

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**KIŞLIK VE YAZLIK KOLZADA (*Brassica napus*) GENETİK TABANIN
GENİŞLETİLMESİ VE VERNALİZASYON KALITIMININ TAHMİN
EDİLMESİ**

Emrullah GÜLDEMİR

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NİSAN 2019

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**KIŞLIK VE YAZLIK KOLZADA (*Brassica napus*) GENETİK TABANIN
GENİŞLETİLMESİ VE VERNALİZASYON KALITIMININ TAHMİN
EDİLMESİ**

Emrullah GÜLDEMİR

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NİSAN 2019

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KIŞLIK VE YAZLIK KOLZADA (*Brassica napus*) GENETİK TABANIN
GENİŞLETİLMESİ VE VERNALİZASYON KALITIMININ TAHMİN
EDİLMESİ**

Emrullah GÜLDEMİR

TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 24/04/2019 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Nedim MUTLU (Danışman)

Prof. Dr. Faik KANTAR

Doç. Dr. Sabri ERBAŞ

ÖZET

KIŞLIK VE YAZLIK KOLZADA (*Brassica napus*) GENETİK TABANIN GENİŞLETİLMESİ VE VERNALİZASYON KALITIMININ TAHMİN EDİLMESİ

Emrullah GÜLDEMİR

Yüksek Lisans Tezi, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nedim MUTLU

Nisan 2019; 48 sayfa

Kolza vernalizasyon ihtiyacı olan kışlık ve olmayan yazlık çeşitlerden oluşmaktadır. Yüksek verim amacıyla yapılan hibrit ıslahı her iki grup içindeki genetik varyasyonu daraltmıştır. Çalışmanın amacı, kışlık ve yazlık kanola melezleri yoluyla genetik tabanın genişletilmesi ve vernalizasyon ihtiyacı kalıtımının belirlenmesidir.

Bu amaçla, verim ve kalite (yağ kalitesi daha iyi, hastalık zararlı ve olumsuz iklim şartlarına karşı daha toleranslı vb.) açısından elit hatlar/çeşitler ıslah edilmesi gerekir. Bunu sağlayabilmenin en etkili yöntemi ise genetik tabanın genişletilmesidir. Bu hedefleri gerçekleştirebilmek amacıyla beş adet kışlık F₁ ticari ve bir adet kışlık standart çeşitler ile altı adet yazlık F₁ ticari ve dört adet yazlık standart çeşitler birbirleriyle resiprokal melezlemeler yapılmıştır. Bu melezlerden elde edilen yeni bitkiler aynı yıl Eylül/Ekim aylarında ekilerek çiçeklenme tarihleri kayıt edilmiştir. Açılım gösteren popülasyonlardaki kışlık/yazlık oranları vernalizasyon ihtiyacının kontrol eden genlerin kalıtımını hesaplamakta kullanılmıştır.

Bu melezlemeler sonucu F₁, F₂, BC₁ ve yapılan melezlerin kontrol grubu olarak kullanılan ebeveynleri dahil 3,5 yıl boyunca yaklaşık olarak 15000 bitki yetiştirilmiş ve çiçeklenme tarihleri not edilmiştir. Bu bitkilerden 5008 adedi maintainer (idameci), 4796 adedi sitoplazmik erkek kısır (CMS) ve 2265 adedi restorer hatları temsil etmektedir.

Birbirinden oldukça farklı genetik yapıdaki hatlar/çeşitler (yazlık × kışlık) melezlendiği için geniş bir genetik açılım gözlenmiştir. Kışlık:Yazlık açılımı sonuçları vernalizasyon ihtiyacının (kışlık özelliği) tek dominant gen tarafından kontrol edildiğini ortaya koymuştur. Bu hatların saflaştırılmasından sonra yapılacak olan melezlemeler sonucu ortaya heterosis yeteneği yüksek kışlık ve yazlık CMS, idameci ve restorer hatların çıkacağı düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: *Brassica napus*, CMS, Genetik tabanın genişletilmesi, Kolza, Maintainer, Restorer, Vernalizasyon

JÜRİ: Prof. Dr. Nedim MUTLU

Prof. Dr. Faik KANTAR

Doç. Dr. Sabri ERBAŞ

ABSTRACT

WINTER AND SPRING RAPESEED (*Brassica napus*) IS GENETIC BASE EXPANSION AND PREDICTION OF VERNALIZATION QUALITY

Emrullah GÜLDEMİR

Master Thesis, Department of Agricultural Biotechnology

Supervisor: Prof. Dr. Nedim MUTLU

April 2019; 48 pages

Rapeseed can be winter-type or spring-type, with and without vernalization requirement. Hybrid cultivar breeding has narrowed the genetic variation within both groups. The aim of the study was to broaden the genetic base of both winter and spring rapeseed lines and determine the heritability of vernalization requirement.

For this purpose, the lines / varieties need to be improved higher yield and quality (oil quality, disease resistance and stress tolerance etc.). The most effective way to achieve this is to expand the genetic base. In order to achieve these objectives, five winter F₁ commercial and one winter standard varieties and six spring F₁ commercial and four spring standard varieties were reciprocally crossed. The plants of segregating populations were planted in greenhouse in September / October in the following year and flowering dates were recorded. The winter / spring ratios in the populations were used to calculate the inheritance of the genes that control the vernalization requirement.

As a result of these crosses, a large genetic variation was created within both groups. The plants of parents F₁, F₂, and BC₁ were grown and flowering dates were noted individually. Winter:Spring-type ratio showed that vernalization is controlled by a single dominant gene. Of the 15000 plants grown over the course of 3,5 years, 5008 plants belonged to Maintainer group, 4796 plants to CMS and 2265 plants to Restorer while the rest were the selfing generations of these lines and the control groups. The advanced line that will be developed from these populations are expected to yield higher heterosis, hence higher yielding hybrids.

KEYWORDS: *Brassica napus*, CMS, Expansion of genetic base, Rapeseed, Maintainer, Restorer, Vernalization

JÜRİ: Prof. Dr. Nedim MUTLU

Prof. Dr. Faik KANTAR

Assoc. Dr. Sabri ERBAŞ

ÖNSÖZ

Dünya nüfusu son yüzyılda inanılmaz bir hızla artmış ve hızla da artmaya devam etmektedir. Bu artış insanoğlunda ilk başta beslenme sorunu göstereceğinden ötürü yeni besin kaynakları bulma ve var olan besin kaynaklarında verim ve kaliteyi artırma konusunda araştırmalara yöneltmiştir. Bu çalışma kolzada verim ve kalite artışını sağlayıp insan beslenmesine küçükte olsa bir katkıda bulunacağını umuyorum.

Kışlık ve yazlık yetiştiriciliğe uygun tipleri bulunan kolza FAO (2016)'ya göre insan beslenmesinde kullanılan yağ bitkileri arasında yaklaşık 69 milyon ton üretim ile üçüncü sırada yer almaktadır. Dünya beslenmesinde bu kadar önemli bir yeri olan kolzanın ülkemizdeki yeri oldukça azdır. Bu çalışma ile kolzanın önemi belirtilerek yerli ticari F₁ çeşitler üretilmesinin gerekli olduğu vurgulanmaktadır.

Sadece vernalizasyon ihtiyacının kalıtımı incelenecek olduğunda, double haploid bitkilerle ve çalışmanın yaz veya bahar aylarında yapılmasının daha faydalı olacağı düşünülmektedir.

Tez konusunun belirlenmesi ve çalışma boyunca her aşamasında yönlendirici, destekleyici ve teşvik edici yardımları ve değerli tavsiyeleri için danışman hocam Sayın Prof. Dr. Nedim MUTLU'ya, tez çalışmaları kapsamında bana her türlü lojistik destek sağlayan, çalışma seralarında yer açan, tecrübe ve bilgilerini benden esirgemeyen başta Yük. Zir. Müh. Nihal KULA olmak üzere tüm Osterras Tarım çalışanlarına, arazi çalışmalarında bana her zaman yardımcı olan Zir. Müh. Mustafa Ali IŞIK, Zir. Müh. Sefa Samet KARATAŞ, Zir. Müh. Şükran KOCABAŞ'a en içten saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Kolzanın Tarihçesi	1
1.2. Kolzanın Önemi	2
1.3. Kolzanın Taksonomisi	3
1.4. Kolza Yağının İçeriği ve Önemi	4
1.5. Dünya ve Türkiye’de Kolza	5
1.6. Kolza Bitkisinin Morfolojisi	9
1.6.1. Kök.....	9
1.6.2. Sap.....	10
1.6.3. Yaprak.....	10
1.6.4. Dal	11
1.6.5. Çiçek	12
1.6.6. Kapsül (harnup, meyve).....	13
1.6.7. Tohum	14
1.7. Bitki Islahında Kullanılan Erkek Kısırlık Sistemleri	16
1.7.1. Genetik erkek kısırlılığı (GMS)	16
1.7.2. Sitoplazmik erkek kısırlılığı (CMS).....	16
1.7.3. Sitoplazmik genetik erkek kısırlılığı (CGMS)	17
1.7.4. Genetik mühendisliğinden yararlanılarak erkek kısır bitkilerin eldesi	17
1.8. Kolzada Genetik Tabanının Genişletilmesi	17
1.8.1. Genetik çeşitlilik	18
1.8.2. Kışlık kolza kullanımı	18
1.8.3. Çin yarı/erkenci kışlık tip kolza kullanımı.....	19
1.8.4. Yapay sentezlenen <i>Brassica napus</i> ’un kullanımı	19

1.8.5. <i>Brassica napus</i> 'un benzer türler ile melezlenmesi.....	20
1.8.6. QTL haritalama	21
2. KAYNAK TARAMASI	22
3. MATERYAL VE METOT	26
3.1. Materyal	26
3.2. Metot	28
3.2.1. Restorer (baba) hat geliştirme	29
3.2.2. İdameci (M-Maintainer) hat geliştirme	32
3.2.3. CMS (Anne) hat geliştirme	33
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	35
4.1. Restorer (Baba) Hat Geliştirme.....	35
4.2. CMS (Anne) ve Maintainer (İdameci) Hat Geliştirme	38
5. SONUÇLAR	40
6. KAYNAKLAR	41
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum ‘Kışlık ve Yazlık Kolzada (*Brassica napus*) Genetik Tabanın Genişletilmesi ve Vernalizasyon Kalıtımının Tahmin Edilmesi’ adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

24/04/2019

Emrullah GÜLDEMİR



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

cm	: Santimetre
da	: Dekar alan (1000 metre kare)
F ₁	: Anne ve baba hattın melezlenmesi ile oluşan ilk yavru döl
F ₂	: İlk yavru dölün bir kez kendilenmesi
F ₃	: İlk yavru dölün iki kez kendilenmesi
kg	: Kilogram
P	: İstatistiksel anlamlı fark
sd	: Serbestlik derecesi
X ²	: Ki kare testi
°C	: Santigrat derece
♀	: Dişi
♂	: Erkek
%	: Yüzde simgesi
,	: Ondalık sayıları ayırmak için virgöl kullanılmıştır

Kısaltmalar

BBCH	: BASF, Bayer, Ciba-Geigy ve Hoechst şirketlerinin baş harfleri
BC	: Backcross (Geriye Melez)
BC ₁ F ₁	: Backcross bir F bir (bir kez geriye melezlenmiş hat)
BC ₁ F ₂	: Backcross bir F iki (bir kez geriye melezlenmiş hattın kendilemesi)
CMS	: Cytoplasmic Male Sterility (Kısır hat)
DH	: Double haploid
DNA	: Deoksiribonükleik asit
FAO	: The Food and Agriculture Organization

M : Maintainer (İdameci)

MAS : Marker Assisted Selection (Marker Destekli Seçilim)

M.Ö. : Milattan Önce

pBC₁F₁: Pseudo Backcross bir F₁ (yalancı melez ile bir kez geriye melezlenmiş hat)

QTLs : Quantitative Trait Locus (Kantitatif Özellik Bölgesi)

R : Restorer (Baba hat)

RFLP : Restriction Fragment Length Polymorphism (Kesilen Parça Uzunluk Polimorfizmi)

