mo17	15,6	10,6	13,1 c	15,2	9,7	12,4 c
	IHO	20,4	16,3	18,4 bc	18,7	12,8	15,8 bc
	IHP	19,7	17,5	18,6 bc	17,0	11,6	14,3 bc
	IHOxB73	27,8	24,0	25,9 a	35,9	23,8	29,9 a
	IHOxMo17	25,5	25,1	25,3 ab	27,9	28,5	28,2 ab
	IHPxB73	27,1	23,0	25,1 ab	31,8	20,3	26,1 bc
	IHPxMo17	26,4	20,5	23,5 bc	25,6	17,9	21,8 bc
Ortalama		22,5 A	18,6 B	20,5 B	23,3 A	16,7 B	20,0 C
ESG82	B73	30,6	22,5	26,5 bc	75,7	50,7	63,2 ab
	Mo17	19,3	14,9	17,1 d	59,9	39,5	49,7 b
	IHO	24,6	19,9	22,3 cd	67,7	35,2	51,5 b
	IHP	27,3	29,4	28,4 bc	66,0	43,2	54,6 b
	IHOxB73	34,0	25,6	29,8 bc	116,2	53,5	84,9 ab
	IHOxMo17	33,5	24,3	28,9 bc	102,3	51,4	76,9 ab
	IHPxB73	39,8	35,6	37,7 a	125,1	72,6	98,9 a
	IHPxMo17	41,3	26,3	33,8 ab	106,6	58,9	82,8 ab
Ortalama		31,3 A	24,8 B	28,1 A	90,0 A	50,6 B	70,3 A
ESG100	B73	28,7	21,0	24,8 c	84,1	62,7	73,4 bc
	Mo17	17,0	14,0	15,5 d	52,5	41,5	47,0 c
	IHO	22,5	22,6	22,5 cd	49,3	45,9	47,6 c
	IHP	25,5	28,8	27,1 bc	57,1	54,1	55,6 bc
	IHOxB73	32,7	28,6	30,6 bc	90,5	60,2	75,3 ab
	IHOxMo17	29,1	28,2	28,6 bc	81,4	62,7	72,0 bc
	IHPxB73	38,0	36,2	37,1 a	96,8	86,0	91,4 a
	IHPxMo17	38,7	29,0	33,8 ab	106,8	65,2	86,0 a
Ortalama		29,0 A	26,0 B	27,5 A	77,3 A	59,8 B	68,5 A
ESG122	B73	24,3	17,7	21,0 bc	69,6	51,9	60,8 ab
	Mo17	15,4	11,9	13,7 d	48,4	39,1	43,7 ab
	IHO	21,7	17,1	19,4 cd	51,8	37,9	44,8 ab
	IHP	17,9	22,8	20,4 bc	36,8	44,5	40,7 b
	IHOxB73	25,3	22,1	23,7 bc	69,5	60,2	64,8 ab
	IHOxMo17	25,9	21,2	23,6 bc	60,2	51,4	55,8 ab
	IHPxB73	27,7	29,2	28,5 a	62,8	80,7	71,7 a
	IHPxMo17	29,8	23,9	26,8 ab	67,4	65,5	66,5 ab
Ortalama		23,5 A	20,7 B	22,1 B	58,3 A	53,9 A	56,1 B

Not: Aynı ESG’de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG’de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 10. Ölçüm tarihlerine göre koçan ve tane kuru ağırlıklarının genotiplere göre ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Koçan Kuru Ağırlık (g)			Tane Kuru Ağırlık (g)		
		2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
ESG82	B73	23,1 b	15,8 c	19,5 c	0,14	0,10	0,12 a
	Mo17	22,1 b	16,0 c	19,1 c	0,20	0,13	0,17 a
	IHO	38,7 ab	25,1 bc	31,9 bc	0,56	0,26	0,41 a
	IHP	41,3 ab	27,6 bc	34,4 bc	0,35	0,17	0,26 a
	IHOxB73	62,5 a	38,2 ab	50,4 ab	0,50	0,28	0,39 a
	IHOxMo17	63,8 a	47,9 a	55,8 a	0,48	0,29	0,39 a
	IHPxB73	71,9 a	46,0 a	59,0 a	0,52	0,19	0,36 a
	IHPxMo17	55,3 a	39,6 ab	47,5 ab	0,42	0,36	0,39 a
Ortalama		47,3 A	32,0 B	39,7 C	0,40 A	0,22 B	0,31 C
ESG100	B73	45,5 c	43,2 b	44,4 b	1,26	1,49	1,38 cd
	Mo17	41,9 c	45,7 b	43,8 b	2,34	2,84	2,59 bc
	IHO	63,2 bc	36,1 b	49,6 b	2,72	2,93	2,83 b
	IHP	43,4 c	37,7 b	40,5 b	1,63	1,90	1,76 d
	IHOxB73	92,1 ab	137,2 a	114,6 a	2,43	3,83	3,13 ab
	IHOxMo17	98,9 ab	145,8 a	122,3 a	2,90	4,52	3,71 a
	IHPxB73	113,1 a	155,2 a	134,1 a	2,46	3,31	2,88 ab
	IHPxMo17	105,4 a	136,9 a	121,2 a	2,47	4,01	3,24 ab
Ortalama		75,4 B	92,2 A	83,8 B	2,28 B	3,10 A	2,69 B
ESG122	B73	69,9 bc	43,2 b	56,5 b	3,79	3,61	3,70 c
	Mo17	43,8 cd	45,7 b	44,7 b	5,14	5,35	5,25 a
	IHO	76,5 b	36,1 b	56,3 b	4,23	4,02	4,13 bc
	IHP	35,2 d	37,7 b	36,4 b	2,68	2,92	2,80 d
	IHOxB73	139,2 a	137,2 a	138,2 a	4,23	5,41	4,82 ab
	IHOxMo17	149,4 a	145,8 a	147,6 a	5,00	6,09	5,54 a
	IHPxB73	129,4 a	155,2 a	142,3 a	4,70	5,33	5,02 a
	IHPxMo17	137,6 a	136,9 a	137,2 a	5,39	5,99	5,69 a
Ortalama		97,6 A	92,2 A	94,9 A	4,40 B	4,84 A	4,62 A

Not: Aynı ESG'de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG'de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 11. Ölçüm tarihlerine göre yaprak ve sap nem oranlarının genotiplere göre ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Yaprak Nem Oranı (%)			Sap Nem Oranı (%)		
		2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
ESG40	B73	83,1	80,6	81,8 a	89,5	89,3	89,4
	Mo17	84,6	80,7	82,7 a	90,7	89,4	90,1
	IHO	84,0	79,1	81,5 a	90,5	89,4	90,0
	IHP	83,1	81,1	82,1 a	91,0	88,9	89,9
	IHOxB73	84,6	79,8	82,2 a	87,1	89,8	88,5
	IHOxMo17	83,9	79,3	81,6 a	88,3	89,3	88,8
	IHPxB73	84,0	80,5	82,2 a	90,4	89,6	90,0
	IHPxMo17	84,4	80,8	82,6 a	89,8	89,3	89,6
Ortalama		83,9 A	80,2 B	82,1 A	89,7 A	89,4 A	89,5 A
ESG60	B73	80,2	78,1	79,1 a	89,5	89,1	89,3
	Mo17	80,2	79,7	80,0 a	90,1	89,7	89,9
	IHO	80,0	78,0	79,0 a	89,4	88,9	89,2
	IHP	80,7	79,8	80,3 a	89,5	89,4	89,4
	IHOxB73	79,2	78,0	78,6 a	87,9	87,9	87,9
	IHOxMo17	80,0	77,1	78,6 a	87,4	87,4	87,4
	IHPxB73	79,7	79,2	79,5 a	88,8	89,6	89,2
	IHPxMo17	80,7	79,0	79,9 a	90,1	89,1	89,6
Ortalama		80,1 A	78,6 B	79,4 A	89,1 A	88,9 A	89,0 A
ESG82	B73	74,4	71,5	73,0 ab	79,8	78,9	79,3
	Mo17	74,4	72,8	73,6 a	76,1	80,4	78,3
	IHO	72,6	68,7	70,6 c	75,1	76,2	75,7
	IHP	72,6	71,6	72,1 bc	75,8	79,7	77,8
	IHOxB73	71,4	69,5	70,4 c	72,4	77,4	74,9
	IHOxMo17	72,6	69,2	70,9 bc	75,9	77,4	76,6
	IHPxB73	73,0	71,4	72,2 bc	73,9	78,5	76,2
	IHPxMo17	72,7	71,1	71,9 bc	76,8	78,3	77,5
Ortalama		73,0 A	70,7 B	71,8 B	75,7 B	78,4 A	77,0 B
ESG100	B73	69,1	67,0	68,0 ab	72,3	72,1	72,2
	Mo17	71,2	71,0	71,1 a	74,8	76,7	75,7
	IHO	68,4	66,4	67,4 b	75,1	72,6	73,9
	IHP	67,4	68,1	67,7 b	73,5	74,8	74,1
	IHOxB73	68,3	65,9	67,1 b	73,4	74,2	73,8
	IHOxMo17	69,3	66,4	67,9 b	74,2	74,0	74,1
	IHPxB73	69,9	68,1	69,0 ab	73,3	73,7	73,5
	IHPxMo17	69,3	68,4	68,9 ab	73,5	76,3	74,9
Ortalama		69,1 A	67,6 B	68,4 C	73,8 A	74,3 A	74,0 C
ESG122	B73	18,7	34,5	26,6 b	65,9	67,7	66,8
	Mo17	38,6	48,2	43,4 ab	69,5	69,1	69,3
	IHO	42,4	39,9	41,1 ab	66,3	67,1	66,7
	IHP	17,2	37,2	27,2 ab	69,6	68,7	69,2
	IHOxB73	30,9	47,7	39,3 ab	70,1	70,3	70,2
	IHOxMo17	43,9	52,5	48,2 ab	69,5	70,1	69,8
	IHPxB73	21,4	38,4	29,9 ab	67,9	68,9	68,4
	IHPxMo17	24,5	38,7	31,6 a	72,3	69,6	71,0
Ortalama		29,7 B	42,1 A	35,9 D	68,9 A	68,9 A	68,9 D

Not: Aynı ESG’de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG’de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 12. Ölçüm tarihlerine göre koçan ve tane nem oranlarının genotiplere göre ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Koçan Nem Oranı (%)			Tane Nem Oranı (%)		
		2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
ESG82	B73	84,2 a	82,5 a	83,4 a	87,2	85,6	86,4 a
	Mo17	83,2 a	85,8 a	84,5 a	87,8	88,6	88,2 a
	IHO	77,7 a	83,2 a	80,4 a	80,4	88,0	84,2 a
	IHP	79,8 a	83,1 a	81,4 a	83,3	88,1	85,7 a
	IHOxB73	79,2 a	83,2 a	81,2 a	80,9	87,2	84,1 a
	IHOxMo17	80,4 a	81,7 a	81,1 a	86,6	88,2	87,4 a
	IHPxB73	79,7 a	84,8 a	82,3 a	81,6	89,3	85,5 a
	IHPxMo17	83,3 a	84,2 a	83,7 a	85,6	87,4	86,5 a
Ortalama		81,0 A	83,6 A	82,3 A	84,2 B	87,8 A	86,0 A
ESG100	B73	72,6 ab	69,6 ab	71,1 ab	68,8	70,0	69,4 a
	Mo17	73,9 a	67,5 ab	70,7 ab	64,9	61,1	63,0 ab
	IHO	61,9 c	75,9 a	68,9 ab	50,2	52,4	51,3 b
	IHP	68,8 a-c	78,7 a	73,8 a	53,2	58,2	55,7 b
	IHOxB73	64,5 c	51,3 b	57,9 c	57,0	50,5	53,8 b
	IHOxMo17	65,4 bc	51,2 b	58,3 c	57,7	51,5	54,6 b
	IHPxB73	65,5 bc	50,9 b	58,2 c	57,5	55,8	56,6 ab
	IHPxMo17	68,4 a-c	56,4 b	62,4 bc	62,9	52,3	57,6 ab
Ortalama		67,6 A	62,7 B	65,2 B	59,0 A	56,5 A	57,8 B
ESG122	B73	47,2 ab	56,1 ab	51,6 ab	32,3	45,2	38,7 a
	Mo17	60,5 a	55,0 a-c	57,7 a	37,9	35,3	36,6 a
	IHO	46,0 ab	52,7 a-c	49,3 ab	33,8	30,6	32,2 a
	IHP	57,5 ab	58,5 a	58,0 a	30,7	40,9	35,8 a
	IHOxB73	42,8 b	41,2 c	42,0 b	32,0	29,4	30,7 a
	IHOxMo17	45,8 ab	43,3 bc	44,5 b	36,4	31,5	34,0 a
	IHPxB73	43,3 b	43,9 a-c	43,6 b	32,5	33,1	32,8 a
	IHPxMo17	45,2 ab	41,8 bc	43,5 b	35,5	29,2	32,3 a
Ortalama		48,5 A	49,1 A	48,8 C	33,9 A	34,4 A	34,1 C