SSR : Simple Sequence Repeats (Basit Dizi Tekrarları)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Farklı <i>Brassica</i> türleri arasında genetik ilişkiler (Kimber and McGregor 1995)	4
Şekil 1.2. Kolza bitkisinde kökler	10
Şekil 1.3. Kolza bitkisinde sap	10
Şekil 1.4. Kolzanın yaprak devreleri; A) Kotiledon yapraklar; B) Rozet dönemi; C) Sapa kalkma dönemi; D) Alt yapraklar	11
Şekil 1.5. Kolza bitkisinde dal	12
Şekil 1.6. Kolza bitkisinde çiçek; A) Küme halindeki çiçekler; B) Çiçeklenme dönemi; C) Haç şeklinde taç yapraklar ve stigma; D) Altı adet anter ve stigma.....	13
Şekil 1.7. Kolza bitkisinde kapsüllerin hasada gelinceye kadar ki renk değişimleri.....	14
Şekil 1.8. Kolza bitkisinin tohumları	14
Şekil 4.1. 2016 - 2017 kış yetiştirme dönemi kolza bitkilerinde çiçeklenme zamanlarındaki farklılıklar	36
Şekil 4.2. 2017 - 2018 kış yetiştirme dönemi kolza bitkilerinde çiçeklenme zamanlarındaki farklılıklar	37
Şekil 4.3. 2017 - 2018 kış yetiştirme dönemi kolza bitkilerinde çiçeklenme zamanlarındaki farklılıklar	39

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Yıllara göre dünyada kolzanın ekim alanı, verimi ve üretimi	5
Çizelge 1.2. Yıllara göre dünyada kolzanın ekim alanı	6
Çizelge 1.3. Yıllara göre dünyada kolzanın üretimi	6
Çizelge 1.4. Yıllara göre dünyada kolzanın verimi	7
Çizelge 1.5. Yıllara göre Türkiye’de kolzanın ekim alanı, verimi ve üretimi	7
Çizelge 1.6. Yıllara göre Türkiye’de kolzanın ekim alanı	8
Çizelge 1.7. Yıllara göre Türkiye’de kolzanın üretimi	8
Çizelge 1.8. Yıllara göre Türkiye’de kolzanın verimi	9
Çizelge 1.9. Kolza bitkisinin büyüme dönemleri.....	15
Çizelge 2.1. F ₁ ve F ₂ popülasyonlarındaki çiçeklenme başlangıcı (Light, Gororo ve Salisbury 2004)	24
Çizelge 3.1. 2016 İlkbaharında ebeveynler üzerinde yapılan kışlık × yazlık, yazlık x kışlık (resiprokal) melezlerinin tarla kodları, kışlık/yazlık olma durumları pedigrileri ile birlikte verilmiştir	27
Çizelge 3.2. 2016, 2017, ve 2018 Kış Sezonunda gözlemlenen Restorer hattımızın kontrol bitkileri, sayıları, hibrit/standart ve yazlık/kışlık olma durumları verilmiştir	29
Çizelge 3.3. Yazlık × kışlık resiprokal melezlemelerinden elde edilen ve 2016-17 Kış Sezonunda yetiştirilen restore edici popülasyona ait BC ₁ F ₁ bitkilerinin sayıları, yazlık veya kışlık olma durumları ve yazlık bitkilerin oranları verilmiştir.....	29
Çizelge 3.4. Yazlık × kışlık resiprokal melezlemelerinden elde edilen ve 2017-18 Kış Sezonunda yetiştirilen restore edici popülasyona ait BC ₁ F ₂ bitkilerinin sayıları, yazlık veya kışlık olma durumları, yazlık bitkilerin oranları ve pedigrileri verilmiştir	31
Çizelge 3.5. 2016-17-18 Kış Sezonunda gözlemlenen Maintainer hattımızın kontrol bitkileri, sayıları, hibrit/standart ve yazlık/kışlık olma durumları verilmiştir	33
Çizelge 3.6. Yazlık x kışlık resiprokal melezlemelerinden elde edilen ve 2017-18 Kış Sezonunda yetiştirilen Maintainer hattımıza ait BC ₁ F ₂ bitkilerinin sayıları, yazlık veya kışlık olma durumları ve yazlık bitkilerin oranları verilmiştir	33
Çizelge 3.7. Yazlık x kışlık resiprokal melezlemelerinden elde edilen ve 2017-18 Kış Sezonunda yetiştirilen CMS (anne) hattımıza ait BC ₁ F ₂ bitkilerinin sayıları, yazlık bitkilerin oranları ve pedigrileri verilmiştir	34

Çizelge 4.1. 2016-2017 kış yetiştirme döneminde Restorer pseudo BC ₁ F ₁ hattın popülasyonlarındaki çiçeklenme tarihlerine bakılarak yazlık/kışlık olma yüzdeleri ve sayıları resiprokalleri ile birlikte verilmiştir.....	35
Çizelge 4.2. 2017-2018 kış yetiştirme döneminde Restorer pseudo BC ₁ F ₂ hattın popülasyonlarındaki çiçeklenme tarihlerine bakılarak yazlık/kışlık olma yüzdeleri ve sayıları resiprokalleri ile birlikte verilmiştir.....	37
Çizelge 4.3. 2017-2018 kış yetiştirme döneminde CMS ve maintainer pseudo BC ₁ F ₂ hatlarının popülasyonlarındaki çiçeklenme tarihlerine bakılarak yazlık veya kışlık olma yüzdeleri ve sayıları resiprokalleri ile birlikte verilmiştir	38



1. GİRİŞ

Dünya nüfusu son yüzyılda inanılmaz bir hızda artmış ve hızla da artmaya devam etmektedir. Bu artış insanoğlunda ilk başta beslenme sorunu getireceğinden ötürü yeni besin kaynakları bulma ve mevcut besin kaynaklarında verim ve kaliteyi artırma konusunda araştırmalara yöneltmiştir.

Kışlık ve yazlık kanola genotipleri genetik olarak birbirlerinden oldukça farklı olduğundan bunların arasındaki melezleme sonucu elde edilecek yeni hatların heterosis verme olasılığı oldukça yüksektir. Böyle hatlar hibrit ıslahında yüksek heterosis yeteneği ile verimliliği önemli derecede artırma potansiyeline sahiptir. Çalışmamızın amacı; kışlık ve yazlık kanola melezlemesi ile her iki grubun genetik tabanını genişletmek, erkenci kışlık ve geççi yazlık kanola hatları belirlemek ve vernalizasyon ihtiyacını kontrol eden genlerin kalıtımını ortaya koymaktır.

Çalışmanın kapsamı; kışlık ve yazlık çeşitler örtüaltında yetiştirilmiş ve resiprokal melezlemeler yapılmıştır. Bu melezlemeler sonucunda ortaya çıkan F_1 veya pseudo BC_1F_1 bitkileri bir sonraki yıl ekilip kışlık/yazlık olma durumları belirlenmiştir. Çalışmada kontrol grubu olarak standart veya hibrit yazlık ve kışlık çeşitler kullanılmıştır. Elde edilecek F_2 , F_3 , BC popülasyonları hem yazlık ve kışlık kolza gruplarında genetik tabanı genişletmek amacıyla hem de vernalizasyon ihtiyacını kaç genin kontrol ettiğini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Proje sonuçlandığında, kanola yetiştiricilerine daha yüksek verimli, bilinen çeşitlerden daha erkenci veya daha geççi kışlık ve yazlık kanola çeşitlerini sunmak mümkün olabilir.

1.1. Kolzanın Tarihçesi

Kolzanın orijini Hindistan olup ilk kez M.Ö. 2000'lerde kültüre alınmıştır. Sonra Çin ve Japonya'ya daha sonra Asya ve Avrupa'ya oradan da tüm dünyaya yayılmıştır. Kolza yağı, buralarda ilk olarak gaz lambalarında kullanılmış sonraları ise yemeklik yağ olarak kullanılmaya başlanmıştır. Buhar enerjisinin geliştirilmesi ile buhar makinelerinde ve gemilerde kullanılmıştır (Bahçeci 2012).

Kanola/Kolza (*Brassica napus*), yağ şalgamı (*B. campestris*) ile lahananın (*Brassica oleracea* L.) doğada kendiliğinden melezlenmesinden oluşmuş amfidiploid bir türdür (Süzer 2008).

Kanada'da özellikle de Saskatchewan eyaletinde 1936 yılından beri kolza yetiştirilmektedir. Kolza üretimine, yağını gemicilikte kullanmak amacıyla 1942 yılında Kanada'da başlanmıştır. 1968 yılında Manitoba Üniversitesi öğretim üyesi Dr. Baldur Stefansson asit oranı düşük olan seçici tohumlama yöntemini geliştirmiştir. Kanada'da (1974) düşük erusik ve glukozinolat içeren başka çeşit üretilmiştir. Kanola, İngilizce'de 'canola' olarak geçmektedir ve bu isim 'Canadian Oil Low Acid' kelimelerinin baş harflerinden oluşturulmuştur. Bu çeşitin üretilmesinden itibaren ekimi tüm dünyaya hızla yayılmış ve günümüzde en çok yetiştirilen yağlık bitkiler arasında yer almaktadır (Bahçeci 2012).

Kolza üretimi ülkemizde 1948 yılında başlamış ancak önemli ölçüde yetiştiriciliği yapılmamıştır. 1960'lı yıllarda Balkan göçmenleri yanında getirdikleri kolza tohumlarını

Trakya Bölgesinde ekmeleriyle birlikte kolza üretimi artmıştır. Yine bu yıllarda devlet eliyle çeşit, adaptasyon ve sulama denemeleri yapılmıştır. 1979 yılında ekim alanı oldukça artmış ancak sonraki yıllarda kolza yağında erusik asit oranının fazlalığı, küspesinde ise hayvan sağlığına zararlı glukozinolatın yüksek oranda bulunması nedeniyle devlet tarafından yasaklanmıştır. Sonraki yıllarda ise yapılan ıslah çalışmalarıyla erusik asit ve glukozinolat içermeyen ‘OO’ tipi kolza çeşidi geliştirilmiştir (Bahçeci 2012).

1.2. Kolzanın Önemi

Kolzanın yazlık ve kışlık tiplerinin olması, yetiştirme zamanının kısalığı, tohum veriminin yüksek olması, yağ oranının yüksek olması, hasadına kadar olan bütün yetiştirme tekniklerinin mekanizasyona elverişli olması, yapraklarının geniş olması ve bitkinin hızlı büyümesi sayesinde yabancı otların gelişimini engellemesi gibi özellikleriyle oldukça avantajlı bir bitkidir. Kolza küspesi başta kanatlı hayvanlar olmak üzere hayvan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Kolza ilkbaharda erken çiçek açtığı ve çiçeklenme süresinin uzun olması sebebi ile arıcılıkta da kullanılmaktadır (Öztürk 2000; Acar vd. 2005; Öz 2013).

Kolza toprağın olumsuz fiziksel ve kimyasal özelliklerini düzelterek gerekli rutubetin sağlanması açısından bakıldığında önemli ve ideal bir münavebe bitkisidir (Süzer 2007).

Günümüzde kolza üzerine yapılan ıslah çalışmalarında yüksek verim, yüksek yağ oranı, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık esas alınır. Kolzanın kullanım alanı geniş, kışlık ve yazlık formları bulunan, soğuk iklim şartlarına toleranslı, mekanizasyona uygunluğu, veriminin ve yağ oranının yüksekliği, yetiştiriciliğinin ucuzluğu gibi özellikler sayesinde kolza dünyada oldukça geniş bir yer bulmuş ve elde edilen en ucuz yağlardan biri olmasına imkân sunmuştur.

Kolza yağının, gıda sanayinde nötr özelliğinden dolayı kızartma ve konserve yağı olarak kullanımı oldukça yaygındır (Şeker 2015).

Yem sanayine protein kaynağı sunmak amacıyla besleyici değeri yüksek ve oldukça da ucuz küspe sağlaması bakımından kanola önemli bir hayvan besleme besinidir. Protein içeriği oldukça zengin olup yeşil yem ve silaj olarak kullanılabilir. Soya küspesine gösterdiği benzerlik sayesinde kanatlı hayvanların beslenmesinde daha çok tercih edilmektedir. Kanola, tekli doymamış yağ asitlerinden olan oleik asit ile çoklu doymamış yağ asitlerinden olan omega-3 ve omega-6 bakımından zengin kaynaklar arasında gösterilmektedir. Yapılan araştırmalarda kanola yağının linolenik ve linoleik asitlerinin yüksek oranda olması ve kanatlı etlerinin bu yağ asitleri bakımından zenginleştirilmesi için uygun bir besin kaynağı olduğu açıklanmıştır (Öztürk 2004; Alpaslan 2014).

Biyodizel kanola, ayçiçeği, soya vb. bitkilerin yağlarının veya hayvansal yağların katalizör eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile reaksiyonu sonucu açığa çıkar ve dizel motorlarda kullanılır. Başka bir ifade ile biyodizel, biyolojik kaynaklardan sağlanan ester tabanlı bir oksijenli yakıt olup, dizel motorlarda tek başına veya mazot ile karıştırılarak kullanılabilir.