Not: Aynı ESG’de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG’de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 13. Ölçüm tarihlerine göre toplam ve kuru yaprak alanının genotiplere göre ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Yaprak Alanı (cm ²)			Yaprak Kuru Alanı (cm ²)		
		2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
ESG40	B73	539,2	507,2	523,2 c	27,4 a	15,2 b	21,3 a
	Mo17	556,5	568,8	562,6 bc	26,1 a	14,9 b	20,5 a
	IHO	781,9	784,8	783,4 bc	30,2 a	22,6 ab	26,4 a
	IHP	749,6	806,4	778,0 bc	30,6 a	24,0 ab	27,3 a
	IHOxB73	1134,2	1107,0	1120,6 ab	56,0 a	41,6 ab	48,8 a
	IHOxMo17	685,6	1182,7	934,2 bc	27,1 a	36,5 ab	31,8 a
	IHPxB73	1330,8	1236,7	1283,8 a	47,4 a	47,9 a	47,6 a
	IHPxMo17	1386,3	1035,6	1210,9 a	69,2 a	37,9 ab	53,6 a
Ortalama		895,5 A	903,7 A	899,6 E	39,3 A	30,1 A	34,7 D
ESG60	B73	2586,6	2242,2	2414,4 c	63,1 a	81,1 a	73,7 a
	Mo17	2492,2	2065,4	2278,8 c	22,2 a	99,4 a	61,0 a
	IHO	3151,4	3490,2	3320,8 bc	62,4 a	157,2 a	111,6 a
	IHP	3137,5	2993,7	3065,6 bc	72,6 a	169,2 a	120,9 a
	IHOxB73	3902,0	4207,3	4054,7 ab	107,5 a	153,6 a	133,1 a
	IHOxMo17	3833,1	4397,5	4115,3 ab	71,0 a	22,1 a	46,5 a
	IHPxB73	3977,5	4445,5	4211,5 a	101,0 a	145,4 a	122,9 a
	IHPxMo17	4352,8	3722,7	4037,7 ab	80,5 a	132,1 a	106,3 a
Ortalama		3429,1 A	3445,6 A	3437,4 C	72,5 B	120,0 A	96,9 D
ESG82	B73	4611,7	3299,6	3955,7 cd	321,1 a	281,6 a	301,4 ab
	Mo17	2965,7	2510,8	2738,3 e	232,7 a	115,0 a	173,8 b
	IHO	3903,3	4447,4	4175,4 cd	371,6 a	287,1 a	329,4 ab
	IHP	3758,3	3042,5	3400,4 de	390,7 a	434,2 a	412,4 a
	IHOxB73	4925,1	3939,4	4432,2 bc	400,4 a	257,0 a	328,7 ab
	IHOxMo17	5014,9	3894,9	4454,9 bc	224,3 a	205,9 a	215,1 ab
	IHPxB73	5630,4	5561,9	5596,1 a	305,3 a	302,7 a	304,0 ab
	IHPxMo17	6282,7	4185,7	5234,2 ab	460,5 a	195,4 a	327,9 ab
Ortalama		4636,5 A	3860,3 B	4248,4 A	338,3 A	259,9 B	299,1 C
ESG100	B73	3964,3	2711,0	3337,6 d	1262,3 ab	661,5 a	961,9 ab
	Mo17	2648,6	2121,3	2385,0 e	609,9 b	294,3 a	452,1 b
	IHO	3748,8	3856,7	3802,7 cd	888,3 ab	778,8 a	833,5 ab
	IHP	3346,5	3115,1	3230,8 d	1056,5 ab	868,4 a	962,4 ab
	IHOxB73	4530,1	3955,7	4242,9 bc	907,2 ab	531,2 a	719,2 ab
	IHOxMo17	4366,4	4031,7	4199,0 bc	621,1 b	533,4 a	577,3 ab
	IHPxB73	5393,4	4966,7	5180,0 a	1530,5 a	739,4 a	1135,0 a
	IHPxMo17	5794,1	4031,1	4912,6 ab	1059,5 ab	467,6 a	763,6 ab
Ortalama		4224,0 A	3598,6 B	3911,3 B	991,9 A	609,3 B	800,6 B
ESG122	B73	3004,6	2282,2	2643,4 cd	2806,9 bc	1915,3 a	2361,1c
	Mo17	2148,0	1809,1	1978,5 d	1823,7 d	1440,4 a	1632,1 c
	IHO	2439,4	3133,9	2786,7 bc	2268,8 cd	2019,8 a	2144,3 c
	IHP	2962,2	2388,0	2675,1 bc	2252,2 cd	2624,4 a	2438,3 bc
	IHOxB73	3348,3	2944,2	3146,3 bc	2934,6 a-c	1988,2 a	2461,4 bc
	IHOxMo17	3912,1	3013,1	3462,6 ab	2968,2 a-c	1610,1 a	2289,1 c
	IHPxB73	3863,1	3904,0	3883,6 a	3537,1 ab	3050,2 a	3293,7 a
	IHPxMo17	4330,3	3163,1	3746,7 a	3842,1 a	2665,5 a	3253,8 ab
Ortalama		3251,0 A	2829,7 B	3040,4 D	2804,2 A	2164,2 B	2484,2 A

Not: Aynı ESG’de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG’de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 14. Ölçüm tarihlerine göre yeşil yaprak alanı ve yeşillik indeksinin genotiplere göre ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Yaprak Yeşil Alanı (cm ²)			Yeşillik İndeksi (%)		
		2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
ESG40	B73	529,3	492,1	510,7 b	94,5	96,6	95,6 a
	Mo17	530,3	553,9	542,1 b	93,8	97,3	95,6 a
	IHO	704,2	783,8	744,0 ab	94,7	97,1	95,9 a
	IHP	752,9	760,8	756,8 ab	95,1	96,8	96,0 a
	IHOxB73	1078,1	1065,4	1071,8 ab	94,5	96,2	95,4 a
	IHOxMo17	653,6	1146,3	899,9 ab	95,4	96,7	96,0 a
	IHPxB73	1283,5	1188,8	1236,1 a	95,1	96,3	95,7 a
	IHPxMo17	1312,5	997,6	1155,0 a	94,8	96,1	95,5 a
Ortalama		855,5 A	873,6 A	864,6 C	94,7 B	96,7 A	95,7 AB
ESG60	B73	2386,1	2161,0	2339,5 c	97,4	95,7	96,6 a
	Mo17	2407,4	1966,0	2180,6 c	99,1	95,2	97,1 a
	IHO	2716,0	2836,6	2974,8 bc	97,8	94,8	96,3 a
	IHP	3078,8	3320,9	3199,9 a-c	97,7	95,2	96,4 a
	IHOxB73	3613,9	4053,7	3945,0 ab	97,2	95,9	96,5 a
	IHOxMo17	3845,4	4375,5	4100,4 ab	98,3	99,5	98,9 a
	IHPxB73	4034,2	4300,1	4138,5 a	97,7	96,4	97,1 a
	IHPxMo17	4272,3	3590,6	3931,5 ab	98,2	96,2	97,2 a
Ortalama		3294,3 A	3325,6 A	3351,2 B	97,9 A	96,1 B	97,1 A
ESG82	B73	4290,6	3018,0	3654,3 cd	92,9	91,9	92,4 a
	Mo17	2533,1	2395,8	2464,4 e	92,3	95,4	93,8 a
	IHO	3386,7	2755,3	3071,0 de	90,5	90,9	90,7 a
	IHP	3512,7	4013,1	3762,9 cd	90,2	90,5	90,3 a
	IHOxB73	4524,7	3682,4	4103,6 bc	92,1	93,6	92,9 a
	IHOxMo17	4790,6	3689,0	4239,8 bc	95,5	94,9	95,2 a
	IHPxB73	5325,1	5259,2	5292,1 a	94,6	94,6	94,6 a
	IHPxMo17	5822,2	3990,3	4906,3 ab	92,8	95,6	94,2 a
Ortalama		4273,2 A	3600,4 B	3936,8 A	92,6 A	93,4 A	93,0 B
ESG100	B73	2702,0	2049,5	2375,7 cd	67,7	75,7	71,7 b
	Mo17	2038,8	1827,0	1932,9 d	76,5	86,0	81,2 ab
	IHO	2458,2	2336,3	2397,2 cd	71,7	76,1	73,9 ab
	IHP	2692,3	2988,3	2840,3 bc	73,0	77,6	75,3 ab
	IHOxB73	3622,9	3424,5	3523,7 ab	79,8	86,9	83,4 ab
	IHOxMo17	3745,3	3498,2	3621,8 a	85,8	86,7	86,2 a
	IHPxB73	3821,5	4227,3	4024,4 a	72,1	85,1	78,6 ab
	IHPxMo17	4734,6	3563,5	4149,0 a	81,8	89,0	85,4 a
Ortalama		3226,9 A	2989,3B	3108,1 B	76,0 B	82,9 A	79,5 C
ESG122	B73	289,8	366,9	328,4 b	9,5	15,8	12,7 b
	Mo17	425,2	368,6	396,9 b	19,1	19,8	19,5 ab
	IHO	849,1	368,2	608,6 b	27,5	15,3	21,4 ab
	IHP	299,9	509,6	404,7 b	12,5	16,4	14,4 b
	IHOxB73	612,1	956,0	784,0 ab	19,9	31,7	25,8 ab
	IHOxMo17	1253,1	1403,0	1328,1 a	30,0	47,5	38,8 a
	IHPxB73	471,6	853,9	662,8 ab	12,2	21,2	16,7 b
	IHPxMo17	672,4	497,7	585,0 b	15,1	18,3	16,7 b
Ortalama		609,1 A	665,5 A	637,3 C	18,2 A	23,2 A	20,7 D

Not: Aynı ESG’de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG’de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 15. Ölçüm tarihlerine göre yaprak alan indeksi ve yeşil yaprak alan indeksinin genotiplere göre ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Yaprak Alan İndeksi (%)			Yeşil Yaprak Alan İndeksi (%)		
		2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
ESG40	B73	0,39	0,36	0,37 c	0,38	0,35	0,36 c
	Mo17	0,40	0,41	0,40 c	0,38	0,40	0,39 bc
	IHO	0,54	0,58	0,56 bc	0,50	0,56	0,53 bc
	IHP	0,56	0,56	0,56 bc	0,54	0,54	0,54 bc
	IHOxB73	0,81	0,79	0,80 ab	0,77	0,76	0,77 ab
	IHOxMo17	0,49	0,84	0,67 a-c	0,47	0,82	0,64 bc
	IHPxB73	0,95	0,88	0,92 a	0,92	0,85	0,88 a
	IHPxMo17	0,99	0,74	0,86 ab	0,94	0,71	0,83 a
Ortalama		0,64 A	0,65 A	0,64 E	0,61 A	0,62 A	0,62 C
ESG60	B73	1,85	1,60	1,72 c	1,70	1,55	1,63 c
	Mo17	1,78	1,48	1,63 c	1,72	1,40	1,56 c
	IHO	2,24	2,14	2,19 bc	1,94	2,03	1,99 bc
	IHP	2,25	2,49	2,37 bc	2,20	2,37	2,29 a-c
	IHOxB73	2,79	3,01	2,90 ab	2,58	2,90	2,74 ab
	IHOxMo17	2,74	3,14	2,94 ab	2,75	3,13	2,94 a
	IHPxB73	2,84	3,18	3,01 a	2,88	3,07	2,97 a
	IHPxMo17	3,11	2,66	2,88 ab	3,05	2,57	2,80 a
Ortalama		2,45 A	2,46 A	2,46 C	2,35 A	2,38 A	2,37 B
ESG82	B73	3,29	2,36	2,83 cd	3,06	2,16	2,61 cd
	Mo17	2,12	1,79	1,96 e	1,81	1,71	1,76 e
	IHO	2,68	2,17	2,43 de	2,42	1,97	2,19 de
	IHP	2,79	3,18	2,98 cd	2,51	2,87	2,69 cd
	IHOxB73	3,52	2,81	3,17 bc	3,23	2,63	2,93 bc
	IHOxMo17	3,58	2,78	3,18 bc	3,42	2,63	3,03 bc
	IHPxB73	4,02	3,97	4,00 a	3,80	3,76	3,78 a
	IHPxMo17	4,49	2,99	3,74 ab	4,16	2,85	3,50 ab
Ortalama		3,31 A	2,76 B	3,03 A	3,05 A	2,57 B	2,81 A
ESG100	B73	2,83	1,94	2,38 d	1,93	1,46	1,70 cd
	Mo17	1,89	1,52	1,70 e	1,46	1,31	1,38 d
	IHO	2,39	2,23	2,31 d	1,76	1,67	1,71 cd
	IHP	2,68	2,75	2,72 cd	1,92	2,13	2,03 bc
	IHOxB73	3,24	2,83	3,03 bc	2,59	2,45	2,52 ab
	IHOxMo17	3,12	2,88	3,00 bc	2,68	2,50	2,59 a
	IHPxB73	3,85	3,55	3,70 a	2,73	3,02	2,87 a
	IHPxMo17	4,14	2,88	3,51 ab	3,38	2,55	2,96 a
Ortalama		3,02 A	2,57 B	2,79 B	2,30 A	2,14 B	2,22 B
ESG122	B73	2,15	1,63	1,89 cd	0,21	0,26	0,23 b
	Mo17	1,53	1,29	1,41d	0,30	0,26	0,28 b
	IHO	2,12	1,71	1,91 bc	0,61	0,26	0,43 b
	IHP	1,74	2,24	1,99 bc	0,21	0,36	0,29 b
	IHOxB73	2,39	2,10	2,25 bc	0,44	0,68	0,56 ab
	IHOxMo17	2,79	2,15	2,47 ab	0,90	1,00	0,95 a
	IHPxB73	2,76	2,79	2,77 a	0,34	0,61	0,47 b
	IHPxMo17	3,09	2,26	2,68 a	0,48	0,36	0,42 b
Ortalama		2,32 A	2,02 B	2,17 D	0,44 A	0,48 A	0,46 C

Not: Aynı ESG’de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG’de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 16. Ölçüm tarihlerine göre alan bazlı klorofil a klorofil b içeriklerinin genotiplere göre ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Klorofil a (µg/cm²)			Klorofil b (µg/cm²)		
		2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
ESG40	B73	13,9 ab	13,9 a	13,9 ab	2,02 ab	2,30 a	2,16 a
	Mo17	10,6 ab	12,5 a	11,6 b	1,43 ab	3,26 a	2,35 a
	IHO	10,3 ab	13,3 a	11,8 b	1,56 ab	2,03 a	1,80 a
	IHP	17,1 a	17,8 a	17,5 a	2,40 a	2,88 a	2,64 a
	IHOxB73	8,9 b	13,4 a	11,2 b	1,28 b	2,28 a	1,78 a
	IHOxMo17	11,9 ab	15,4 a	13,7 ab	1,74 ab	2,51 a	2,13 a
	IHPxB73	10,2 b	13,2 a	11,7 b	1,52 ab	2,26 a	1,89 a
	IHPxMo17	14,5 ab	13,3 a	13,9 ab	2,16 ab	2,22 a	2,19 a
Ortalama		12,2 B	14,1 A	13,1 C	1,76 B	2,47 A	2,12 C
ESG60	B73	20,9 a	13,8 a	17,4 a	3,76 a	2,72 a	3,24 a
	Mo17	19,1 ab	8,6 a	13,8 a	3,46 a-c	1,77 a	2,61 a
	IHO	16,3 ab	12,9 a	14,6 a	2,85 bc	2,60 a	2,72 a
	IHP	15,4 b	15,7 a	15,6 a	2,73 c	3,08 a	2,90 a
	IHOxB73	19,2 ab	13,0 a	16,1 a	3,52 a-c	2,63 a	3,07 a
	IHOxMo17	19,6 ab	13,9 a	16,7 a	3,67 ab	2,72 a	3,19 a
	IHPxB73	18,4 ab	14,4 a	16,4 a	3,32 a-c	2,87 a	3,10 a
	IHPxMo17	15,6 b	14,1 a	14,8 a	2,92 bc	2,80 a	2,86 a
Ortalama		18,1 A	13,3 B	15,7 B	3,28 A	2,65 B	2,96 B
ESG82	B73	17,8 a	23,4 a	20,6 ab	3,15 a	3,78 a	3,47 b
	Mo17	19,3 a	21,7 a	20,5 b	3,64 a	3,54 a	3,59 b
	IHO	21,2 a	23,3 a	22,3 ab	3,62 a	4,82 a	4,22 ab
	IHP	19,0 a	24,4 a	21,7 ab	3,42 a	4,12 a	3,77 ab
	IHOxB73	22,0 a	28,2 a	25,1 ab	4,29 a	4,75 a	4,52 ab
	IHOxMo17	24,0 a	31,2 a	27,6 a	4,93 a	5,99 a	5,46 a
	IHPxB73	25,6 a	24,6 a	25,1 ab	5,02 a	4,16 a	4,59 ab
	IHPxMo17	21,7 a	23,8 a	22,8 ab	4,34 a	4,08 a	4,21 ab
Ortalama		21,3 B	25,1 A	23,2 A	4,05 A	4,41 A	4,23 A
ESG100	B73	11,5 a	11,9 b	11,7 b	2,26 a	2,04 b	2,15 b
	Mo17	16,5 a	14,1 b	15,3 ab	3,35 a	2,46 b	2,91 ab
	IHO	15,9 a	14,6 b	15,2 ab	2,73 a	2,55 b	2,64 ab
	IHP	12,2 a	20,2 ab	16,2 ab	2,11 a	4,76 ab	3,44 ab
	IHOxB73	13,2 a	19,5 ab	16,4 ab	2,56 a	3,55 ab	3,06 ab
	IHOxMo17	17,4 a	19,7 ab	18,6 a	2,54 a	3,90 ab	3,22 ab
	IHPxB73	14,4 a	21,1 ab	17,8 ab	2,81 a	4,03 ab	3,42 ab
	IHPxMo17	13,3 a	28,6 a	20,9 a	2,64 a	5,94 a	4,29 a
Ortalama		14,3 B	18,7 A	16,5 B	2,62 B	3,65 A	3,14 B
ESG122	B73	0,27 a	3,95 a	2,11 b	0,20 b	0,85 a	0,52 b
	Mo17	3,60 a	3,86 a	3,73 ab	0,99 ab	0,87 a	0,93 ab
	IHO	5,56 a	3,50 a	4,53 ab	1,25 ab	0,67 a	0,96 ab
	IHP	0,75 a	2,58 a	1,66 b	0,33 ab	0,58 a	0,46 b
	IHOxB73	0,84 a	7,40 a	4,12 ab	0,33 ab	1,45 a	0,89 ab
	IHOxMo17	6,24 a	10,51 a	8,37 a	1,50 a	1,99 a	1,75 a
	IHPxB73	0,65 a	7,23 a	3,94 ab	0,27 ab	1,53 a	0,90 ab
	IHPxMo17	3,13 a	8,59 a	5,86 ab	0,79 ab	1,84 a	1,32 ab
Ortalama		2,63 B	5,95 A	4,29 D	0,71 B	1,22 A	0,97 D

Not: Aynı ESG’de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG’de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 17. Ölçüm tarihlerine göre alan bazlı toplam klorofil ve ağırlık bazlı klorofil a içeriklerinin genotiplere göre ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Toplam Klorofil (µg/cm ²)			Klorofil a (µg/g)		
		2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
ESG40	B73	16,1 ab	16,4 a	16,3 ab	417,3 a-c	852,2 a	634,7 ab
	Mo17	12,2 ab	16,0 a	14,1 ab	350,7 c	752,4 a	551,5 b
	IHO	12,0 ab	15,5 a	13,7 b	360,2 bc	852,8 a	606,5 ab
	IHP	19,8 a	21,0 a	20,4 a	621,4 ab	999,0 a	810,2 a
	IHOxB73	10,4 b	15,9 a	13,1 b	328,4 c	731,0 a	529,7 b
	IHOxMo17	13,8 ab	18,1 a	16,0 ab	424,3 a-c	911,6 a	668,0 ab
	IHPxB73	11,8 ab	15,6 a	13,7 b	360,1 bc	745,2 a	552,6 b
	IHPxMo17	16,8 ab	13,9 a	15,4 ab	647,8 a	802,3 a	725,1 ab
Ortalama		14,1 B	16,6 A	15,4 C	438,8 B	830,8 A	634,8 C
ESG60	B73	25,0 a	16,8 a	20,9 a	1150,3 ab	857,4 ab	1003,9 a
	Mo17	22,8 ab	10,5 a	16,6 a	1075,8 ab	532,8 b	804,3 a
	IHO	19,4 ab	15,7 a	17,6 a	904,7 ab	889,2 ab	897,0 a
	IHP	18,4 b	19,0 a	18,7 a	890,8 b	980,4 a	935,6 a
	IHOxB73	23,0 ab	15,8 a	19,4 a	1038,5 ab	937,3 ab	987,9 a
	IHOxMo17	23,5 ab	16,8 a	20,2 a	1182,7 a	924,2 ab	1053,5 a
	IHPxB73	22,0 ab	17,4 a	19,7 a	1083,0 ab	984,1 a	1033,6 a
	IHPxMo17	18,7 b	17,1 a	17,9 a	941,7 ab	943,5 ab	942,6 a
Ortalama		21,6 A	16,1 B	18,9 B	1033,5 A	881,1 B	957,3 B
ESG82	B73	21,2 a	27,6 a	24,4 b	935,9 a	1496,7 a	1216,3 a
	Mo17	23,2 a	25,6 a	24,4 b	1041,3 a	1334,2 a	1187,8 a
	IHO	25,2 a	28,5 a	26,8 ab	1069,1 a	1472,2 a	1270,7 a
	IHP	22,7 a	28,8 a	25,8 ab	998,0 a	1422,3 a	1210,1 a
	IHOxB73	26,6 a	33,3 a	30,0 ab	1101,2 a	1762,9 a	1432,1 a
	IHOxMo17	29,3 a	37,7 a	33,5 a	1240,2 a	1966,2 a	1603,2 a
	IHPxB73	31,0 a	29,1 a	30,1 ab	1262,6 a	1533,4 a	1398,0 a
	IHPxMo17	26,4 a	28,2 a	27,3 ab	1235,5 a	1464,2 a	1349,8 a
Ortalama		25,7 B	29,9 A	27,8 A	1110,5 B	1556,5 A	1333,5 A
ESG100	B73	13,9 a	14,2 b	14,0 b	576,7 a	706,0 c	641,4 c
	Mo17	20,0 a	16,8 b	18,4 ab	885,7 a	887,4 bc	886,5 bc
	IHO	18,8 a	17,4 b	18,1 ab	822,6 a	905,9 bc	864,2 bc
	IHP	14,5 a	25,3 ab	19,9 ab	648,9 a	1225,2 bc	937,0 bc
	IHOxB73	16,0 a	23,3 ab	19,7 ab	707,9 a	1140,4 bc	924,2 bc
	IHOxMo17	20,2 a	23,9 ab	22,1 a	922,5 a	1261,7 a-c	1092,1 ab
	IHPxB73	17,5 a	25,4 ab	21,4 ab	741,7 a	1341,2 ab	1041,5 ab
	IHPxMo17	16,1 a	35,0 a	25,5 a	780,7 a	1805,8 a	1293,3 a
Ortalama		17,1 B	22,7 A	19,9 B	760,8 B	1159,2 A	960,0 B
ESG122	B73	0,47 a	4,86 a	2,67 b	25,1 b	215,5 a	120,3 b
	Mo17	4,64 a	4,79 a	4,72 ab	206,2 ab	245,2 a	225,7 ab
	IHO	6,89 a	4,23 a	5,56 ab	293,0 ab	192,3 a	242,6 ab
	IHP	1,09 a	3,20 a	2,14 b	63,0 ab	169,6 a	116,3 b
	IHOxB73	1,19 a	8,96 a	5,08 ab	69,5 ab	427,2 a	248,4 ab
	IHOxMo17	7,83 a	12,72 a	10,27 a	380,7 a	612,1 a	496,4 a
	IHPxB73	0,93 a	8,87 a	4,90 ab	56,5 ab	549,9 a	303,2 ab
	IHPxMo17	3,96 a	10,56 a	7,26 ab	173,5 ab	557,4 a	365,4 ab
Ortalama		3,37 B	7,27 A	5,32 D	158,4 B	371,2 A	264,8 D