Biyodizel için bitkisel yağ kaynağı olarak kanolanın avantajları;

- Adaptasyon yeteneğinin oldukça yüksek olması
- Yazlık ve kışlık tiplerinin bulunması
- Kendinden sonra yetiştirilecek ürüne temiz toprak bırakması
- Uygun bölgelerde ikinci ürüne olanak sağlaması
- Yetiştiriciliğinin mekanizasyona uygun olması
- Diğer yağlı tohumlara göre çok daha erken hasat edilmesi
- Yağ içeriğinin yüksek olması
- Gıda ve biyodizel üretimi için uygunluğu
- Küspesinin yem olarak kullanılabilmesi
- İstikrarlı verim ve kaliteli yağa sahipliği gibi özellikleri sayesinde biyodizelde tercih edilen bitkilerin başında gelmektedir (Süzer 2008).

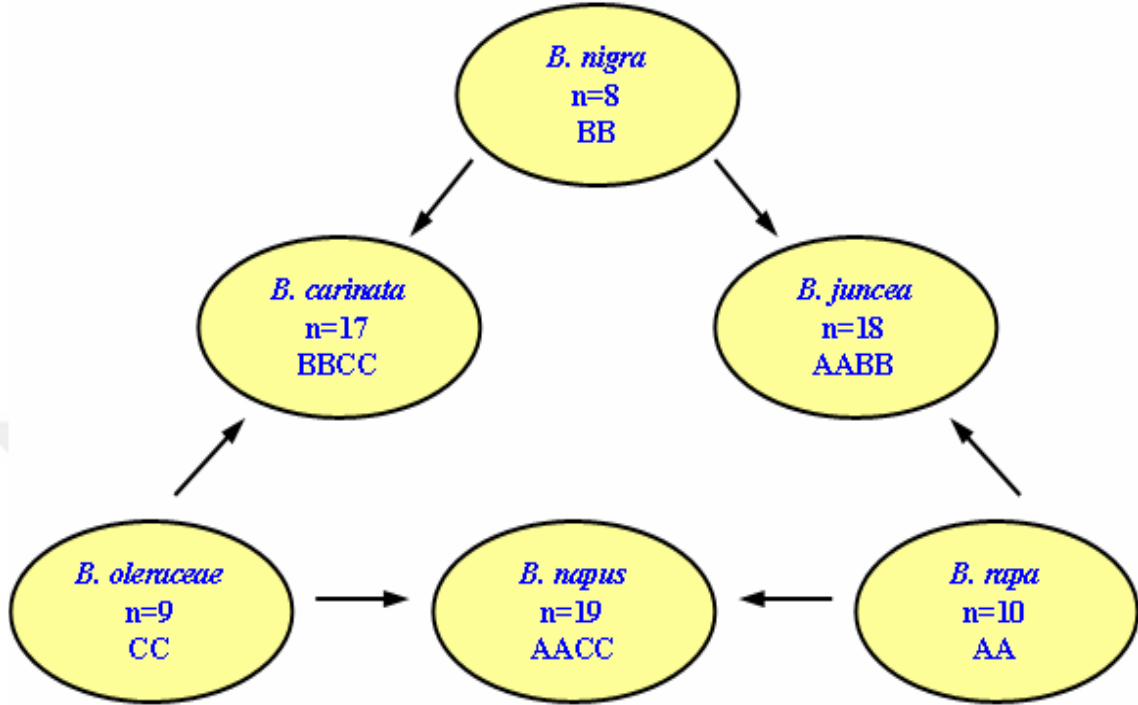
Kolza kökleri mantari hastalıklara karşı antifungal özellikler gösteren kimyasallar salgılayarak mantari hastalıkların kontrolünde önemli bir bitkidir (Kirkegaard vd. 1994, 1998).

1.3. Kolzanın Taksonomisi

Kanola (*Brassica napus* var. *napus* L.) ve kolza (*Brassica napus* var. *oleiferae* L.); *Brassicales* takımından, *Brassicaceae* (*Cruciferae*, turpgiller) familyasından, *Brassica* cinsinden, *Brassica napus* L. türünün alt türleridir. Kromozom sayısı $n=19$ dur ve *Brassica campestris* L. ile *Brassica oleracea* L. türlerinin doğada kendiliğinden melezlenmesi sonucu meydana gelmiş amfidiploid bir türdür (Özgüven 2000).

Avrupa'daki ıslah çalışmalarında yağında düşük seviyelerde erusik asit içeren '00' Alman çeşidi (Liho) ile küspesi az glukozinolat içeren Polonya kökenli yazlık Bronoswki çeşitleriyle yapılan melezleme sonucunda ilk kanola çeşidi ortaya çıkmıştır (Süzer 2008).

Şekil 1.1. Farklı *Brassica* türleri arasındaki genetik ilişkiler (Kimber and McGregor 1995)



1.4. Kolza Yağının İçeriği ve Önemi

Kolza dünyada en çok yetiştirilen ve en önemli yağ bitkilerindendir (Fried vd. 2002). Islah edilmiş kışlık kanola yağında kaproik asit (%0,33), kaprilik asit (%0,00), kaprik asit (%0,01), laurik asit (%0,01), miristik asit (%0,05), palmitik asit (%4,34), palmitoleik asit (%0,27), margarik asit (%0,04), heptadesanoik asit (%0,13), stearik asit (%1,83), oleik asit (%64,36), linoleik asit (%19,19), linolenik asit (%0,09), γ -linolenik asit (%7,25), arasidik asit (%0,64), ekosenoik asit (%1,13), behenik asit (%0,26), erusik asit (%0,00), lignoserik asit (%0,00), nervonik asit (%0,06) yağ asitleri bulunmaktadır (Süzer 2008).

Kanola yağı üretim bakımından dünyada yağ bitkileri arasında üçüncü sırada yer almaktadır (FAO 2016). İklim isteği, toprak isteği, münavebeye uygunluğu, %40-50 arasında yağ oranı, %20-25 arasında protein oranı, glukozinolat ve erusik asit içermemesi, lif oranının düşük olması ve yağ asitleri açısından yüksek kalitede olması nedeniyle kolza/kanola yağ ve yem endüstrisinde aranan bir kültür bitkisidir (Schierholt ve diğ. 2001). Yarı doymuş yağ asitleri ihtiva eden kolza, yüksek oranda oleik ve linoleik yağ asitlerine sahiptir. Bu yağ asitleri oldukça sağlıklı ve kaliteli yağ asitleridir (Öz 2013).

Kolza yağında erusik asit % 1'den yüksek olması insanlarda kalp hastalıklarına küspesinde bulunan glukozinolat oranının % 2'den yüksek olması ise hayvanlarda troid bezi büyümesi, gut iltihaplanması ve karaciğer rahatsızlıklarına yol açmaktadır. Ancak

1970’lerde erusik asit ve glukozinolat oranları sıfıra yakın ‘00’lı yeni çeşitler ıslah edilip ki bu oran günümüzde %0’dır insan ve hayvan tüketimine sunulmuştur (Akyıldız 1992).

1.5. Dünya ve Türkiye’de Kolza

Kışlık kanolanın ülkemizin uygun iklim koşullarını taşıyan bölgelerinde buğday ile ekim nöbetine girmesi sonucu ekim nöbeti zenginleşeceği gibi yağ açığının kapatılmasında da önemli bir katkısı olacaktır. Kışlık çeşitler için uygun iklime sahip bölgeler Ege, Çukurova, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu’nun pamuk, Marmara Bölgesinin Trakya kesiminde ise ayçiçeği ve buğday ekilen alanlarında mevcuttur (Süzer 2008).

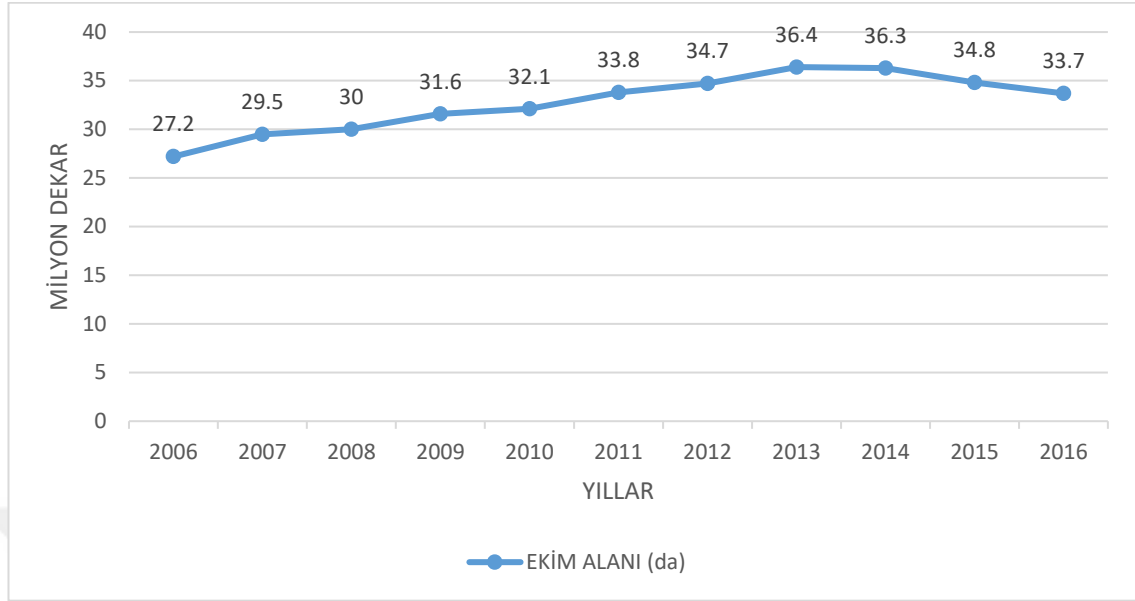
Dünyada kolzanın ekim alanı, verimi ve üretimi Çizelge 1.1.’de görüleceği gibi FAO’nun verilerine göre kolzanın ekim alanı, verimi ve üretimi genel itibari ile artmıştır.

Çizelge 1.1. Yıllara göre dünyada kolzanın ekim alanı, verimi ve üretimi

YILLAR	EKİM ALANI (da)	VERİM (kg/da)	ÜRETİM (ton)
2006	27.211.658	179	48.661.360
2007	29.466.593	172	50.573.117
2008	30.092.691	189	56.873.210
2009	31.637.714	197	62.209.010
2010	32.095.888	186	59.850.184
2011	33.775.786	186	62.789.690
2012	34.691.506	181	62.721.024
2013	36.390.143	201	73.097.419
2014	36.307.436	205	74.461.973
2015	34.779.304	205	71.171.010
2016	33.708.547	204	68.855.446

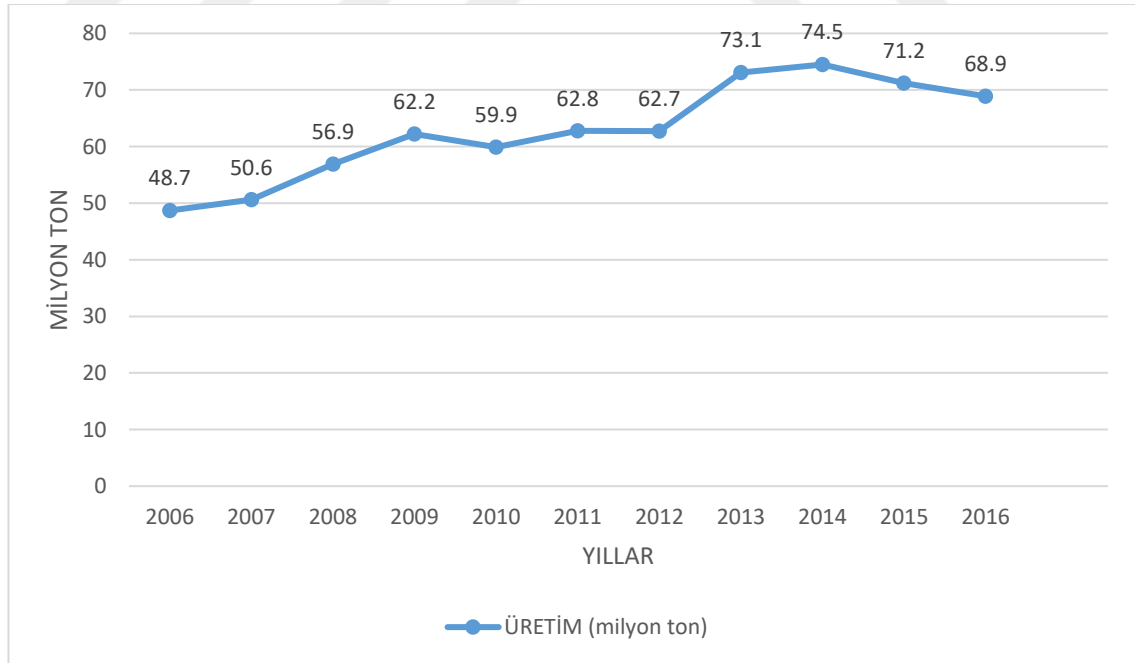
Kaynak: www.fao.org

Yukarıdaki çizelgeyi grafik olarak gösterirsek artışı daha kolay gözlemlenmektedir. Aşağıdaki çizelgelerde veri başlıklarının yıllara göre değişimlerini göstermektedir.