Not: Aynı ESG’de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG’de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 18. Ölçüm tarihlerine göre ağırlık bazlı klorofil b ve toplam klorofil içeriklerinin genotiplere göre ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Klorofil b (µg/g)			Toplam Klorofil (µg/g)		
		2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
ESG40	B73	60,7 ab	140,3 a	100,5 a	484,2 a-c	1005,2 a	744,7 ab
	Mo17	47,7 b	185,7 a	116,7 a	403,6 c	949,4 a	676,5 b
	IHO	55,1 ab	130,0 a	92,6 a	420,6 bc	995,5 a	708,1 ab
	IHP	87,1 ab	162,1 a	124,6 a	717,7 ab	1176,0 a	946,9 a
	IHOxB73	46,2 b	124,0 a	85,1 a	379,5 c	865,8 a	622,7 b
	IHOxMo17	61,9 ab	149,2 a	105,5 a	492,5 a-c	1074,3 a	783,4 ab
	IHPxB73	53,4 b	127,9 a	90,7 a	418,9 bc	884,2 a	651,5 b
	IHPxMo17	96,7 a	135,3 a	116,0 a	754,1 a	949,6 a	851,8 ab
Ortalama		63,6 B	144,3 A	104,0 C	508,9 B	987,5 A	748,2 C
ESG60	B73	206,8 ab	168,4 ab	187,6 a	1374,3 ab	1038,6 ab	1206,4 ab
	Mo17	194,8 ab	109,8 b	152,3 a	1286,6 ab	650,6 b	968,6 b
	IHO	158,2 b	178,5 ab	168,4 a	1076,4 ab	1081,0 ab	1078,7 ab
	IHP	157,4 b	193,5 a	175,5 a	1061,6 b	1188,6 a	1125,1 ab
	IHOxB73	191,3 ab	190,4 a	190,9 a	1245,3 ab	1141,7 ab	1193,5 ab
	IHOxMo17	220,8 a	181,9 ab	201,3 a	1421,1 a	1119,9 ab	1270,5 a
	IHPxB73	195,2 ab	196,9 a	196,1 a	1294,4 ab	1195,7 a	1245,0 ab
	IHPxMo17	176,5 ab	186,9 a	181,7 a	1132,3 ab	1144,5 ab	1138,4 ab
Ortalama		187,6 A	175,8 A	181,7 B	1236,5 A	1070,1 B	1153,3 B
ESG82	B73	166,0 a	242,1 a	204,0 b	1115,8 a	1761,0 a	1438,4 a
	Mo17	196,8 a	218,5 a	207,7 b	1253,6 a	1572,6 a	1413,1 a
	IHO	181,7 a	308,1 a	244,9 ab	1266,7 a	1802,3 a	1534,5 a
	IHP	180,0 a	237,9 a	209,0 b	1192,9 a	1681,3 a	1437,1 a
	IHOxB73	215,1 a	296,8 a	256,0 ab	1332,7 a	2086,0 a	1709,4 a
	IHOxMo17	255,2 a	378,0 a	316,6 a	1514,0 a	2373,5 a	1943,8 a
	IHPxB73	248,2 a	259,5 a	253,9 ab	1529,7 a	1815,7 a	1672,7 a
	IHPxMo17	247,4 a	252,4 a	249,9 ab	1501,3 a	1738,5 a	1619,9 a
Ortalama		211,3 B	274,2 A	242,7 A	1338,4 B	1853,9 A	1596,1 A
ESG100	B73	113,5 a	120,6 b	117,1 b	698,9 a	837,1 c	768,0 c
	Mo17	180,2 a	155,0 b	167,6 b	1079,1 a	1055,6 bc	1067,3 bc
	IHO	141,3 a	158,3 b	149,8 b	976,1 a	1077,7 bc	1026,9 bc
	IHP	112,4 a	288,7 ab	200,6 ab	770,9 a	1532,2 a-c	1151,6 a-c
	IHOxB73	137,5 a	206,8 ab	172,1 ab	856,0 a	1364,2 bc	1110,1 bc
	IHOxMo17	137,0 a	249,4 ab	193,2 ab	1073,2 a	1529,9 a-c	1301,5 ab
	IHPxB73	144,1 a	257,4 ab	200,8 ab	896,9 a	1618,6 ab	1257,7 ab
	IHPxMo17	154,5 a	376,5 a	265,5 a	946,9 a	2209,3 a	1578,1 a
Ortalama		140,1 B	226,6 A	183,3 B	912,2 B	1403,1 A	1157,7 B
ESG122	B73	24,6 b	55,8 a	40,2 b	50,1 c	274,6 a	162,4 b
	Mo17	71,3 ab	60,1 a	65,7 ab	280,6 ab	309,0 a	294,8 ab
	IHO	73,3 ab	42,8 a	58,1 ab	370,7 ab	237,9 a	304,3 ab
	IHP	42,3 ab	44,6 a	43,5 b	106,3 ab	216,8 a	161,5 b
	IHOxB73	38,5 b	84,2 a	61,3 ab	109,1 ab	517,9 a	313,4 ab
	IHOxMo17	100,7 a	118,5 a	109,6 a	487,1 a	739,7 a	613,4 a
	IHPxB73	32,1 b	127,9 a	80,0 ab	89,5 b	686,0 a	387,8 ab
	IHPxMo17	53,0 ab	125,9 a	89,5 ab	229,2 ab	691,6 a	460,4 ab
Ortalama		54,5 B	82,5 A	68,5 D	215,3 B	459,2 A	337,3 D

Not: Aynı ESG’de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG’de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 19. Ölçüm tarihlerine göre yaprak ve sap protein oranının genotiplere göre ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Yaprak Protein Oranı (%)			Sap Protein Oranı (%)		
		2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
ESG40	B73	16,0	15,0	15,5 a	10,7 ab	9,76 ab	10,2 a-c
	Mo17	15,2	13,6	14,4 a-d	12,0 a	9,70 ab	10,8 a
	IHO	15,7	13,9	14,8 a-c	11,7 a	9,82 ab	10,8 ab
	IHP	15,8	14,2	15,0 ab	10,9 ab	10,29 a	10,6 ab
	IHOxB73	13,7	13,0	13,3 b-d	8,23 b	9,57 ab	8,90 c
	IHOxMo17	15,5	12,5	14,0 a-d	9,60 ab	10,07 ab	9,84 a-c
	IHPxB73	14,1	12,3	13,2 cd	9,56 ab	8,46 b	9,01 c
	IHPxMo17	13,7	12,0	12,9 d	9,05 ab	9,47 ab	9,26 bc
Ortalama		15,0 A	13,3 B	14,1 A	10,23 A	9,64 B	9,93 A
ESG60	B73	12,0	12,5	12,2 a	7,54 a	6,83 ab	7,19 ab
	Mo17	13,2	11,4	12,3 a	7,54 a	7,12 a	7,33 ab
	IHO	12,3	10,7	11,5 a	7,29 a	6,91 ab	7,10 ab
	IHP	12,0	11,6	11,8 a	8,05 a	7,21 a	7,63 a
	IHOxB73	11,7	11,9	11,8 a	6,59 a	5,98 ab	6,28 b
	IHOxMo17	12,1	11,5	11,8 a	6,75 a	5,73 b	6,24 b
	IHPxB73	11,4	10,8	11,1 a	6,59 a	6,47 ab	6,53 ab
	IHPxMo17	12,2	10,4	11,3 a	7,52 a	5,90 ab	6,71 ab
Ortalama		12,1 A	11,4 B	11,7 C	7,23 A	6,52B	6,88 B
ESG82	B73	14,3	15,0	14,6 a	5,78 a	7,21 ab	6,50 ab
	Mo17	13,8	15,3	14,6 a	6,03 a	6,88 a-c	6,46 a-c
	IHO	14,0	14,0	14,0 a	6,01 a	6,27 c-e	6,14 a-d
	IHP	14,2	14,3	14,2 a	6,37 a	7,43 a	6,90 a
	IHOxB73	13,0	14,3	13,6 a	5,20 a	5,74 e	5,47 cd
	IHOxMo17	14,9	15,5	15,2 a	5,08 a	5,60 e	5,34 d
	IHPxB73	14,6	13,9	14,2 a	5,40 a	5,93 de	5,66 b-d
	IHPxMo17	13,3	14,7	14,0 a	5,29 a	6,52 b-d	5,91 a-d
Ortalama		14,0 B	14,6 A	14,3 A	5,66 B	6,45 A	6,05 CD
ESG100	B73	9,8	12,9	11,4 b	5,94 a	8,11 a	7,03 ab
	Mo17	12,3	14,1	13,2 a	5,93 a	6,61 bc	6,27 bc
	IHO	12,3	12,7	12,5 ab	5,27 a	7,27 ab	6,27 bc
	IHP	11,4	13,6	12,5 ab	5,80 a	8,52 a	7,16 a
	IHOxB73	11,3	13,4	12,4 ab	5,32 a	6,24 bc	5,78 cd
	IHOxMo17	11,8	13,0	12,4 ab	4,94 a	5,54 c	5,24 d
	IHPxB73	11,3	12,7	12,0 ab	4,80 a	5,95 c	5,38 d
	IHPxMo17	10,6	13,7	12,1 ab	5,16 a	6,68 bc	5,92 cd
Ortalama		11,4 B	13,3 A	12,3 B	5,40 B	6,86 A	6,13 C
ESG122	B73	8,1	10,8	9,5 a-c	5,34 a	7,23 ab	6,29 ab
	Mo17	9,6	10,3	10,0 ab	5,48 a	6,38 a-c	5,93 bc
	IHO	9,8	10,6	10,2 a	5,57 a	6,94 a-c	6,25 ab
	IHP	9,0	11,5	10,3 a	6,25 a	8,41 a	7,33 a
	IHOxB73	7,9	9,4	8,6 b-d	4,42 a	5,38 bc	4,90 c
	IHOxMo17	9,0	10,2	9,6 ab	4,68 a	5,04 c	4,86 c
	IHPxB73	6,8	8,7	7,7 d	4,51 a	5,44 bc	4,98 bc
	IHPxMo17	6,8	9,7	8,2 cd	4,97 a	6,15 bc	5,56 bc
Ortalama		8,4 B	10,1 A	9,3 D	5,15 B	6,37 A	5,76 D

Not: Aynı ESG’de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG’de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 20. Ölçüm tarihlerine göre tane protein ve karbonhidrat oranının genotiplere göre ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Tane Protein Oranı (%)			Tane Karbonhidrat Oranı (%)		
		2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
ESG82	B73	6,82 c	10,2 a	8,49 c	77,5 a	73,8 a	75,7 a
	Mo17	11,3 bc	11,5 a	11,4 bc	70,9 ab	72,4 a	71,7 ab
	IHO	17,8 ab	19,0 a	18,4 a	67,8 ab	64,9 a	66,3 b
	IHP	20,5 a	13,9 a	17,2 ab	62,9 b	71,1 a	67,0 b
	IHOxB73	13,4 a-c	16,8 a	15,1 ab	73,4 a	67,8 a	70,6 ab
	IHOxMo17	17,1 ab	17,1 a	17,1 ab	68,4 ab	67,4 a	67,9 b
	IHPxB73	16,9 ab	15,3 a	16,1 ab	67,9 ab	67,8 a	67,9 b
	IHPxMo17	16,3 ab	16,0 a	16,2 ab	69,0 ab	67,0 a	68,0 b
Ortalama		15,0 A	15,0 A	15,0 A	69,7 A	69,0 A	69,4 C
ESG100	B73	9,55 b	10,6 c	10,1 cd	77,6 ab	77,8 ab	77,7 a-c
	Mo17	11,0 b	11,3 c	11,2 bc	75,0 ab	76,1 bc	75,5 bc
	IHO	10,9 b	14,0 b	12,4 b	73,8 b	70,5 d	72,1 d
	IHP	22,9 a	24,7 a	23,8 a	61,0 c	58,7 e	59,9 e
	IHOxB73	8,58 b	7,69 d	8,13 d	78,8 ab	80,8 a	79,8 a
	IHOxMo17	7,61 b	10,3 c	8,95 d	79,7 a	77,3 cd	78,5 ab
	IHPxB73	9,73 b	14,8 b	12,3 b	78,3 ab	72,5 cd	75,4 bc
	IHPxMo17	10,8 b	13,9 b	12,4 b	75,8 ab	73,4 cd	74,6 cd
Ortalama		11,4 B	13,4 A	12,4 B	75,0 A	73,4 B	74,2 B
ESG122	B73	8,76 b	10,8 c	9,77 b-d	80,8 ab	77,4 a	79,1 a
	Mo17	10,3 b	11,0 c	10,6 b-d	78,0 ab	76,8 a	77,4 a
	IHO	10,6 b	14,8 b	12,7 b	74,6 b	68,1 b	71,3 b
	IHP	20,8 a	21,5 a	21,1 a	65,9 c	64,8 b	65,3 c
	IHOxB73	8,31 b	10,3 c	9,30 cd	79,6 ab	77,9 a	78,8 a
	IHOxMo17	5,76 b	10,3 c	8,05 d	82,4 a	77,8 a	80,1 a
	IHPxB73	9,34 b	14,5 b	11,9 bc	79,5 ab	73,4 a	76,5 a
	IHPxMo17	9,26 b	14,3 b	11,8 bc	79,6 ab	73,6 a	76,6 a
Ortalama		10,4 B	13,4 A	11,9 B	77,6 A	73,7 B	75,7 A