Çizelge 1.2. Yıllara göre dünyada kolzanın ekim alanı

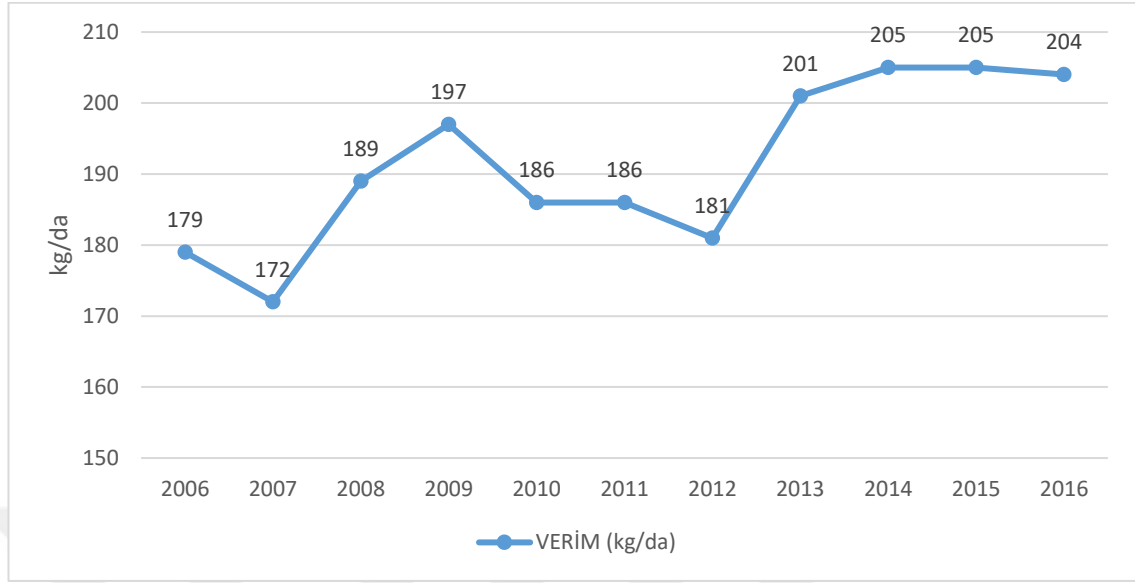
Kaynak: www.fao.org

Yukarıdaki Çizelge 1.2.'de görüldüğü gibi kolza bitkisinin dünyadaki ekim alanı 2016 yılına kadar genel itibari ile artış göstermiştir.

Çizelge 1.3. Yıllara göre dünyada kolzanın üretimi

Kaynak: www.fao.org

Yukarıdaki Çizelge 1.3.'te görüldüğü gibi kolza bitkisinin dünyadaki üretimi 2016 yılına kadar genel itibari ile artış göstermiştir.

Çizelge 1.4. Yıllara göre dünyada kolzanın verimi

Kaynak: www.fao.org

Yukarıdaki Çizelge 1.4.'te görüldüğü gibi kolza bitkisinin dünyadaki verimi 2016 yılına kadar genel itibari ile artış göstermiştir.

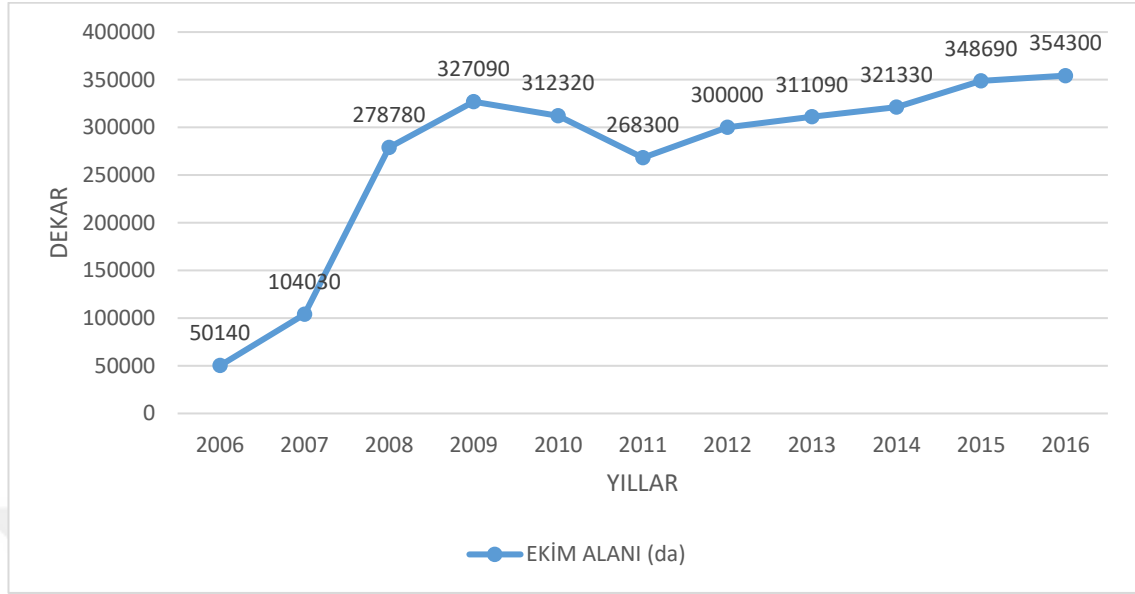
Türkiye'de de kolzanın ekim alanı, verimi ve üretimi dünyadaki gibi paralellik göstermiş Çizelge 1.5.'te görüleceği gibi FAO'nun verilerine göre kolzanın ekim alanı, verimi ve üretimi genel itibari ile artmıştır.

Çizelge 1.5. Yıllara göre Türkiye'de kolzanın ekim alanı, verimi ve üretimi

YILLAR	EKİM ALANI (da)	VERİM (kg/da)	ÜRETİM (ton)
2006	50.140	252	12.615
2007	104.030	276	28.727
2008	278.780	301	83.965
2009	327.090	348	113.886
2010	312.320	341	106.450
2011	268.300	340	91.239
2012	300.000	367	110.000
2013	311.090	328	102.000
2014	321.330	342	110.000
2015	348.690	344	120.000
2016	354.300	353	125.000

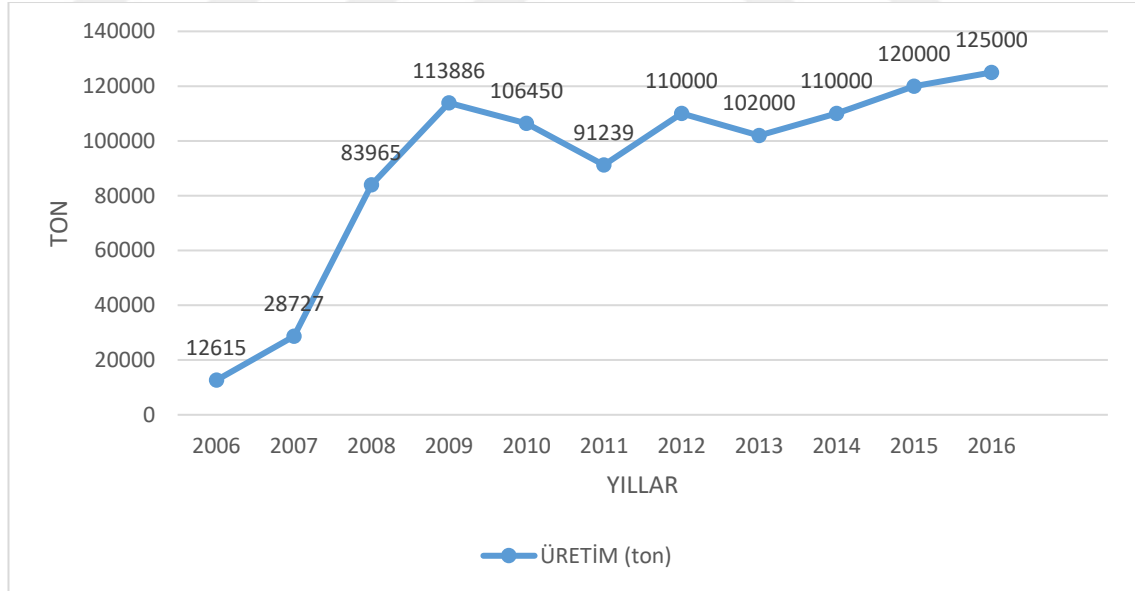
Kaynak: www.fao.org

Yukarıdaki çizelgeyi yine grafik olarak gösterirsek artışı daha kolay gözlemleyebiliriz.

Çizelge 1.6. Yıllara göre Türkiye’de kolzanın ekim alanı

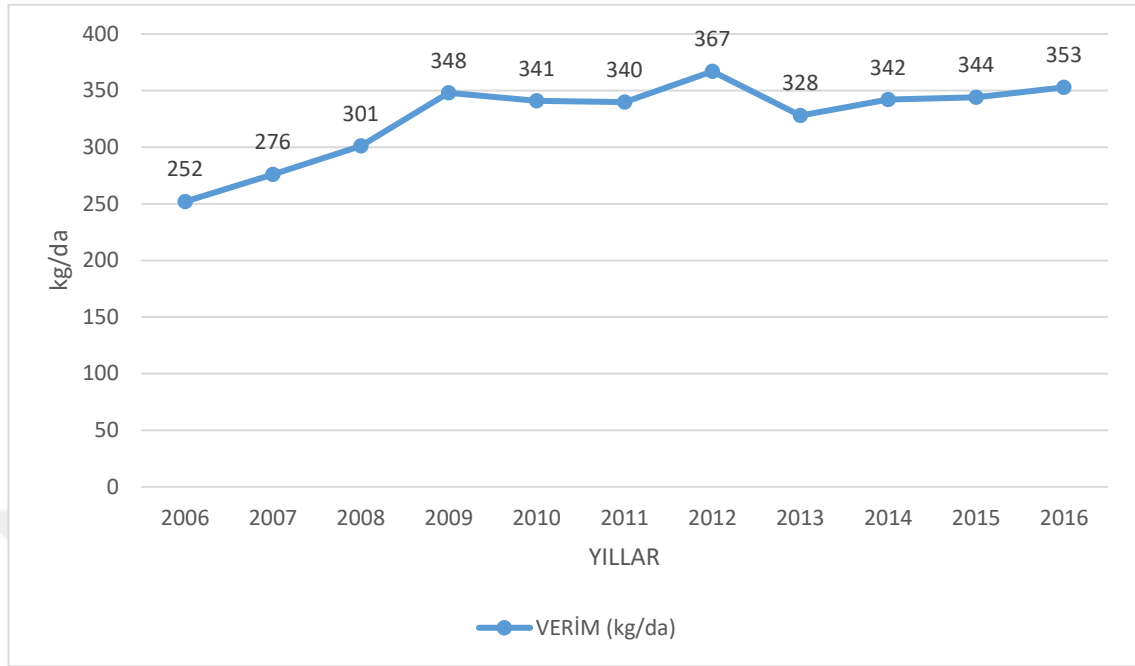
Kaynak: www.fao.org

Yukarıdaki Çizelge 1.6.’da görüldüğü gibi kolza bitkisinin Türkiye’deki ekim alanı 2016 yılına kadar genel itibari ile artış göstermiştir.

Çizelge 1.7. Yıllara göre Türkiye’de kolzanın üretimi

Kaynak: www.fao.org

Yukarıdaki Çizelge 1.7.’de görüldüğü gibi kolza bitkisinin Türkiye’deki üretimi 2016 yılına kadar genel itibari ile artış göstermiştir.

Çizelge 1.8. Yıllara göre Türkiye’de kolzanın verimi

Kaynak: www.fao.org

Yukarıdaki Çizelge 1.8.’de görüldüğü gibi kolza bitkisinin Türkiye’deki verimi 2016 yılına kadar genel itibari ile artış göstermiştir.

Ülkemizde kolza yetiştirilen iller arasında FAO (2016) verilerine göre ekim alanı ve üretimi en çok olan Tekirdağ, bölgeler arasında ise Trakya Bölgesi’dir. Ülkemizde en çok kışlık kanola yetiştiriciliği yapılmaktadır.

1.6. Kolza Bitkisinin Morfolojisi

Kanolanın kışlık ve yazlık formları bulunmaktadır ve ülkemizde çoğunlukla kışlık formu yetiştirilmektedir (Süzer 2008). Kışlık kanola yazlığa göre daha verimli, daha fazla dallanma gösteren, daha fazla harnup oluşturan ve bitkisel olarak daha güçlü bir formdur.