Not: Aynı ESG’de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG’de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 21. Ölçüm tarihlerine göre yaprak ve sap karbonhidrat oranının genotiplere göre ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Yaprak Karbonhidrat Oranı (%)			Sap Karbonhidrat Oranı (%)		
		2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
ESG40	B73	53,2	51,6	52,4 a	58,8	59,0	58,9 a
	Mo17	51,2	50,4	50,8 a	57,9	57,3	57,6 ab
	IHO	51,6	50,2	50,9 a	55,3	56,8	56,1 b
	IHP	51,6	50,5	51,0 a	57,8	56,2	57,0 ab
	IHOxB73	53,0	52,5	52,7 a	59,8	59,0	59,4 a
	IHOxMo17	50,6	51,0	50,8 a	57,9	57,4	57,7 ab
	IHPxB73	52,5	50,6	51,6 a	57,9	57,3	57,6 ab
	IHPxMo17	50,9	50,9	50,9 a	56,8	55,7	56,2 b
Ortalama		51,8 A	50,9 B	51,4 A	57,8 A	57,3 A	57,6 D
ESG60	B73	50,5	49,2	49,9 a	59,1	61,0	60,0 ab
	Mo17	49,6	48,8	49,2 a	58,5	59,4	59,0 ab
	IHO	50,2	48,3	49,3 a	58,5	59,9	59,2 ab
	IHP	50,7	47,6	49,2 a	58,7	59,0	58,8 b
	IHOxB73	51,1	49,3	50,2 a	60,0	61,4	60,7 a
	IHOxMo17	49,4	48,0	48,7 a	58,5	61,0	59,7 ab
	IHPxB73	50,3	48,0	49,1 a	58,7	58,5	58,6 b
	IHPxMo17	49,5	48,6	49,1 a	57,4	60,3	58,9 b
Ortalama		50,2 A	48,5 B	49,3 C	58,7 B	60,1 A	59,4 C
ESG82	B73	50,3	51,4	50,8 a	61,6	60,1	60,9 a
	Mo17	49,0	50,0	49,5 ab	61,8	61,9	61,9 a
	IHO	49,8	51,5	50,6 a	59,5	59,9	59,7 a
	IHP	46,9	49,5	48,2 b	60,0	59,1	59,5 a
	IHOxB73	50,8	50,8	50,8 a	61,5	60,6	61,0 a
	IHOxMo17	48,1	49,2	48,6 b	58,5	61,5	60,0 a
	IHPxB73	48,8	49,5	49,2 ab	60,2	60,2	60,4 a
	IHPxMo17	48,1	48,6	48,3 b	59,6	59,4	59,5 a
Ortalama		49,0 B	50,1 A	49,5 C	60,3 A	60,3 A	60,3 B
ESG100	B73	55,6	53,4	54,5 a	66,8	63,4	65,1 a
	Mo17	50,5	50,2	50,3 bc	63,8	64,1	64,0 ab
	IHO	51,8	51,2	51,5 b	59,9	58,4	59,2 d
	IHP	50,1	49,2	49,6 cd	63,7	61,9	62,8 a-c
	IHOxB73	51,6	49,9	50,8 bc	62,6	60,1	61,4 cd
	IHOxMo17	50,8	49,7	50,2 bc	60,5	60,5	60,5 cd
	IHPxB73	49,4	49,1	49,2 cd	60,8	62,3	61,5 b-d
	IHPxMo17	49,4	47,9	48,7 d	60,6	60,3	60,5 cd
Ortalama		51,2 A	50,1 B	50,6 B	62,3 A	61,4 B	61,9 A
ESG122	B73	51,5	55,2	53,4 a	60,4	60,6	60,5 ab
	Mo17	51,1	51,9	51,5 a-d	59,9	61,9	60,9 a
	IHO	52,5	52,7	52,6 ab	54,6	59,0	56,9 ab
	IHP	49,4	50,0	49,7 cd	58,2	58,9	58,4 ab
	IHOxB73	51,1	52,7	51,9 a-c	56,1	60,1	58,1 ab
	IHOxMo17	49,6	51,8	50,7 b-d	51,4	59,0	55,2 b
	IHPxB73	50,2	51,0	50,6 b-d	52,7	59,4	56,1 ab
	IHPxMo17	48,5	49,8	49,2 d	49,8	60,2	55,0 b
Ortalama		50,5 B	51,9 A	51,2 AB	55,4 B	59,9 A	57,6 D

Not: Aynı ESG'de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG'de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 22. Ölçüm tarihlerine göre koçan yaşı ve tane yağ oranının oranının genotiplere göre ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Koçan Yaşı (Gün)			Tane Yağ Oranı (%)		
		2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
ESG82	B73	4,7	2,9	3,8	-	-	-
	Mo17	6,1	3,8	4,9	-	-	-
	IHO	11,3	8,0	9,7	-	-	-
	IHP	8,7	5,1	6,9	-	-	-
	IHOxB73	11,6	7,8	9,7	-	-	-
	IHOxMo17	10,0	8,0	9,0	-	-	-
	IHPxB73	9,1	6,6	7,8	-	-	-
	IHPxMo17	9,0	7,3	8,2	-	-	-
Ortalama		8,8 A	6,2 B	7,5 C	-	-	-
ESG100	B73	20,6	18,6	19,6	2,84	2,56	2,70 e
	Mo17	22,0	21,6	21,8	3,94	3,83	3,89 d
	IHO	26,2	26,7	26,4	11,01	10,42	10,72 a
	IHP	23,3	24,1	23,7	6,00	6,59	6,30 c
	IHOxB73	24,9	28,1	26,5	6,79	7,28	7,04 b
	IHOxMo17	26,0	28,2	27,1	5,67	7,18	6,42 b
	IHPxB73	24,0	25,3	24,7	4,73	5,64	5,19 d
	IHPxMo17	24,8	26,2	25,5	4,64	5,24	4,94 d
Ortalama		24,0 A	24,8 A	24,4 B	5,70	6,09	5,90 A
ESG122	B73	36,9	35,7	36,3	4,03	3,91	3,97 de
	Mo17	38,7	42,8	40,7	3,28	2,61	2,95 e
	IHO	43,9	47,3	45,6	12,31	12,33	12,32 a
	IHP	49,3	44,8	47,0	3,79	4,66	4,23 de
	IHOxB73	45,7	48,8	47,2	7,75	8,19	7,97 b
	IHOxMo17	41,4	48,0	44,7	6,37	7,14	6,75 bc
	IHPxB73	42,1	46,1	44,1	5,48	5,31	5,39 cd
	IHPxMo17	41,3	48,1	44,7	4,29	4,21	4,25 de
Ortalama		42,4 B	45,2 A	43,8 A	5,91	6,04	5,98 A

Not: Aynı ESG’de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG’de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 23. Ölçüm tarihlerine göre protein ve karbonhidrat içeriğine karşılık enerji eşdeğerliklerinin genotiplere göre ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Protein Enerji Değeri (kcal)			Karbonhidrat Enerji Değeri (kcal)		
		2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
ESG40	B73	3,31	2,12	2,72 a	11,0	7,35	9,15 b
	Mo17	3,02	2,18	2,60 a	10,1	8,25	9,16 b
	IHO	3,37	3,08	3,23 a	10,9	11,2	11,1 ab
	IHP	4,37	2,94	3,65 a	13,8	9,94	11,9 ab
	IHOxB73	4,79	4,20	4,50 a	21,2	16,4	18,8 aa
	IHOxMo17	3,10	4,33	3,72 a	10,7	16,6	13,6 ab
	IHPxB73	6,01	4,39	5,20 a	22,5	17,8	20,2 a
	IHPxMo17	5,16	3,78	4,47 a	19,9	14,7	17,3 ab
Ortalama		4,14 A	3,38 A	3,76 D	15,0	12,8	13,9 D
ESG60	B73	14,3	9,8	12,1 bc	67,0	45,1	56,0 c
	Mo17	14,6	8,7	11,6 c	66,0	43,0	54,5 c
	IHO	17,6	12,2	14,9 a-c	83,8	62,8	73,3 bc
	IHP	16,9	13,0	15,0 a-c	79,2	59,7	69,4 bc
	IHOxB73	25,5	19,9	22,7 a	141,1	104,2	122,6 a
	IHOxMo17	22,8	20,9	21,9 a	115,7	114,3	115,0 ab
	IHPxB73	22,9	17,5	20,2 a	129,4	90,5	110,0 ab
	IHPxMo17	23,4	14,8	19,1 a-c	110,0	82,0	96,0 a-c
Ortalama		19,74 A	14,60 B	17,17 C	99,0	75,2	87,1 C
ESG82	B73	40,4	32,0	36,2 a-c	248,8	167,6	208,2 a-d
	Mo17	28,5	23,3	25,9 c	179,0	128,7	153,9 d
	IHO	41,0	23,8	32,4 bc	228,4	127,0	177,7 cd
	IHP	39,0	34,2	36,6 a-c	211,1	160,5	185,8 b-d
	IHOxB73	53,7	32,3	43,0 ab	375,3	186,2	280,7 a
	IHOxMo17	52,6	32,1	42,3 a-c	319,8	178,9	249,4 a-c
	IHPxB73	55,7	43,1	49,4 a	338,5	245,5	292,0 a
	IHPxMo17	55,9	37,9	46,9 ab	344,5	196,5	270,5 a
Ortalama		45,8 A	32,3 B	39,1 B	280,7 A	173,9 B	227,3 B
ESG100	B73	40,6	38,8	39,7 bc	318,2	221,7	270,0 b
	Mo17	32,6	29,8	31,2 c	216,7	181,3	199,0 b
	IHO	39,3	42,6	40,9 bc	250,2	220,6	235,4 b
	IHP	37,7	56,1	46,9 bc	214,9	222,0	218,4 b
	IHOxB73	55,4	62,3	58,9 ab	443,8	451,6	447,7 a
	IHOxMo17	52,4	60,4	56,4 ab	414,4	389,0	401,7 a
	IHPxB73	63,4	82,4	72,9 a	457,5	441,5	449,5 a
	IHPxMo17	64,1	78,0	71,0 a	463,8	402,7	433,3 a
Ortalama		47,9 B	56,0 A	52,0 A	347,4 A	316,3 A	331,9 A
ESG122	B73	42,2	38,0	40,1 bc	347,7	238,2	293,0 b
	Mo17	31,7	29,8	30,7 c	233,0	205,5	219,2 b
	IHO	45,2	33,1	39,2 bc	298,9	177,5	238,2 b
	IHP	24,2	41,7	32,9 c	140,1	182,0	161,0 b
	IHOxB73	56,4	65,7	61,1 ab	482,9	469,7	476,3 a
	IHOxMo17	47,2	69,7	58,5 ab	482,1	489,8	485,9 a
	IHPxB73	61,8	94,0	77,9 a	493,3	522,3	507,8 a
	IHPxMo17	59,7	78,7	69,2 a	456,4	465,7	461,1 a
Ortalama		46,0 B	56,3 A	51,2 A	366,7 A	343,7 A	355,2 A

Not: Aynı ESG’de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG’de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 24. Ölçüm tarihlerine göre yağ içeriğine karşılık enerji eşdeğerliklerinin genotiplere göre ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Yağ Enerji Değeri (kcal)			Diğer Enerji Değeri (kcal)		
		2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
ESG40	B73	-	-	-	4,40	3,23	3,82 b
	Mo17	-	-	-	4,43	4,20	4,32 ab
	IHO	-	-	-	5,00	5,73	5,37 ab
	IHP	-	-	-	5,93	4,93	5,43 ab
	IHOxB73	-	-	-	9,17	7,70	8,43 ab
	IHOxMo17	-	-	-	4,83	8,47	6,65 ab
	IHPxB73	-	-	-	10,0	9,23	9,62 a
	IHPxMo17	-	-	-	9,73	7,73	8,73 ab
Ortalama		-	-	-	6,69 A	6,40 A	6,55 C
ESG60	B73	-	-	-	34,3	23,7	29,0 b
	Mo17	-	-	-	33,7	23,9	28,8 b
	IHO	-	-	-	44,2	35,4	39,8 ab
	IHP	-	-	-	40,3	34,2	37,3 ab
	IHOxB73	-	-	-	70,6	54,3	62,5 a
	IHOxMo17	-	-	-	61,6	62,1	61,8 a
	IHPxB73	-	-	-	66,2	52,0	59,1 a
	IHPxMo17	-	-	-	59,1	45,3	52,2 ab
Ortalama		-	-	-	51,3 A	41,4 B	46,3 B
ESG82	B73	-	-	-	113,4	77,6	95,5 bc
	Mo17	-	-	-	82,5	57,2	69,8 c
	IHO	-	-	-	104,1	60,4	82,2 c
	IHP	-	-	-	101,5	78,4	90,0 bc
	IHOxB73	-	-	-	163,1	86,7	124,9 ab
	IHOxMo17	-	-	-	163,2	83,2	123,2 ab
	IHPxB73	-	-	-	155,1	120,7	137,9 a
	IHPxMo17	-	-	-	171,8	94,9	133,4 a
Ortalama		-	-	-	131,8 A	82,4 B	107,1 A
ESG100	B73	3,13	1,67	2,40 c	108,6	80,2	94,4 bc
	Mo17	6,33	6,03	6,18 c	76,1	59,1	67,6 c
	IHO	32,0	23,3	27,7 ab	81,0	74,2	76,7 c
	IHP	5,43	8,33	6,88 c	86,0	83,4	84,7 bc
	IHOxB73	30,9	55,1	43,1 a	135,8	101,3	118,5 ab
	IHOxMo17	28,4	40,0	34,2 ab	133,7	105,0	119,4 ab
	IHPxB73	25,9	29,3	27,6 b	159,9	134,7	147,3 a
	IHPxMo17	21,2	32,3	27,8 b	177,0	109,9	143,5 a
Ortalama		19,2 B	24,5 A	21,8 B	119,9 A	93,7 B	106,8 A
ESG122	B73	15,7	9,30	12,5 c	113,8	78,0	95,9 a-c
	Mo17	8,63	9,77	9,20 c	75,2	60,0	67,6 c
	IHO	50,9	25,2	38,1 b	97,1	61,4	79,3 bc
	IHP	14,6	5,93	10,3 c	60,9	72,6	66,8 c
	IHOxB73	63,2	67,8	65,5 a	121,3	94,5	107,9 ab
	IHOxMo17	55,9	69,4	62,7 a	127,4	92,5	110,0 ab
	IHPxB73	48,4	46,2	47,3 ab	130,4	132,7	131,6 a
	IHPxMo17	33,9	36,7	35,3 b	152,1	112,9	132,5 a
Ortalama		36,4 A	33,7 A	35,1 A	109,6 A	87,9 B	98,8 A

Not: Aynı ESG’de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG’de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 25. Ölçüm tarihlerine göre yaprak ve sap enerji değerlerinin genotiplere göre ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Yaprak Enerji Değeri (kcal)			Sap Enerji Değeri (kcal)		
		2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
ESG40	B73	12,2	8,38	10,2 b	6,49	4,33	5,41 a
	Mo17	10,6	9,17	9,87 b	6,96	5,45	6,21 a
	IHO	12,2	13,5	12,9 ab	7,13	6,55	6,84 a
	IHP	15,8	12,5	14,1 ab	8,34	5,31	6,82 a
	IHOxB73	20,2	19,0	19,6 ab	14,9	9,35	12,1 a
	IHOxMo17	11,5	19,7	15,6 ab	7,08	9,63	8,36 a
	IHPxB73	23,3	21,2	22,3 a	15,1	10,2	12,7 a
	IHPxMo17	21,6	16,8	19,2 ab	13,2	9,39	11,3 a
	Ortalama	15,9 A	15,0 A	15,48 C	9,91 A	7,53 A	8,72 D
ESG60	B73	63,2	44,8	54,0 b	52,4	33,8	43,1 c
	Mo17	58,0	39,3	48,6 b	56,3	36,3	46,3 c
	IHO	75,9	60,2	68,0 ab	69,7	50,2	60,0 a-c
	IHP	73,1	64,2	68,7 ab	63,3	42,8	53,1 bc
	IHOxB73	102,9	88,9	95,9 a	134,2	89,6	111,9 a
	IHOxMo17	94,5	92,8	93,6 a	105,6	104,5	105,0 ab
	IHPxB73	100,0	84,4	92,2 a	118,5	75,6	97,1 a-c
	IHPxMo17	97,7	75,2	86,4 a	94,8	66,9	80,8 a-c
	Ortalama	83,2 A	68,7 B	75,9 B	86,9 A	62,5 B	74,7 C
ESG82	B73	111,8	83,8	97,8 bc	285,8	192,4	239,1 b-d
	Mo17	70,9	55,6	63,3 d	215,5	150,4	182,9 c
	IHO	90,2	74,1	82,2 cd	254,4	132,8	193,6 c
	IHP	98,4	108,2	103,3 bc	247,7	162,4	205,1 bc
	IHOxB73	123,4	94,4	108,9 a-c	438,8	202,3	320,5 a
	IHOxMo17	121,9	90,2	106,1 a-c	385,4	194,6	290,0 a-c
	IHPxB73	136,1	130,6	133,4 a	385,1	274,1	329,6 a
	IHPxMo17	149,8	96,4	123,1 ab	401,2	221,4	311,3 ab
	Ortalama	112,8 A	91,7 B	102,2 A	326,7 A	191,3 B	259,0 A
ESG100	B73	105,4	77,6	91,5 bc	320,3	237,3	278,8 a-c
	Mo17	62,3	51,7	57,0 d	199,8	158,7	179,2 cd
	IHO	82,4	83,2	82,8 cd	185,2	160,5	172,8 d
	IHP	91,1	104,7	97,2 bc	214,9	204,0	209,4 b-d
	IHOxB73	117,8	103,6	110,7 a-c	342,0	226,6	284,3 ab
	IHOxMo17	105,4	102,6	104,0 bc	306,6	235,9	271,2 a-d
	IHPxB73	143,9	131,0	137,5 a	373,0	323,3	343,2 a
	IHPxMo17	138,4	104,5	121,4 ab	404,6	245,3	324,9 a
	Ortalama	105,8 A	94,9 B	100,4 A	293,3 A	223,9 B	258,6 A
ESG122	B73	88,4	65,1	76,8 ab	261,4	195,5	228,5 a
	Mo17	55,8	43,2	49,5 c	179,5	147,3	163,4 a
	IHO	80,3	62,3	71,3 bc	215,7	143,9	179,8 a
	IHP	62,9	81,7	72,3 bc	136,5	166,1	151,3 a
	IHOxB73	90,2	79,2	84,7 ab	258,9	226,0	242,4 a
	IHOxMo17	92,0	76,8	84,4 ab	222,9	193,0	208,0 a
	IHPxB73	98,4	104,0	101,2 a	232,6	302,6	267,6 a
	IHPxMo17	105,2	84,3	94,8 ab	250,3	245,5	247,9 a
	Ortalama	84,2 A	74,6 B	79,4 B	219,7 A	202,5 A	211,1 B

Not: Aynı ESG’de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG’de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 26. Ölçüm tarihlerine göre tane enerji karşılıklarının genotiplere göre ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Tane Enerji Değeri (kcal)		
		2011	2012	Ortalama
ESG82	B73	4,95	1,03	2,99 a
	Mo17	3,60	3,25	3,42 a
	IHO	28,7	4,28	16,5 a
	IHP	5,54	2,52	4,03 a
	IHOxB73	30,1	8,37	19,2 a
	IHOxMo17	28,3	9,28	18,8 a
	IHPxB73	28,0	4,67	16,3 a
	IHPxMo17	21,3	11,6	16,4 a
	Ortalama	18,8 A	5,62 B	12,2 C
ESG100	B73	44,8	27,4	36,1 d
	Mo17	69,7	65,8	67,8 cd
	IHO	135,0	118,0	126,5 bc
	IHP	37,6	60,7	49,2 cd
	IHOxB73	206,2	340,1	273,2 a
	IHOxMo17	216,9	256,0	236,4 a
	IHPxB73	188,1	231,9	209,9 ab
	IHPxMo17	184,2	273,9	229,1 a
	Ortalama	135,3 B	171,7 A	153,6 B
ESG122	B73	169,0	102,3	135,6 b
	Mo17	112,6	113,9	113,2 b
	IHO	197,3	92,1	144,7 b
	IHP	40,5	54,4	47,5 b
	IHOxB73	372,4	390,1	381,2 a
	IHOxMo17	397,7	451,7	424,7 a
	IHPxB73	403,0	388,7	395,8 a
	IHPxMo17	346,6	364,2	355,4 a
	Ortalama	254,9 A	244,7 A	249,8 A

Not: Aynı ESG’de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG’de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 27. Ölçüm tarihlerine göre tutulan enerji ve depolanan enerjinin genotiplere göre ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Tutulan Enerji (kcal)			Toplam Bitki Enerjisi (kcal)		
		2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
ESG40	B73	4244,8 b	3676,2 c	3960,5 c	18,7	12,7	15,7 a
	Mo17	4263,2 b	4051,8 bc	4157,5 c	17,6	14,6	16,1 a
	IHO	5384,0 ab	5473,5 a-c	5428,7 bc	19,3	20,1	19,7 a
	IHP	5556,6 ab	5377,9 a-c	5467,2 bc	24,1	17,8	21,0 a
	IHOxB73	7583,0 ab	7095,8 ab	7339,4 ab	35,1	28,3	31,7 a
	IHOxMo17	5086,7 ab	7322,2 a	6204,5 a-c	18,6	29,4	24,0 a
	IHPxB73	8332,6 a	7640,5 a	7986,5 a	38,5	31,4	35,0 a
	IHPxMo17	8665,2 a	6537,6 a-c	7601,4 ab	34,8	26,2	30,5 a
Ortalama		6139,5 A	5896,9 A	6018,2 E	25,8	22,6	24,2 D
ESG60	B73	20637,4 c	17818,3 b	19227,8 c	115,6	78,6	97,1 c
	Mo17	20036,5 c	17113,8 b	18575,1 c	114,3	75,6	94,9 c
	IHO	22538,1 bc	21148,2 ab	21843,2 bc	145,6	110,3	128,0 a-c
	IHP	22894,3 a-c	22930,8 ab	22912,5 ab	136,4	107,0	121,7 bc
	IHOxB73	25417,2 ab	24582,8 a	25000,0 ab	237,2	178,5	207,8 a
	IHOxMo17	25333,3 ab	24669,0 a	25001,1 ab	200,0	197,3	198,7 ab
	IHPxB73	25632,9 ab	25140,9 a	25386,9 a	218,6	160,1	189,3 ab
	IHPxMo17	26235,3 a	23155,3 ab	24695,3 ab	192,5	142,1	167,3 a-c
Ortalama		23590,6 A	22069,9 B	22830,2 D	170,0	131,2	150,6 C
ESG82	B73	39109,0 bc	31961,1 bc	35535,1 bc	402,5	277,2	339,9 a-d
	Mo17	32080,3 e	27637,2 c	29858,7 d	290,0	209,2	249,6 d
	IHO	35803,6 d	30564,9 bc	33184,2 cd	373,4	211,2	292,3 cd
	IHP	36588,5 cd	36468,3 ab	36528,4 bc	351,7	273,1	312,4 b-d
	IHOxB73	39635,1 b	34687,4 ab	37161,3 a-b	592,2	305,0	448,6 ab
	IHOxMo17	40283,1 b	34320,5 a-c	37301,8 ab	535,6	294,1	414,9 a-c
	IHPxB73	41469,8 ab	39366,1 a	40417,9 a	549,2	409,4	479,3 a
	IHPxMo17	42905,3 a	34903,9 ab	38904,6 ab	572,3	329,4	450,8 ab
Ortalama		38484,3 A	33738,7 B	36111,5 C	458,4 A	288,6 B	373,5 B
ESG100	B73	46966,7 b-d	36979,6 bc	41973,1 cd	470,5	342,3	406,4 b
	Mo17	38160,3 e	31125,7 c	34643,0 e	331,8	276,2	304,0 b
	IHO	43040,3 de	39823,3 b	41431,8 d	402,5	361,6	382,1 b
	IHP	45594,8 cd	44014,7 ab	44804,8 b-d	343,6	369,5	356,5 b
	IHOxB73	49777,5 a-c	44952,0 ab	47364,7 ab	666,0	670,3	668,2 a
	IHOxMo17	48844,0 a-d	44864,5 ab	46854,2 a-c	629,0	594,4	611,7 a
	IHPxB73	53098,5 ab	49064,1 a	51081,3 a	705,1	686,1	695,6 a
	IHPxMo17	54189,9 a	44841,2 ab	49515,6 ab	727,1	623,8	675,5 a
Ortalama		47459,0 A	41958,2 B	44708,6 B	534,4 A	490,5 A	512,5 A
ESG122	B73	49602,3 ab	41180,2 bc	45391,3 bc	518,7	363,0	440,9 b
	Mo17	40102,6 bc	34855,8 c	37479,2 d	347,9	304,4	326,1 b
	IHO	49947,4 ab	42454,2 bc	46200,8 bc	493,3	298,3	395,8 b
	IHP	37900,1 c	50196,7 ab	44048,4 cd	239,9	302,1	271,0 b
	IHOxB73	52549,5 a	48648,2 ab	50598,9 a-c	721,4	695,3	708,4 a
	IHOxMo17	57069,7 a	48666,5 ab	52868,1 ab	712,7	721,5	717,1 a
	IHPxB73	56703,6 a	56543,6 a	56623,6 a	733,9	795,3	764,6 a
	IHPxMo17	59201,8 a	49243,3 ab	54222,5 a	702,1	694,1	698,1 a
Ortalama		50384,6 A	46473,6 B	48429,1 A	558,7 A	521,7 A	540,2 A

Not: Aynı ESG'de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG'de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 28. Ölçüm tarihlerine göre kuru madde bazlı kaynak depo oranı ve depolanan/tutulan enerji oranlarının genotiplere göre ortalamaları