1.6.1. Kök

Kanola tohumlarının çimlenmesi için optimum toprak sıcaklığı 10-12°C ve 2 cm toprak derinliğidir. Kanola tohumlarının 2-25°C’de yaklaşık %90 oranında çimlenebilsede 2°C’de 11-14 gün arası iken 25°C’de 24 saat içinde çimlenmektedir (Kondra vd. 1983).

Toprak yapısına bağlı değişkenlik gösterse de kökleri 100-120 cm inerken, yan kökleri ise 50-80 cm’lik çember şeklinde bitkinin etrafına yayılabilir. Bitki köklerinin toprağa çok sağlam tutunması yüzünden kanola bitkisinde kök bölgesinden yatmaya rastlanmaz. Kışın aşırı yağışların olduğu dönemde etrafa yayılan kazık ve saçak kök sistemi sayesinde su erozyonunu önemli ölçüde kontrol edebilmektedir (Süzer 2008).



Şekil 1.2. Kolza bitkisinde kökler

1.6.2. Sap

Kanola bitkisinde sap, dik olarak büyür, özellikle kışlıklarda sap oldukça kuvvetli, selüloz oranı yüksek sert ve odunsu bir yapıdadır. Bitki sapının kalınlığı ekim sıklığına bağlı olarak değişir. Sık ekimlerde ince, seyrek ekimlerde ise kalın olmaktadır. Bitki boyu ise çeşit özelliğine, ekim zamanına ve iklim şartlarına bağlı olarak değişmekle birlikte 1-2 metre arasında olmaktadır. Kışlık formlarının sapları daha kalın ve boyları da daha uzun olmaktadır. Mavimsi yeşil renkte olan sap olgunlaşma dönemine girildiğinde sararır ve kırılğan bir hal almaktadır (Süzer 2008).

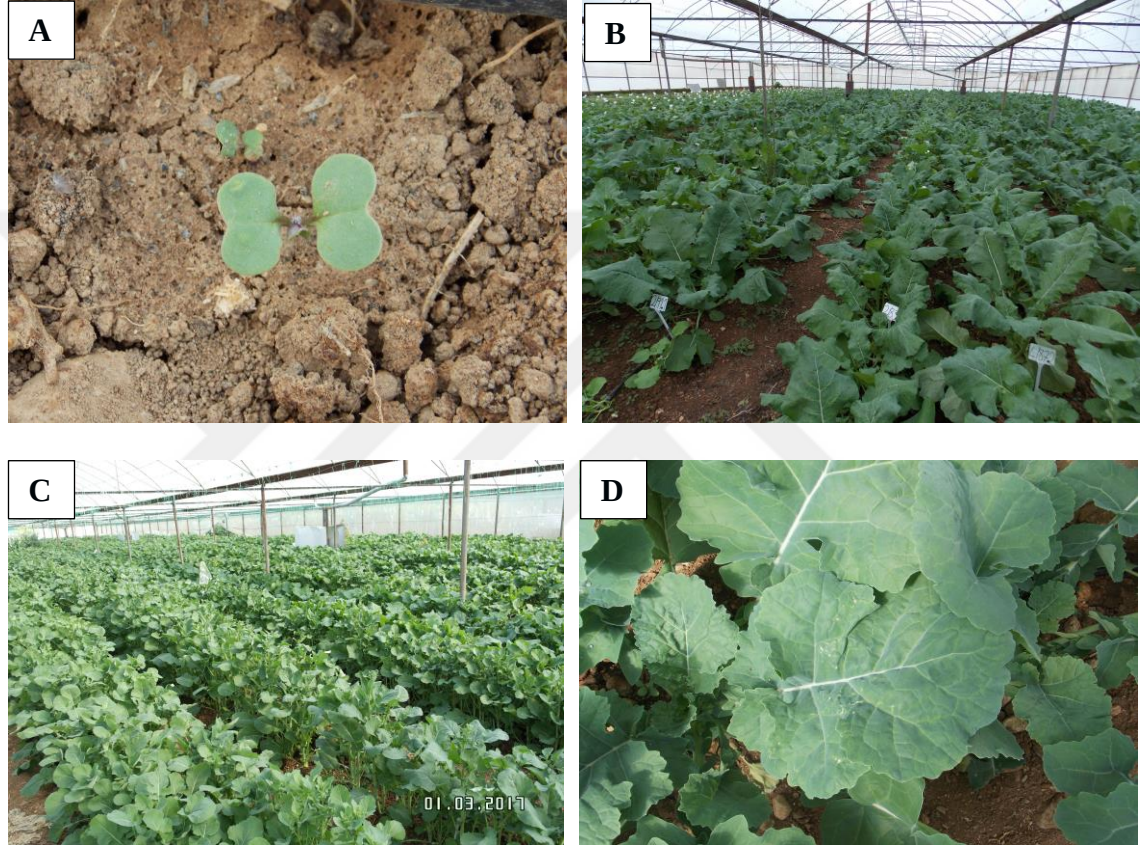


Şekil 1.3. Kolza bitkisinde sap

1.6.3. Yaprak

Çimlenen kanola bitkisi toprak yüzeyine çıktığında iki kotiledon yaprağa sahiptir ve bu dönemde hava sıcaklığının -4°C 'nin altına düşmesi halinde soğuklardan oldukça

şiddetli bir şekilde zarar görmektedir (Şekil 1.4. A). Bu dönemden sonra rozet yapraklarını oluşturarak kışlık formları kışı bu şekilde geçirir, yazlık formları ise kısa süre sonra hava sıcaklığına bağlı olarak sapa kalkar (Şekil 1.4. B). Kışlık kanola bitkisi rozet yaprak döneminde -15°C soğuklara kadar dayanabilmektedir. Kanola bitkisi sapa kalktıktan sonra gerçek yaprak oluşur ve bu gerçek yaprakların alt kısımlarda olan yaprakları üsttekilere göre nispeten daha büyük ve daha derin yırtmaçlara sahiptir (Şekil 1.4. C ve D). Yaprak rengi, ekilen kanola bitkisinin özelliğine bağlı olarak yeşilin farklı tonlarında, parlak, tüysüz ve çıplak renkte olur. Olgunlaşma döneminde yaprakların tamamı sararıp dökülür ve bu dökülme alt yapraklardan başlar (Süzer 2008).



Şekil 1.4. Kolzanın yaprak devreleri; **A)** Kotiledon yapraklar; **B)** Rozet dönemi; **C)** Sapa kalkma dönemi; **D)** Alt yapraklar

1.6.4. Dal

Kanola bitkisinde dallanma gövde kalınlığı gibi ekim sıklığına bağlıdır ve seyrek ekimlerde dal sayısı daha fazla olmaktadır. Kanola da dallanma verimle direk alakası olduğu için dallanma istenilen bir özelliktir. Dallanma şekilleri çeşide göre değişir bazı çeşitlerde dallanma ana gövdenin üst kısmında daha fazladır, bazı çeşitlerde ana sapın orta kısmında daha fazladır, bazılarında ise ana sapın en alt kısmından başlayabilmektedir (Süzer 2008).

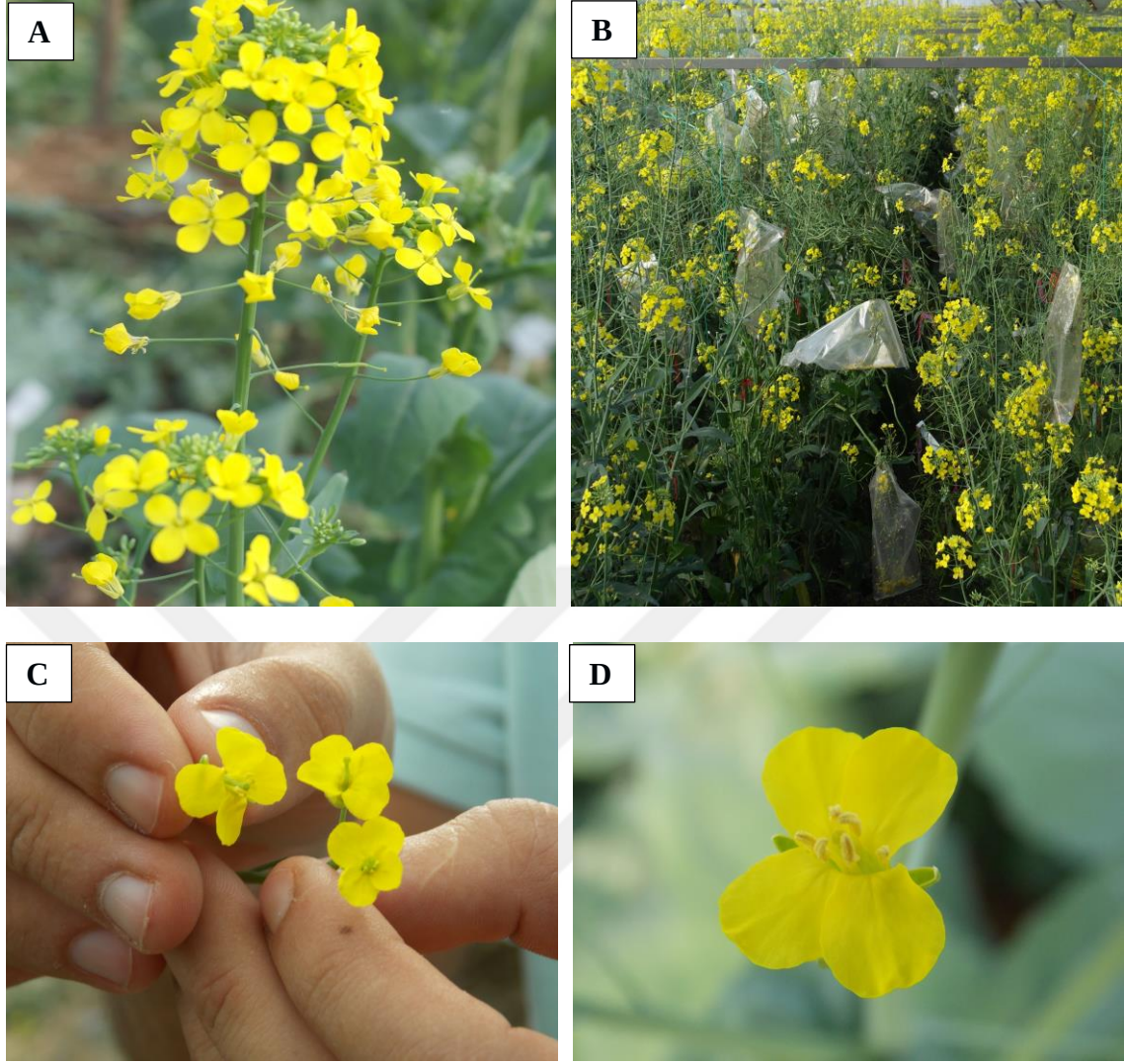


Şekil 1.5. Kolza bitkisinde dal

1.6.5. Çiçek

Kanola bitkisinin çiçekleri, dalların ucunda küme halinde bulunur (Şekil 1.6. A). Bitkini gelişmesi ilerledikçe küme halindeki çiçekler seyrek salkım şekline dönerler ve çiçeklenme alttan uca doğrudur. İndeterminant büyüme nedeniyle salkım uçlarındaki çiçeklenme olgunlaşma sonuna kadar sürebilir ki bu süre 30-45 gün arasındadır. Bu çiçeklenme döneminin uzun olması ve bir bitkideki çiçek sayısının fazla olması sayesinde arıcılığa uygun bir bitkidir (Şekil 1.6. B). Her bir çiçek salkımında çok sayıda çiçek meydana gelir, ancak bunların yaklaşık %30'u dökülür. Kanola çiçek sayısı kışlık veya yazlık formuna, bitki çeşidine, yetiştirme koşullarına bağlı olarak 100 ile 400 adet arasında değişmektedir.

Tek bir çiçekte 4 tane çanak yaprak, 4 tane taç yaprak bulunmaktadır ve bu taç yapraklar haç şeklinde ve açık sarı renktedirler (Şekil 1.6. C). Çiçekteki anter sayısı 6 adet olup 4 tanesi uzun sapa, 2 tanesi kısa sapa sahiptir. Anterlerin ortasında bir adet dişi organ (stigma) bulunur (Şekil 1.6. C ve D). *Brassica napus* türleri rüzgâr ve bal arısı aktivitesine bağlı olarak %30'lara kadar yabancı döllenir (Süzer 2008).