	Kaynak Depo Oranı (g/g)			Kaynak Depo Oranı (kcal/kcal)		
	2011	2012	Ortalama	2011	2012	K/D2
ESG40	B73	1,13	1,07	1,10	1,86	1,90 a
	Mo17	1,04	1,00	1,02	1,79	1,82 a
	IHO	1,04	1,05	1,05	1,79	1,95 a
	IHP	1,12	1,39	1,26	2,12	2,24 a
	IHOxB73	1,07	1,03	1,05	1,30	1,67 a
	IHOxMo17	1,16	1,06	1,11	1,71	1,88 a
	IHPxB73	1,07	1,12	1,10	1,83	1,96 a
	IHPxMo17	1,07	1,09	1,08	1,64	1,81 a
	Ortalama	1,09 A	1,10 A	1,09 A	1,76 B	2,05 A
ESG60	B73	0,67	0,70	0,69	1,26	1,32 ab
	Mo17	0,53	0,59	0,56	1,05	1,16 ab
	IHO	0,60	0,66	0,63	1,14	1,25 ab
	IHP	0,68	0,81	0,75	1,27	1,53 a
	IHOxB73	0,45	0,56	0,51	0,78	1,01 b
	IHOxMo17	0,60	0,49	0,55	0,91	0,90 b
	IHPxB73	0,52	0,57	0,55	1,00	1,13 ab
	IHPxMo17	0,54	0,63	0,59	1,05	1,20 ab
	Ortalama	0,57 A	0,63 A	0,60 B	1,06 B	1,20 A
ESG82	B73	0,23	0,24	0,24	0,39	0,34 ab
	Mo17	0,19	0,18	0,19	0,32	0,37 b
	IHO	0,20	0,21	0,21	0,33	0,55 ab
	IHP	0,22	0,27	0,25	0,40	0,66 a
	IHOxB73	0,17	0,18	0,18	0,28	0,45 b
	IHOxMo17	0,16	0,16	0,16	0,30	0,44 b
	IHPxB73	0,18	0,20	0,19	0,33	0,47 b
	IHPxMo17	0,19	0,17	0,18	0,36	0,42 b
	Ortalama	0,19 A	0,20 A	0,20 C	0,34 B	0,47 A
ESG100	B73	0,20	0,17	0,19	0,29	0,30 b
	Mo17	0,16	0,15	0,16	0,23	0,23 b-d
	IHO	0,20	0,21	0,21	0,27	0,29 bc
	IHP	0,22	0,23	0,23	0,36	0,40 a
	IHOxB73	0,17	0,17	0,17	0,23	0,18 d
	IHOxMo17	0,16	0,16	0,16	0,20	0,21 d
	IHPxB73	0,19	0,18	0,18	0,25	0,23 b-d
	IHPxMo17	0,17	0,16	0,17	0,24	0,19 cd
	Ortalama	0,18 A	0,18 A	0,18 C	0,26 A	0,25 A
ESG122	B73	0,09	0,11	0,10	0,21	0,22 b
	Mo17	0,10	0,11	0,11	0,19	0,17 b
	IHO	0,13	0,16	0,14	0,20	0,26 b
	IHP	0,11	0,17	0,14	0,37	0,42 a
	IHOxB73	0,08	0,10	0,09	0,14	0,14 b
	IHOxMo17	0,11	0,11	0,11	0,15	0,12 b
	IHPxB73	0,09	0,09	0,09	0,16	0,15 b
	IHPxMo17	0,08	0,09	0,09	0,17	0,14 b
	Ortalama	0,10 B	0,12 A	0,11 D	0,20 A	0,20 A

Not: Aynı ESG’de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG’de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 29. Ölçüm tarihlerine göre depolanan/tutulan enerji oranları ve tek bitki kuru ağırlığının genotiplere göre ortalamaları

		Depolan/Tutulan Enerji Oranı (%)			Toplam Bitki Ağırlığı (g)		
		2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
ESG40	B73	0,44	0,34	0,39 a	5,04	3,43	4,24 a
	Mo17	0,40	0,35	0,37 a	4,75	3,94	4,34 a
	IHO	0,35	0,37	0,36 a	5,21	5,41	5,31 a
	IHP	0,41	0,33	0,37 a	6,54	4,84	5,69 a
	IHOxB73	0,44	0,40	0,42 a	9,51	7,65	8,58 a
	IHOxMo17	0,36	0,40	0,38 a	5,15	7,91	6,53 a
	IHPxB73	0,42	0,41	0,41 a	10,5	8,52	9,49 a
	IHPxMo17	0,40	0,38	0,39 a	9,48	7,12	8,30 a
Ortalama		0,40 A	0,37 A	0,39 D	7,02 A	6,10 A	6,56 D
ESG60	B73	0,55	0,43	0,49 c	31,2	21,1	26,2 c
	Mo17	0,57	0,44	0,50 c	30,8	20,3	25,5 c
	IHO	0,64	0,51	0,58 a-c	39,2	29,7	34,4 a-c
	IHP	0,59	0,47	0,53 bc	36,8	29,0	32,9 bc
	IHOxB73	0,93	0,72	0,83 a	63,7	47,8	55,8 a
	IHOxMo17	0,79	0,79	0,79 ab	53,9	52,9	53,4 ab
	IHPxB73	0,84	0,63	0,73 a-c	59,0	43,3	51,2 ab
	IHPxMo17	0,73	0,60	0,66 a-c	52,1	38,3	45,2 a-c
Ortalama		0,71 A	0,57 B	0,64 C	45,8 A	35,3 B	40,6 C
ESG82	B73	1,03	0,86	0,95 a-c	129,5	89,2	109,3 bc
	Mo17	0,90	0,76	0,83 c	101,5	70,6	86,0 c
	IHO	1,04	0,70	0,87 a-c	131,6	80,4	106,0 bc
	IHP	0,96	0,75	0,85 bc	135,0	100,4	117,7 bc
	IHOxB73	1,49	0,88	1,18 a	213,2	117,6	165,4 ab
	IHOxMo17	1,33	0,85	1,09 a-c	200,1	123,9	162,0 ab
	IHPxB73	1,32	1,04	1,18 ab	237,3	154,4	195,9 a
	IHPxMo17	1,33	0,92	1,13 a-c	203,6	125,1	164,4 ab
Ortalama		1,18 A	0,84 B	1,01 B	169,0 A	107,7 B	138,3 B
ESG100	B73	1,00	0,93	0,96 b	159,6	128,3	143,9 b
	Mo17	0,87	0,88	0,87 b	113,8	104,1	108,9 b
	IHO	0,94	0,91	0,92 b	137,7	107,4	122,6 b
	IHP	0,74	0,84	0,79 b	127,6	122,4	125,0 b
	IHOxB73	1,34	1,49	1,41 a	217,7	229,8	223,7 a
	IHOxMo17	1,29	1,32	1,31 a	212,2	241,2	226,7 a
	IHPxB73	1,33	1,40	1,36 a	250,3	280,8	265,5 a
	IHPxMo17	1,34	1,36	1,35 a	253,4	235,1	244,2 a
Ortalama		1,10 A	1,14 A	1,12 A	184,0 A	181,1 A	182,6 A
ESG122	B73	1,04	0,87	0,96 b	167,6	116,5	142,1 b
	Mo17	0,87	0,87	0,87 bc	112,8	102,0	107,4 b
	IHO	0,99	0,70	0,85 bc	154,1	95,1	124,6 b
	IHP	0,65	0,60	0,63 c	92,6	107,9	100,3 b
	IHOxB73	1,37	1,43	1,40 a	238,2	224,8	231,5 a
	IHOxMo17	1,25	1,48	1,37 a	240,5	224,5	232,5 a
	IHPxB73	1,30	1,41	1,35 a	224,7	270,5	247,6 a
	IHPxMo17	1,18	1,37	1,28 a	240,1	232,3	236,2 a
Ortalama		1,08 A	1,09 A	1,09 AB	183,8 A	171,7 A	177,8 A

Not: Aynı ESG’de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG’de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 30. Ölçüm tarihlerine göre oransal yaprak alanı (LAR) ve oransal yaprak ağırlıklarının (LWF) genotiplere göre ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Oransal Yaprak Alanı (cm ² /g)			Oransal Yaprak Ağırlığı (g/g)		
		2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
ESG40-60	B73	101,8	134,5	118,1	0,63	0,64	0,64
	Mo17	103,8	133,1	118,5	0,59	0,61	0,60
	IHO	122,7	134,2	128,4	0,63	0,64	0,64
	IHP	109,8	145,0	127,4	0,63	0,67	0,65
	IHOxB73	99,1	120,2	109,7	0,52	0,60	0,56
	IHOxMo17	110,2	127,2	118,7	0,56	0,61	0,59
	IHPxB73	113,4	130,4	121,9	0,59	0,62	0,61
	IHPxMo17	117,4	133,7	125,6	0,59	0,63	0,61
Ortalama		109,8 B	132,3 A	121,0 A	0,59	0,63	0,61 A
ESG40-82	B73	79,0	97,1	88,0	0,48	0,47	0,48
	Mo17	79,5	95,9	87,7	0,43	0,44	0,44
	IHO	94,3	99,5	96,9	0,45	0,48	0,46
	IHP	79,9	105,0	92,5	0,45	0,50	0,48
	IHOxB73	79,7	91,5	85,6	0,38	0,45	0,42
	IHOxMo17	87,0	99,2	93,1	0,41	0,47	0,44
	IHPxB73	84,7	95,7	90,2	0,42	0,47	0,44
	IHPxMo17	86,6	99,0	92,8	0,42	0,45	0,44
Ortalama		83,8 B	97,9 A	90,8 B	0,43	0,47	0,45 B
ESG40-100	B73	71,9	89,0	80,5	0,44	0,43	0,44
	Mo17	75,4	88,6	82,0	0,41	0,40	0,40
	IHO	91,2	92,7	92,0	0,43	0,45	0,44
	IHP	79,4	97,1	88,3	0,45	0,46	0,45
	IHOxB73	78,1	83,8	81,0	0,38	0,41	0,39
	IHOxMo17	85,2	92,9	89,0	0,40	0,44	0,42
	IHPxB73	82,2	88,0	85,1	0,40	0,43	0,42
	IHPxMo17	82,3	90,8	86,6	0,39	0,41	0,40
Ortalama		80,7 B	90,4 A	85,5 C	0,41	0,43	0,42 C
ESG40-122	B73	68,4	87,9	78,1	0,43	0,42	0,42
	Mo17	73,1	86,6	79,9	0,40	0,39	0,39
	IHO	88,2	93,1	90,6	0,41	0,45	0,43
	IHP	78,0	98,2	88,1	0,45	0,47	0,46
	IHOxB73	74,6	81,1	77,8	0,35	0,39	0,37
	IHOxMo17	82,1	90,3	86,2	0,38	0,42	0,40
	IHPxB73	80,0	85,0	82,5	0,39	0,41	0,40
	IHPxMo17	79,8	88,3	84,1	0,38	0,40	0,39
Ortalama		78,0 B	88,8 A	83,4 C	0,40	0,42	0,41 C

Not: Aynı ESG’de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG’de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 31. Ölçüm tarihlerine göre nispi büyüme oranı (RGR) ve özgül yaprak alanlarının (SLA) genotiplere göre ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Nispi Büyüme Oranı (g/g/Gün)			Özgül Yaprak Alanı (cm ² / g)		
		2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
ESG40-60	B73	0,093	0,090	0,092	166,5	215,8	191,2
	Mo17	0,099	0,083	0,091	178,6	221,8	200,2
	IHO	0,103	0,085	0,094	202,8	214,3	208,6
	IHP	0,093	0,089	0,091	176,6	220,4	198,5
	IHOxB73	0,101	0,091	0,096	191,5	199,6	195,5
	IHOxMo17	0,123	0,096	0,109	194,4	212,9	203,6
	IHPxB73	0,090	0,083	0,086	190,1	213,3	201,7
	IHPxMo17	0,082	0,087	0,084	201,6	216,0	208,8
Ortalama		0,098 A	0,088 B	0,093 A	187,8 B	214,3 A	201,0 A
ESG40-82	B73	0,078	0,078	0,078	166,4	191,9	179,2
	Mo17	0,074	0,071	0,072	178,1	205,2	191,7
	IHO	0,078	0,066	0,072	198,2	195,7	196,9
	IHP	0,075	0,073	0,074	167,8	195,9	181,8
	IHOxB73	0,076	0,065	0,071	193,3	188,8	191,0
	IHOxMo17	0,089	0,067	0,078	192,3	202,9	197,6
	IHPxB73	0,077	0,070	0,074	182,2	193,7	188,0
	IHPxMo17	0,073	0,070	0,071	190,8	204,9	197,9
Ortalama		0,078 A	0,070 B	0,074 B	183,6 B	197,4 A	190,5 B
ESG40-100	B73	0,059	0,059	0,059	160,1	181,7	170,9
	Mo17	0,055	0,053	0,054	178,3	196,8	187,5
	IHO	0,056	0,052	0,054	196,4	190,2	193,3
	IHP	0,052	0,055	0,054	171,1	188,3	179,7
	IHOxB73	0,054	0,055	0,054	190,5	179,8	185,2
	IHOxMo17	0,063	0,055	0,059	196,8	195,1	195,9
	IHPxB73	0,056	0,056	0,056	183,4	185,5	184,5
	IHPxMo17	0,054	0,058	0,056	190,5	193,3	191,9
Ortalama		0,056 A	0,055 B	0,056 C	183,4 A	188,8 A	186,1 BC
ESG40-122	B73	0,044	0,043	0,043	152,9	183,4	168,2
	Mo17	0,040	0,040	0,040	169,4	197,6	183,5
	IHO	0,043	0,035	0,039	189,6	189,9	189,8
	IHP	0,034	0,038	0,036	162,7	189,3	176,0
	IHOxB73	0,041	0,041	0,041	189,7	178,3	184,0
	IHOxMo17	0,048	0,042	0,045	193,8	197,5	195,7
	IHPxB73	0,040	0,043	0,041	181,6	183,2	182,4
	IHPxMo17	0,039	0,043	0,041	190,4	189,8	190,1
Ortalama		0,041 A	0,041 A	0,041 D	178,8 B	188,6 A	183,7 C

Not: Aynı ESG’de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG’de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Ek Çizelge 32. Ölçüm tarihlerine göre net asimilasyon oranı (ULR) ve radyasyon kullanım etkinliklerinin (RUE) genotiplere göre ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Net Asimilasyon Oranı (g/cm ²)			Radyasyon Kullanım Etkinliği (g/MJ)		
		2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
ESG40-60	B73	0,0011	0,0008	0,0009	0,36	0,28	0,32 b
	Mo17	0,0011	0,0007	0,0009	0,37	0,28	0,33 b
	IHO	0,0010	0,0007	0,0009	0,45	0,34	0,40 ab
	IHP	0,0009	0,0007	0,0008	0,40	0,32	0,36 ab
	IHOxB73	0,0013	0,0009	0,0011	0,70	0,52	0,61 a
	IHOxMo17	0,0014	0,0010	0,0012	0,56	0,59	0,57 ab
	IHPxB73	0,0010	0,0007	0,0008	0,67	0,45	0,56 ab
	IHPxMo17	0,0008	0,0007	0,0008	0,56	0,43	0,49 ab
Ortalama		0,0011 A	0,0008 B	0,0009 C	0,51 A	0,40 B	0,46 C
ESG40-82	B73	0,0017	0,0014	0,0015	0,81	0,66	0,74 d
	Mo17	0,0016	0,0013	0,0014	0,73	0,61	0,67 d
	IHO	0,0017	0,0011	0,0014	0,92	0,63	0,77 cd
	IHP	0,0016	0,0011	0,0014	0,93	0,69	0,81 b-d
	IHOxB73	0,0019	0,0012	0,0016	1,44	0,88	1,16 ab
	IHOxMo17	0,0022	0,0014	0,0018	1,25	0,94	1,10 a-c
	IHPxB73	0,0018	0,0013	0,0015	1,29	1,04	1,17 a
	IHPxMo17	0,0015	0,0013	0,0014	1,25	0,91	1,11 a-c
Ortalama		0,0017 A	0,0012 B	0,0015 A	1,08 A	0,80 B	0,94 A
ESG40-100	B73	0,0016	0,0015	0,0016	0,77	0,73	0,75 b
	Mo17	0,0014	0,0013	0,0014	0,65	0,67	0,66 b
	IHO	0,0013	0,0012	0,0013	0,74	0,74	0,74 b
	IHP	0,0011	0,0012	0,0011	0,64	0,74	0,69 b
	IHOxB73	0,0015	0,0015	0,0015	1,06	1,14	1,10 a
	IHOxMo17	0,0018	0,0016	0,0017	1,02	1,14	1,08 a
	IHPxB73	0,0015	0,0015	0,0015	1,18	1,24	1,21 a
	IHPxMo17	0,0013	0,0016	0,0015	1,18	1,16	1,17 a
Ortalama		0,0014 A	0,0014 A	0,0014 A	0,91 A	0,94 A	0,93 A
ESG40-122	B73	0,0015	0,0012	0,0014	0,70	0,56	0,63 b
	Mo17	0,0012	0,0011	0,0012	0,56	0,45	0,57 b
	IHO	0,0012	0,0008	0,0010	0,67	0,46	0,56 b
	IHP	0,0008	0,0008	0,0008	0,43	0,58	0,44 b
	IHOxB73	0,0015	0,0014	0,0014	1,00	1,00	1,00 a
	IHOxMo17	0,0016	0,0015	0,0016	0,92	1,01	0,97 a
	IHPxB73	0,0012	0,0014	0,0013	0,89	1,07	0,98 a
	IHPxMo17	0,0011	0,0015	0,0013	0,93	1,01	0,97 a
Ortalama		0,0013 A	0,0012 A	0,0012 B	0,76 A	0,77 A	0,77 B

Not: Aynı ESG’de farklı küçük harflerle gösterilen, farklı satırlarda ESG ortalamaları ve aynı ESG’de farklı yıllarda büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde fark önemlidir.

Çizelge 1. Denemede kullanılan genotipler	19
Çizelge 2. Deneme alanının toprak özellikleri.....	20
Çizelge 3. Hesaplanan büyüme parametrelerinde kullanılan formüller	25
Çizelge 4. Kullanılan genotiplerin çıkış oranları (%)	31
Çizelge 5. Bitki boyuna ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri.....	34
Çizelge 6. Yaprak, koçan, sap ve tane yaş ağırlığına ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri	38
Çizelge 7. Yaprak, koçan, sap ve tane kuru ağırlığına ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri	42
Çizelge 8. Yaprak, koçan, sap ve tane nem oranına ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri	47
Çizelge 9. Generatif dönem gözlemlerine ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri.....	50
Çizelge 10. Toplam, kuru ve yeşil yaprak alanına ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri	55
Çizelge 11. Yeşillik indeksi, yaprak alan indeksi ve yeşil yaprak alan indeksine ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri	61
Çizelge 12. Klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil içeriğine ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri	67
Çizelge 13. Net fotosentez hızının vejetasyon süresince genotiplere göre değişimi ..	68
Çizelge 14. Net fotosentez hızına ait hesaplanan kalıtım derecelerinin zamana bağlı değişimi.....	69
Çizelge 15. Yaprak, sap ve tane protein içeriğine ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri	72
Çizelge 16. Yaprak, sap ve tane karbonhidrat içeriğine ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri	76
Çizelge 17. Tane yağ içeriğine ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri.....	80
Çizelge 18. Oransal yaprak alanı (LAR), oransal yaprak ağırlığı (LWR), nispi büyüme oranı (RGR) parametrelerine ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri	86

Çizelge 19. Özgöl yaprak alanı (SLA) ve net asimilasyon oranı (ULR) parametrelerine ait hesaplanan heterosis, heterobeltiosis ve kalıtım dereceleri	87
Çizelge 20. Kullanılan genotiplerin farklı yıllarda gelişim dönemlerine göre radyasyon kullanım etkinliklerindeki (g/MJ/bitki) değişim	88
Çizelge 21. Ölçüm tarihlerine göre organ bazında enerji üretimi (kcal/m ²).	95
Çizelge 22. Ölçüm tarihlerine göre organ bazında enerji üretimi (kcal/m ²).....	96
Çizelge 23. İncelenen özellikler arasında hesaplanan korelasyon katsayıları	98

Şekil 1. Bitkilerde C3 ve C4 mekanizmaları (Taub ve ark., 2010).....	1
Şekil 2. Güneş enerjisinin C3 ve C4 bitkilerinde kullanımı (Zhu ve ark., 2008).	3
Şekil 3. ABD’de mısır ıslah çalışmalarına dayalı verim artışı.	8
Şekil 4. Illinois uzun süreli seleksiyon çalışmasında 106 generasyon süresince protein ve yağ oranında gerçekleşen değişimler (IHP:Illinois High Protein, ILP: Illinois Low Protein, SHP: Switchback High Protein, RHP: Reverse High Protein, IHO:Illinois High Oil, ILO: Illinois Low Oil, SHO: Switchback High Oil, RHO: Reverse High Oil) (Dudley, 2001)	10
Şekil 5. Denemenin yürütüldüğü sezonlarda ekimden itibaren günlük minimum ve maksimum sıcaklıklar (°C) ile solar radyasyondaki (MJ/gün) değişimi.	20
Şekil 6. Yapılan gözlemlerde uygulanan program.....	21
Şekil 7. Genetik etkilerin gösterilmesi amacıyla kullanılan polar grafik.	29
Şekil 8. Çıkış oranı üzerine genetik etkileri gösteren polar grafik	32
Şekil 9. Bitki boyuna ait gen etkilerini gösteren polar grafik	33
Şekil 10. Yaş ağırlıkların genotip ve örnekleme zamanına göre değişimi.	36
Şekil 11. Yaprak (a), sap (b), koçan (c) ve tane (d) yaş ağırlığı üzerine genetik etkileri gösteren polar grafikler.....	38
Şekil 12. Kuru ağırlık ortalamalarının genotip ve örnekleme zamanına göre değişimi.....	41
Şekil 13. Yaprak (a), sap (b), koçan (d) ve tane (e) kuru ağırlığı üzerine genetik etkilerini gösteren polar grafikler	42
Şekil 14. Nem oranının genotip ve vejetasyon süresine göre değişimi.	45
Şekil 15. Yaprak (a), sap, (b), koçan (c) ve tane (d) nem oranı üzerine gen etkilerini gösteren ait polar grafikler	46
Şekil 16. Generatif dönem gözlemlerinden tepe püskülü çıkarma (a), polen dökme (b), koçan püskülü çıkarma (c) ve çiçeklenme aralığı (d)’na ait genetik etkileri gösteren polar grafikler	49
Şekil 17. Yaprak alanının genotiplere ve zamana bağlı değişimi.....	53
Şekil 18. Toplam yaprak alanı (a), kuru yaprak alanı (b) ve yeşil yaprak alanı (c) üzerine genetik etkileri gösteren polar grafikler.....	54
Şekil 19. Yaprak alan indeksleri (kuru ve yeşil) ile yeşillik indeksinin vejetasyon süresince genotiplere göre değişimi.....	58

Şekil 20. Yeşillik indeksi (a), toplam yaprak alan indeksi (b) ve yeşil yaprak alan indeksi (c) üzerine genetik etkileri gösteren polar grafikler	60
Şekil 21. Klorofil miktarının genotiplere ve zamana göre değişimi	64
Şekil 22. Klorofil a (a), klorofil b (b) ve toplam klorofil içeriği (c) üzerine genetik etkileri gösteren polar grafikler	65
Şekil 23. Protein oranının vejetasyon süresince genotiplere göre organ bazında değişimi	70
Şekil 24. Yaprak (a), sap (b) ve tane (c) protein oranı üzerine genetik etkileri gösteren polar grafikler	71
Şekil 25. Karbonhidrat oranının vejetasyon süresince genotiplere göre organ bazında değişimi	74
Şekil 26. Yaprak (a), sap (b) ve tane (c) karbonhidrat oranı üzerine genetik etkileri gösteren ait polar grafikler	75
Şekil 27. Yağ oranı ve alınan koçan örneklerinin yaşının örneklem tarihlerinde genotiplere göre değişimi	78
Şekil 28. Tane yağ oranı üzerine genetik etkileri gösteren polar grafik	79
Şekil 29. Büyüme parametrelerine ait ortalamaların zamana bağlı olarak genotiplere göre değişimi	82
Şekil 30. LAR (a), LWF (b), RGR (c), SLA (d) ve ULR (e) üzerine genetik etkileri gösteren ait polar grafikler	85
Şekil 31. Örneklem tarihlerine göre 2011 yılına ait radyasyon kullanım etkinliklerindeki değişim.	89
Şekil 32. Kullanılan genotiplerin 2011 yılına ait radyasyon kullanım etkinliklerindeki değişim	90
Şekil 33. Örneklem tarihlerine göre 2012 yılına ait radyasyon kullanım etkinliklerindeki değişim.	91
Şekil 34. Kullanılan genotiplerin 2012 yılına ait radyasyon kullanım etkinliğindeki değişim	91
Şekil 35. Yaprak protein içeriğine ait regresyon ağacı.	100
Şekil 36. Sap protein içeriğine ait regresyon ağacı	101
Şekil 37. Tane protein içeriğine ait regresyon ağacı	102
Şekil 38. Yaprak karbonhidrat içeriğine ait regresyon ağacı	103
Şekil 39. Sap karbonhidrat içeriğine ait regresyon ağacı	104
Şekil 40. Tane karbonhidrat içeriğine ait regresyon ağacı	105

Şekil 41. Tane yağ içeriğine ait regresyon ağacı.	105
Şekil 42. Tek bitki kuru ağırlığına ait regresyon ağacı.	106

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Fatih KAHRIMAN

Doğum Yeri: Sivas/Yıldızeli

Doğum Tarihi: 01.10.1980

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi: Gazi Osmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü (1998-2002)

Yüksek Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı (2005-2007)

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (2005- Devam ediyor)

İLETİŞİM

E-posta adresi: fkahriman@hotmail.com