Şekil 1.6. Kolza bitkisinde çiçek; **A)** Küme halindeki çiçekler; **B)** Çiçeklenme dönemi; **C)** Haç şeklinde taç yapraklar ve stigma; **D)** Altı adet anter ve stigma

1.6.6. Kapsül (harnup, meyve)

Kanola çiçekleri Tozlaşmadan yaklaşık 24 saat sonra döllenme tamamlanır Yumurtalık (ovary) uzayarak “harnup” veya “kapsül” adı verilen meyveleri oluşturur. Bir bitkide yüzden fazla kapsül meydana gelir. Kapsül iki karpelden oluşur ve her bir karpel yalancı bir zarla (septum, plesanta zarı) ikiye ayrılır. Kolzanın kapsülleri 4-10 cm uzunluğunda olup, 2-2,5 cm uzunluğundaki meyve sapı ile çiçek salkım sapına bağlanır. Her bir kapsülde 15-30 arasında (ortalama 20) tohum bulunur. Tohumlar döllendikten 30-40 gün sonra olgunlaşmaya başlar. Başlangıçta yeşil olan tohumlar olgunlaşmayla birlikte çeşit özelliğine göre siyah, koyu kahve, kırmızı gibi renklere dönüşür.



Şekil 1.7. Kolza bitkisinde kapsüllerin hasada gelinceye kadarki renk değişimleri

1.6.7. Tohum

Kanola tohumları küçük, yuvarlak, olgunlaştıklarında kahverengi ve siyahın farklı ton renklerinde ve tohum kabuğu düz bir şekildedir. Her bir olgun tohum 1-2.5 mm çapında ve 2-5 mg ağırlığındadır. Olgun bir tohumda testa ve endosperm toplam tohum ağırlığının %85'ini oluşturur. Kanola tohumları iklim ve çeşide bağlı olarak %38-50 arasında yağ, %16-24 arasında protein, %15-23 arasında karbonhidrat, %5-8 arasında su, %5-7 arasında selüloz ve %3-5 arasında ham kül ihtiva eder. Bin dane ağırlığı 3-6 g arası ve hektolitresi 68-72 kg arasındadır. Kanola tohumunun çimlenme kabiliyeti %98-99 arasındadır (Süzer 2008).



Şekil 1.8. Kolza bitkisinin tohumları

BASF, Bayer, Ciba-Geigy ve Hoechst kanola için standart hale getirilmiş bir gelişme dönemi skalası geliştirmişler ve bu skalaya şirketlerinin baş harfleri olan BBCH ismini vermişlerdir. Bu skala Çizelge 1.9.'da gösterilmiştir (Süzer 2008).

Çizelge 1.9. Kolza bitkisinin büyüme dönemleri

0	Çimlenme
00	Kuru tohum
01	Tohum su absorbe eder
03	Su alımı tamamlanır
05	Tohumdan kökçük çıkışı başlar
06	Kök uzaması, kökte tüylerin ve yan köklerin oluşumu
07	Hipokotil tohum kabuğundan kotiledon yaprakları ile çıkar
09	Kotiledon yapraklar toprak yüzeyine çıkar
10	Fide, Yaprakların Gelişmesi
11	İlk gerçek yapraklar oluşur
13	Üçüncü yapraklı devre
15	Beş yapraklı devre
17	Yedi yapraklı devre
19	Dokuz veya daha fazla yapraklı devre
20	Rozet
27	On iki veya daha fazla yapraklı devre, kış devresi tamamlanmıştır
30	Sapa Kalkma, Gövde Gelişimi
31	Gövde %10 uzar
35	Gövde %50 uzar
39	Maksimum gövde uzunluğu
50	Tomurcuk Oluşumu
51	Uç tomurcuk oluşmuştur ancak henüz yaprakların üzerine yükselmemiştir
53	Uç tomurcuk yaprakların üzerinde bir seviyededir
57	Yaprak sapı uzamıştır
59	Tomurcuk sararmaya başlamıştır
60	Çiçeklenme
61	Uç salkımda ilk tomurcuk açmıştır
62	Uç salkımda birkaç tomurcuk açmıştır
64	Çiçeklenme tamamlanmış, alttaki kapsüller gelişmeye başlamıştır
65	Alt kapsüller dolmaya başlamış, tomurcukların %5'inden daha azı açılmamıştır
67	Alt kapsüllerde tohumlar oluşmaya başlamıştır
70	Kapsül (Harnup), Tohum Gelişimi
71	Alt kapsüllerdeki tohumlar tam gelişmiş ve yarı saydamdır
75	Alt kapsüldeki tohumlar yeşil ve saydamdır
79	Uç salkımdaki bütün kapsüller koyulaşmıştır
80	Olgunluk
81	Uç salkımda alttaki kapsüllerde tohumlar kahverengiye dönüşmeye başlamıştır
85	Üstteki kapsüllerdeki tohumlarda kahverengileşmiştir
89	Kapsüller kahverengi ve kırılıgandır, gövde kurumuştur
90	Kuruma, Hasada Gelme
92	Kanola kapsülleri ve danelerde nem %10'un altına inmiştir
98	Sap, kapsül, daneler tamamen kuru, bitkiler ölmüş ve hasata gelmiştir
99	Hasat edilmiş ürün

1.7. Bitki Islahında Kullanılan Erkek Kısırlık Sistemleri

Tam çiçekli (hermofrodik) bitki türlerinde hibrit tohum üretmek anterlerin fiziksel olarak uzaklaştırılmasını gerektirdiğinden zahmetli ve maliyetli bir işlemdir. Hibrit tohum üretilecek bitki çiçeklerinin küçük olması, melez başına elde edilen tohum sayılarının az olması, bütün çiçeklere emaskülasyon yapılması vb. gibi zorunluluklar hem çok büyük iş gücü gerektirmekte hem de elde edilen hibrit tohum maliyeti ve/veya işin fiziksel zorluğu nedenleriyle imkânsız/uygulanamaz bir durum alabilmektedir. Bunun sonucunda erkek kısırlık sistemi bitki ıslahçıları ve hibrit tohum üreticilerinin en çok arzuladığı özelliklerin başında gelmektedir (Tatlıoğlu 2008). Erkek kısırlığı oldukça güvenilir ve hibrit tohum üretim maliyetlerini önemli ölçüde düşüreceğinden dolayı melezleme zorluğu olmayan bitkilerde dahi erkek kısırlığı sistemleri geliştirmek için çalışılmaktadır.

Erkek kısırlığı kısaca, erkek organların fonksiyonel olmaması sonucunda canlı polen oluşturmama durumudur. Erkek kısırlığı kalıtsal olup nükleus ve sitoplazmadaki genler tarafından kontrol edilmektedir (Budar ve Pelletier 2001). Erkek kısırlığının dört farklı türü vardır.

1.7.1. Genetik erkek kısırlığı (GMS)

Genetik erkek kısırlığı, genellikle resesif bir gen tarafından kontrol edilmekte ve ‘*msms*’ şeklinde sembolize edilmektedir. Bu tip erkek kısırlığı biber, domates ve soğan gibi sebze türlerinde tespit edilmiştir (Virmani ve Ahmed 2001). Kısır bitkiler ‘*msms*’ genetik yapısına sahip olup fertil bitkiler ise ‘*Msms* veya *MsMs*’ genetik yapısına sahiptir. Bu sistemde kısır bitkilerin kendini dölleyememesi sonucu saf yapıda erkek kısır popülasyonlar üretilememektedir. Kısır bitkilerin yeniden üretilebilmesi için ‘*Msms*’ genotipine sahip heterozigot fertil bitkiler ile kısır bitkiler melezlenip %50 oranındaki fertil bitkilerin araziden uzaklaştırılması ve tohumların her zaman kısır (melez) bitkilerden hasat edilmesi gerekmektedir. Bu fertil bitkilerin uzaklaştırma zorluğu nedeniyle bu kısırlık sistemi kolza ıslahında kullanımı yaygın değildir (Ying vd. 2003).

1.7.2. Sitoplazmik erkek kısırlığı (CMS)

Kolza ıslahında en fazla kullanılan sistem sitoplazmik erkek kısırlığı sistemidir. Kolza yanında *Brassicaceae* familyasındaki bazı bitkilerde, mısır, pirinç, pamuk vs. gibi kendi kendine döllen bitkilerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Eckardt 2006). Sitoplazmik erkek kısırlığının moricandia, ogura, oxyrrhina, siifolia, tournefortii ve trachystoma olmak üzere altı farklı çeşidi vardır (Singh ve Srivastava 2006).

Günümüzde popüler ismi ile anılan ogura CMS, Ogura (1968) tarafından keşfedilmiştir. Japonya’da turp yetiştiriciliğinde iyi sonuçlar vermese de bu CMS Avrupa turpuna aktarılmıştır. Avrupalı bilim adamları, Ogura CMS’yi *B. napus*’a türler arası hibridizasyon ve tekrarlayan geriye melezleme ile aktarmışlardır (Bannerot vd. 1974; Heyn 1976). Elde edilen *B. napus* erkek kısırlığı göstermesine rağmen, düşük sıcaklıklarda (15° C’nin altında) klorotik yapraklar göstermiştir (Pelletier vd. 1983). İstenmeyen bir özellik olan bu klorofil eksikliğinin, *B. napus* çekirdeği ve *R. sativus* kloroplastları arasındaki fonksiyonel uyumsuzluktan kaynaklandığı öne sürülmüştür (Yamagishi ve Bhat 2014).

Klorozun üstesinden gelebilmek için bir alloplazmik erkek steril *B. napus* hattının hücreleri ve normal bir *B. napus* çeşidi kaynaşmış ve yeniden üretilmiştir. Klorofil eksikliği olan ancak erkek kısırlığını koruyan bitkiler seçilmiştir (Jarl ve Bornman 1988; Menczel vd. 1987; Pelletier vd. 1983). *R. sativus*'tan üretilen alloplazmik *kloroplastlar* *B. napus*'un kloroplastları ile değiştirilmiştir ve bu sayede bitkiler, düşük sıcaklıkta bile kloroz göstermeden normal şekilde büyümüşlerdir. Böylece bir CMS hattı elde edilmiş ve *B. napus* ıslahında kullanılmaya başlanmıştır (Kirti vd. 1993, 1995).

Bu sistem en kapsamlı şekilde çalışılmış ve dünya genelinde *B. napus*, *B. juncea*, *B. oleracea* bitkilerinin ıslahında yaygın olarak kullanılmaktadır (Yamagishi ve Bhat 2014).

1.7.3. Sitoplazmik genetik erkek kısırlığı (CGMS)

Sitoplazmik genetik erkek kısırlığı yaklaşık 100 yıldır bilinmekte olup 150'den fazla bitki türü üzerinde görüldüğü bildirilmiştir (Sofi vd. 2007). Bu tip erkek kısırlığında hem çekirdek hem de sitoplazmada bulunan genlerin interaksyonu sonucu erkek kısırlığı oluşmaktadır. Sitoplazma genlerin homozigot resesif olduğu zaman etkisini göstermektedir. Sitoplazma 'S' ve çekirdekte bulunan genler 'rfrf' yapısında olduklarında erkek kısırlığı oluşmaktadır (Gulyas vd. 2006).

1.7.4. Genetik mühendisliğinden yararlanılarak erkek kısır bitkilerin eldesi

Mariani vd. (1990) tütün bitkisinden 'barnase' genini izole edip tapetuma özel olan TA29 başlatıcı geninin önüne klonlayarak *Agrobacterium tumefaciens* bakterisi aracılığı ile *Brassica oleracea* türüne aktarmışlardır (Turgut 2002). Kısır hatlar ile güvenilir hibrit tohumluk üretimini sağlayan sistem 'SeedLinkTM' adıyla patentlenmiştir (Havey 2004).

Reynaerts vd. (1993) TA29-barnase yapısının karnabahara transfer edip erkek kısır bitkiler elde etmişlerdir. Tütün bitkisinden izole edilen etilen reseptör genlerinin polendeki tapetum oluşumunu engellediği saptanmıştır. Yapılan çalışmalarda etilen reseptör geni transfer edilerek, kavunda transgenik stabil erkek kısır bitkiler elde edilmiştir (Takada vd. 2006).

Diğer bir genetik mühendisliği çalışması ise *Cichorium intybus* bitkisinde yapılmıştır. Sikori bitkisinde kalıtsal olarak CMS özelliği bulunmamaktadır. Bu sebeple *Helianthus petiolaris* ve *Helianthus annuus* melezi olan PET-1 hattında bulunan ve kısırlık özelliğini determine eden ORF522 geni sikori bitkisine aktarılmıştır (Lucchin vd. 2008). Ayrıca domateste (Pal vd. 2007) ve biberde (Dong vd. 2007) transgenik erkek kısır hat elde edilmesinde başarılı sonuçlar alınmıştır.

1.8. Kolzada Genetik Tabanının Genişletilmesi

Fu ve Gugel (2010) yaptıkları bir çalışmada 1940'lı ve 1990'lı yıllarda Kanadalı bir ıslah programında geliştirilen yazlık kolza çeşitlerinde allel varyasyonu ve genetik çeşitliliğin azaldığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Cowling (2007) 1970-2000 yılları arasında geliştirilen Avustralya *B. napus* kolza popülasyonunda genetik çeşitlilik kaybını bildirmiştir. Genetik çeşitliliğin azalması hem özel sektördeki hem de kamudaki kolza

yetiştiricileri ve araştırmacıları için bir endişe kaynağıdır. Yazlık kolza (*B. napus*) ıslahında genetik tabanın genişletilmesi kolza yetiştiricileri ve araştırmacıları arasında genel fikir birliği oluşturmaktadır. Sadece tohum verimi ve agronomik özellikler için mahsulün iyileştirilmesi için değil, aynı zamanda mahsulün yeni hastalık ve zararlılardan korunması için de geçerlidir. Tarımsal bir bölgedeki çeşitler arasındaki genetik tekdüzelik insanlara, İrlanda'da yetiştirilen patateslerde geç yaprak yanıklığı ve ABD'de yetiştirilen mısır çeşitlerinde güney yanıklığı hastalığından kaynaklanan felaketler büyük bir sorun teşkil ettiğini göstermiştir (Rahman 2013).

Moleküler markır kullanılarak çeşitlilik analizi ve gen havuzlarının belirlenmesi ve benzer *Brassica* türleri *Brassica napus*'u iyileştirmek için kullanılabilir. Özel şirketlerdeki bitki ıslahçıları kısa sürede rekabetçi ve yüksek verimli çeşitlerin geliştirilmesi konusunda baskı altındadır ve bunun için seçkin yetiştirme hat veya çeşitleri ıslah programlarında yaygın olarak kullanılırlar. Bu durum ıslah materyallerinde dar genetik çeşitlilik ile sonuçlanır. Akraba türlerin kullanımıyla da istenmeyen özellikler de aktarılabileceğinden genetik tabanı genişletse bile bu hatlarda iyileştirme için fenotipik tekrarlamalı seleksiyonlar ve daha fazla zaman gerektirmesi nedeniyle zor olabilir. Ayrıca bu, aynı zamanda çeşitli ıslah döngüleri ile yaratılan elit ıslah hatlarında veya çeşitlerinde uygun allel kombinasyonlarını da bozar (Rahman 2013).

Son yıllarda yazlık kolzanın genetik tabanını genişleterek tohum verimi, yağ oranını vb. gibi özelliklerini artırmak için bazı araştırmalar yapılmıştır. Tohum verimi, lokuslar ve farklı alleller arasındaki etkileşimlerin yanı sıra, bu lokuslarda çoklu alleller içeren birkaç gen lokusları tarafından kontrol edilen kompleks bir özelliktir. Kolzada çeşit gelişimindeki en kritik adımlardan biri, tohum verimi için yüksek heterosise neden olan ebeveyn kombinasyonlarının tanımlanmasıdır. Farklı coğrafi kökenlerden gelen ebeveynlerin kullanımına dayanan birçok çalışma, yüksek dereceli hibrit çeşitlerin geliştirilmesinde ebeveyn hat veya çeşit arasındaki genetik farklılığa ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir (Grant ve Beversdorf 1985; Lefort-Buson vd. 1987; Brandle ve McVetty 1990).

1.8.1. Genetik çeşitlilik

Genetik çeşitlilik çalışmaları genellikle farklı ülkelerden ve yetiştirme programlarından gelen çeşit veya hatlar üzerinde yapılır. *B. napus* germplazmasında bulunan çeşitliliği belirlemek için RFLP, SSR, AFLP, RAPD moleküler markırlarından yararlanılmıştır. (Diers ve Osborn 1994; Becker vd. 1995; Hasan vd. 2006; Qian vd. 2006; Hu vd. 2007; Bus vd. 2011; Jesske vd. 2011). Bu çalışmalar, *B. napus*'u yazlık, kışlık ve Çin (yarı/erkenci kışlık) kolzası şeklinde üç genetik gruba ayırmıştır. SSR markırlarını kullanarak, Zhou vd. (2006) Çin yazlık kolza bitkilerinin genetik taban olarak İsveç yazlık kolzalarından çeşitlilik gösterdiğini; Çin germplazmasındaki genetik çeşitlilik İsveç germplazmasındakilerden daha geniş olduğunu bildirmişlerdir.

1.8.2. Kışlık kolza kullanımı

B. napus'un kışlık tipi çiçeklenebilmesi için gerekli olan vernalizasyon ihtiyacından dolayı yazlık tipten farklıdır ve bu iki tip, birkaç niceliksel özellik lokusunun (QTL) kontrolü altındadır (Osborn vd. 1997; Kole vd. 2002; Long vd. 2007). Yazlık *B. napus* ıslahında kışlık kolza kullanılmasının avantajlarından biri, yazlık kolza kalitesinde

germplazmanın bu tipte mevcut olmasıdır. Kışlık × yazlık kolza melezlerinden türetilen tüm yazlık tip hatların kolza kalitesinde olması beklenir, yani yağında sıfır erusik asit ve glukozinolat bulunur. Ayrıca, son yıllarda kışlık kolza yetiştiriciliğine yönelik çabalar sadece tohum kalitesi özelliklerini (erusik asit ve glukozinolat) iyileştirmekle birlikte, aynı zamanda yağ içeriği ve bazı hastalıklara karşı direnç gibi birçok özelliği de geliştirilmiştir. Bu nedenle, kışlık tipteki germplazma, yazlık tipteki diğer özelliklerin iyileştirilmesi için de kullanılabilir. Clubroot direncinin kışlık tipten yazlık tipe aktarılması buna iyi bir örnektir (Rahman vd. 2011b). Ayrıca kışlık tip çeşitlerinin bir kısmı yazlık tipte olmayan blackleg hastalığına karşı direnç gösterir (Light vd. 2011). Bu kışlık tipteki germplazma, yazlık tipte blackleg direncini kazandırmak için de kullanılabilir (Rahman 2013).

Kebede vd. (2010) yazlık tipteki çeşitlerde tohum veriminde önemli bir artış sağlanabileceğini göstermiştir. Avrupa kışlık tipinin ıslahta kullanılması Kışlık × yazlık kolza melezlerinden türetilen hatlardan bazılarını %28, ticari bir yazlık tip hibrit çeşidinin verimini de %13 artırmıştır (Rahman 2011; Rahman ve Kebede 2012).

1.8.3. Çin yarı/erkenci kışlık tip kolza kullanımı

Çin yarı/erkenci kışlık tipi kolzası çiçeklenebilmesi için daha kısa süreli vernalizasyon gerekmesinden dolayı Avrupa kışlık kolza tipinden farklıdır. Bu tip genetik çeşitlilik açısından da Avrupa, Kanada ve Avustralya yazlık tip kolzalardan farklıdır (Qian vd. 2006; Zhou vd. 2006). Çin'de, *B. napus* × *B. rapa*'nın türlerarası hibridizasyonu, ticari çeşitlerin geliştirilmesi için oldukça yoğun bir şekilde kullanılmıştır. Aslında, ticari *B. napus* çeşitlerinin %50'sinden fazlası bu tür özel olmayan melezlerden türetilmiştir. Bu yazlık ve yarı kışlık tip kolza çeşitlerinin birçoğu *B. rapa*'dan farklı alleller taşır (Qian vd. 2006; Chen vd. 2008). Bu nedenle Çin yarı/erkenci kışlık ve yazlık tip kolzaları Kuzey Amerika, Avrupa ve Avustralya ıslah programlarında kullanılabilir (Rahman 2013). Qian vd. (2007) bu germplazmanın hibrit çeşitlerin ıslahında kullanılması olasılığını göstermiştir.

1.8.4. Yapay sentezlenen *Brassica napus*'un kullanımı

1960'larda yapılan sitogenetik çalışmalar, üç *Brassica* genomunun *B. rapa*'dan A, *B. nigra*'dan B ve *B. oleracea*'dan C'ye daha az sayıda kromozom içeren bir genomdan kaynaklanan sekonder poliploidler olduğuna dair kanıt sağlamıştır (Röbbelen 1960). DNA bazlı moleküler markırları kullanan yeni çalışmalar bu üç genomda daha fazla bilgi sağlamıştır. Bugün, *B. napus*'un iki diploid genomunun, A (*B. rapa*) ve C (*B. oleracea*), genom çoğaltma, kromozom fisyonu, füzyon ve yeniden düzenleme yoluyla ortak bir atadan evrimleştiği bilinmektedir (Lagercrantz ve Lydiate 1996; Lagercrantz 1998). Moleküler sitogenetik analizin yanı sıra geleneksel olarak, A ve C genomları arasında yüksek düzeyde bir kromozom homolojisi varlığını ortaya koymuştur (Attia ve Röbbelen 1986; Attia vd. 1987; Mason vd. 2010). Bununla birlikte, diploid türlerin *B. rapa* ve *B. oleracea*'nın A ve C genomları çok farklı görünüyorlardı (Abel vd. 2005) ve bu iki diploid türü de genetik olarak *B. napus*'tan farklıydılar (Thormann vd. 1994). Bu nedenle bu iki diploid türü, *B. napus*'un iyileştirilmesi için genetik kaynaklar olarak kullanılabilir. *B. napus*'un ana türlerinden yapay sentezi, erkencilik (Akbar 1989), sarı tohum rengi (Rahman 2001) ve kendine uyumsuzluk (Rahman 2004a) gibi spesifik özelliklerin baskılanmasını veya *B. napus*'ta genetik tabanın genişletilmesini amaçlayan birkaç

araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Becker vd. (1995), Jesske vd. (2011) iki genomdan, alleller arasındaki etkileşimden kaynaklanan heterotik etkiyi düzeltmişlerdir (Abel vd. 2005). Udall vd. (2004), seçilen bir yazlık F₁ kolza hattıyla yazlık tip yapay sentezlenmiş *B. napus*'un double haploid (DH) hatları üretmiştir. Tüm DH hatları yazlık kolza çeşitleri ile karşılaştırıldığında tohum verimi açısından daha düşük olmuştur. Bununla birlikte bu DH hatlarının Kanada orijinli bir yazlık kolza test hattına melezlenmesiyle üretilen test hibritlerinin bazıları hibrit kontrollerinden önemli ölçüde daha yüksek verim elde etmiştir. Benzer şekilde Seyis vd. (2006) kolza çeşitlerine kıyasla melezlerde %16'ya varan yüksek tohum veriminin, yapay sentez *B. napus* kullanımıyla elde edilebileceğini bildirmiştir. İlk sentetik kolza çeşidi olan “Synbrid 220” 1997'de Kanada'da tescil ettirilmiştir. Ticari ıslah programlarında yapay sentez *B. napus* kullanımının en önemli sıkıntısı kolzada olmayan ve istenmeyen özelliklerinin çeşitlere eklenmesidir. Bu nedenle genetik olarak çeşitlilik gösteren bu farklı germplazmanın pratikte kullanılmasından önce çok fazla generasyon ilerlemesine ihtiyaç vardır (Rahman 2013).

1.8.5. *Brassica napus*'un benzer türler ile melezlenmesi

Genetik olarak *B. napus*'un A ve C genomları, diploid tür olan *B. rapa* ve *B. oleracea*'nın karşılık gelen genomlarından farklıdır (Thormann vd. 1994; Abel vd. 2005; Xiao vd. 2010). Görünüşe göre bu türlerin evriminden bu yana A ve C genomlarında meydana gelen bağımsız genetik varyasyonun sonucudur. Bitki genomundaki mutasyon evrimin temel sürecidir. İyileştirilmiş özellikler için kendiliğinden gerçekleşen mutantların seçimi bitkilerin erken kültüre alınması aşamasında bitki gelişiminin temelidir. Bu nedenle benzer *Brassica* türlerinin A ve C genomlarının çeşitliliğinin *B. napus*'daki genetik tabanı genişletmesi beklenir. Genel olarak özel spesifik melezlemelerden türetilen doğal *B. napus* hibritleri tohum verimi başta olmak üzere farklı özellikler için önemli heterosis gösterir (Zou vd. 2010). Bununla birlikte genetik olarak çeşitli *B. napus* hatlarının geliştirilmesinde, allel çeşitliliğinin benzer türlerinden sokulmasının önündeki en büyük zorluklar melez hatlarda zayıf döllenme ve türler arası melezlerden canlı bitkiler üretme güçlüğü ile ilişkilidir (Rahman vd. 2011a; Bennett vd. 2012).

Brassica'da bazı özel melezlemeler çok sayıda canlı melez tohum üretir, örneğin *B. napus* × *B. rapa* ve *B. juncea* × *B. rapa*. Bu gibi durumlarda spesifik hücre ve doku kültürü tekniğinin uygulanmasına ihtiyaç duyulmayacaktır. Diğer melezlemelerde örneğin *B. napus* × *B. oleracea*, *B. napus* × *B. nigra*, *B. juncea* × *B. oleracea* canlı hibrit tohumların elde edilmesi oldukça zordur (Downey vd. 1980; Bennett vd. 2008). Bu gibi durumlarda, embriyo kurtarma tekniklerinin uygulanması, örneğin embriyo kültürü (Rahman 2004b) veya ovule kültürü (Bennett vd. 2008) gerekebilir. Spesifik türler arası hibridizasyonla ilişkili çeşitli zorluklara rağmen *B. napus*'ta genetik çeşitliliği genişletmek için benzer türlerin kullanımı uzun vadede çok yararlı olabilir. Örneğin Qian vd. (2005) *B. napus* × *B. rapa*'nın belirli melezlerinden *B. napus* hatları geliştirmiş ve bu hatları Avustralya, Çin ve Avrupa'dan gelen *B. napus* hatlarıyla 100'den fazla test hibrit kombinasyonunda değerlendirilmiştir. Test melezlerinin yaklaşık %90'ındaki tohum verimi, kontrol ebeveynlerinin tohum veriminden daha fazla olmuştur (Rahman 2013).

Bu nedenle yukarıda gözden geçirilen literatürden *B. napus*'taki genetik tabanı benzer türler ile melezleme yoluyla genişletme çabalarının, A ve C genomundan daha fazla fayda sağladığı açıktır. A ve C genomuna özgü SSR markırları kullanılarak Bus vd.

(2011) C genomu *B. napus*'un A genomu ile karşılaştırıldığında dar genetik çeşitlilik bulmuşlardır. Bu türlerin evriminden bu yana *B. oleracea*'nın C genomu bir evrimsel süreç geçirmiş olmalı ve bu türde mevcut olan çok çeşitli morfolotiplerden yeni allel varyasyonları gelişmiştir (Song vd. 1988b).

1.8.6. QTL haritalama

Avrupa kışlık, Çin yarı kışlık ve yapay sentez *B. napus* popülasyonları kullanılarak geliştirilen bazı QTL haritalama çalışmaları kolza hatlarında tohum verimine katkıda bulunan farklı *B. napus* kromozomlarından birkaç genomik bölge tespit etmiştir (Butruille vd. 1999b; Quijada vd. 2006; Udall vd. 2006; Radoev vd. 2009; Basunanda vd. 2010). Quijada vd. (2006) QTL allelinin Fransa'nın kışlık *B. napus* cvs'nin C5 (N15)'de olduğunu ve yazlık *B. napus* tohum verimini önemli ölçüde arttırdığını bildirmiştir. Udall vd. (2006) *B. napus*'un bahar tipi yapay sentezlenmiş C4 allelinin (N14) yazlık *B. napus* soylarında tohum verimini arttırdığını bulmuşlardır. Hibrit tohum verimi için kromozomun birkaç bölgesinde QTL bölgesi tanımlanmıştır. Butruille vd. (1999b) Almanya'nın kışlık *B. napus* cv Ceres'in A3 (N3) ve C4 (N14) allelleri, yazlık tohum verimini artırdığını bildirmişlerdir. Quijada vd. (2006), Fransa'nın kışlık *B. napus* cvs'nin A2 (N2), A6 (N6), A7 (N7), A10 (N10) ve C5 (N15) 'de altı QTL lokusu tanımlamıştır. Major ve Samurai yazlık kolza hibritlerinde tohum verimini ve A10'daki QTL (N10) %20'ye kadar arttırdığını bildirmişlerdir.

Bu temel etkili QTL'ye ek olarak, bu çalışmada tohum verimini ve verim bileşenlerini etkileyen çok sayıda epistatik etkileşimler de tespit edilmiştir. Bu nedenle, tohum verimi ve verim bileşenlerinin QTL eşleştirmesi, yapay sentez edilmiş *B. napus* dahil yabancı germplazmanın hem A hem de C genom allellerinin, yazlık *B. napus* çeşitlerinde tohum verimini artırabileceğini göstermektedir. Bir genetik arka planda tohum verimini artıran yabancı QTL allellerinin birçoğunun fenotipik etkisinin, farklı bir genetik arka planda tahmin edilmesi zor olabilir ve bazı durumlarda bu allellerin daha zayıf tohum verimi üretebileceği görülmüştür (Kramer vd. 2009). Tohum verimi, birkaç gen lokusu tarafından kontrol edilen karmaşık bir özelliktir. *B. napus*'ta yüksek tohum verimi kısmen lokuslar arasındaki epistatik etkileşimden kaynaklanmaktadır ve bu özelliği kontrol eden lokuslarda çoklu alleller de mümkün olabilmektedir (Engqvist ve Becker 1991; Radoev vd. 2009).

Birkaç QTL bölgesini göz önünde bulundurmak kolay bir iş değildir ve her lokustaki çoklu allel varyantları, tohum verimi ve verime katkıda bulunan özelliklerin kontrolünde rol oynar. Bunun için araştırmacılara uzun vadeli taahhütler gerekmektedir. Bununla birlikte yerel seçkin hatların genetik tabanında tohum verimine katkıda bulunan özelliklere yeni allellerin dahil edilmesi, farklı lokuslardaki allellerin çeşitliliğini artıracaktır. Bu durum kolzada artan tohum verimi için lokuslar arasında üstün allel kombinasyonları oluşturma olasılığını artıracak ve bunun için moleküler bitki ıslahı önemli bir rol oynayacağı düşünülmektedir (Rahman 2013).

2. KAYNAK TARAMASI

Kolzada, kışlık × yazlık tip melezlemeleri ile genetik tabanın genişletilmesi konusunda yapılan az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu konuda ülkemizde yapılan herhangi bir çalışma ve yayın bulunamamıştır. Aşağıda, ulaşılan kaynaklar özet halinde verilmiştir.

Murphy ve Scarth (1993) yaptıkları çalışmada kolzada olgunlaşma zamanının, tohumun ekilmesi ve çiçeklenme başlangıcından direk etkileneceğini bildirmiştir. Beş yazlık kolza çeşidi vernalizasyona tepkisi açısından gözlemlediklerini bildirmişlerdir. Vernalizasyon ihtiyacını karşılamak için çimlendirilmiş tohumları 4°C’de 0-42 gün boyunca gözlemlemişlerdir. Genel itibari ile vernalizasyon ihtiyacında kümülatif (birikmeli) tepki gözlemlenmiştir. Yazlık kolzanın 4°C de 6 gün bekletilmesi generatif döneme geçmesi için yeterli olduğunu belirtmişler.

Batı Kanada’da erkenciliğin yetiştiricilikte istenen en önemli özellik olduğunu bildirmiştir. Vernalizasyon ihtiyacı, ekiminden çiçek açmaya kadar ki geçen zaman dilimindeki sıcaklıklara bağlı olarak yıldan yıla değişiklik gösterebileceğini belirtmiştir. Erkencilik ölçütü için ilk açan çiçek zamanını baz almak yeterince doğru olduğunu bildirmiştir (Campbell ve Kondra 1978). Collins ve Wilson (1974)’a göre çiçeklenme ve çiçeklenme başlangıcı olgunluk ile yakından ilişkilidir ve başlıca belirleyici kriterdir. Vernalizasyon ihtiyacının karşılanması ilk çiçek açma zamanını direk olarak etkiler (Flood ve Halloran 1984). Bu yüzden tohumun ekileceği tarihin önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Van Deynze ve Pauls (1993) yaptıkları çalışmada *Brassica napus*’ta tohum rengi ve vernalizasyon kalıtımını incelemek için double haploid ve F₂ popülasyonları kullanmışlardır. Tohum rengi ana genotip tarafından belirlenir ama resiprokal F₂ popülasyonlarında baba genotipin etkilerinin belirgin olduğunu bildirmişlerdir. Popülasyondaki tohum rengi dağılımlarının trijenik orana uygun olarak siyah rengin sarıya baskın olduğunu bildirmişlerdir. Vernalizasyon ihtiyacında yazlık tiplerin kışlık tiplere baskın olduğunu ve bu ihtiyacın bir major ve minör gen tarafından kontrol edildiğini belirtmişlerdir. Thurling ve Vijendra Das (1979a) daha önce kışlık çeşit ile yazlık çeşit arasında vernalizasyon ihtiyacı bakımından bir majör ve minör gen farkı olduğunu bildirmişlerdir. Major gen vernalizasyon ihtiyacı olmayan bitkilerin 62 veya daha az günde çiçeklenmesi için yeterli olduğunu, minör gen ise çiçeklenmeyen bitkilerin 63 ile 77 gün arası çiçeklenmelerini sağladığını belirtmiş ve iki resesif gen içeren çeşitlerin çiçeklenmesi ise 77 günden daha fazla sürdüğünü bildirmişlerdir.

Ayrıca kanola tohumlarında kabuk renginin protein, lif ve yağ oranı ile ilişkili olduğu belirtmişlerdir (Jönsson 1977). *Brassica rapa* çeşitlerinin açık renge sahip tohumlarında koyu renge sahip tohumlarına göre %2,5 daha fazla yağ ve %1 daha fazla protein içerdiği bilinmektedir (Daun ve DeClercq 1988). Toplam yağ ve protein seviyeleri bakımından sarı tohum kabuğuna sahip tohumları koyu tohum kabuğuna sahip tohumlara göre %2,6 (Shirzadegan ve Röbbelen 1985) – 5 (Liu vd. 1991) arasında değişen oranda daha zengin olduğu bildirilmiştir.

Teutonico ve Osborn (1995) yaptıkları çalışmaya göre *Brassica rapa* yağlık çeşitlerde yazlık ve kışlık tip kanolalar arasında melezleme yapılarak F₂ popülasyonu

oluşturmuş ve RFLP linkaj haritalaması ve kuantatif özellik bölgesi (QTLs) kullanılarak vernalizasyon ihtiyacını belirleyen genleri tespit etmiş ve F₃ hattının çiçeklenme zamanını belirlenmişlerdir. Kışlık kanola bitkilerinin allellerinde çiçeklenme zamanının başlangıcı ile güçlü bir şekilde ilişkili iki atomik bölge olduğunu bildirmişlerdir. Bu iki atomik bölgede çiçeklenme zamanı için RFLP ile bakıldığında B. rapa ve B. napus ile ortak QTLs içerdiğini belirtmişlerdir. Ferreira vd. (1995) vernalizasyon üzerinde önemli etkileri olan bir bölge bulmuşlardır. Bir F₂ popülasyonunda lahana × brokoliden Kennard vd. (1994) vernalizasyon üzerinde büyük etkileri olan iki bölge bulmuşlardır.

Bitkinin vejetatif dönemine geçiş noktası hem genetiksel hem de çevresel faktörlerden güçlü bir şekilde etkileneceğini bildirilmiştir (Friend 1985). *Brassica rapa* çeşitleri yazlık ve kışlık olarak birbirinden ayrılır ve vernalizasyon ihtiyacına göre çiçeklenme başlangıçları vardır.

Dahanayake ve Galwey (1999) yaptıkları çalışmada vernalizasyon kalıtımı için vernalizasyon ihtiyacı farklı olan iki çeşitin melezlenmesi sonucu oluşturulan beş hattın genotiplerini karşılaştırdıklarını belirtmişlerdir. Çiçeklenme zamanı ve diğer ilgili genlerin generasyon ortalama analizi, bu karakterlerin vernalizasyon ihtiyacı tepkilerinde katkı, dominant ve allelik olmayan interaksiyon etkilerinin hep birlikte önemli bir rol oynadığını bildirmişlerdir. Geniş ve dar anlamli bilinen kalıtsallık, vernalizasyon ihtiyacının seçim yoluyla oldukça kolay bir şekilde ortadan kaldırılabileceğini belirtmişlerdir. Vernalizasyon ihtiyacını belirleyen locusların haritalanmasına kombine bir molekül ve sitojenik benzeme potansiyeli *B. rapa* (AA)'a karşı *B. napus* (genomik yapı AACC)'nin geri melezlerinde araştırdıklarını belirtmişlerdir. RFLP probe/enzim kombinasyonu wg7b3/HindIII C genomundaki bir lokusta gecikmeyle birlikte ayırttıklarını bildirmişlerdir. Daha fazla sayıda geri melez progeninin taranması vernalizasyon ihtiyacı gösteren C-genom kromozomunun tanımlanmasına izin verecek ve MAS (marker assisted selection) vernalizasyon ihtiyacı içermeyen progenileri seçebilmek için kolaylık sağlayacağını belirtmişlerdir.

Bu araştırma, tespit edilen major genlere ek olarak olası poligenik etkileri de içeren bu vernalizasyon ihtiyacının genetik kontrolünü belirlemeyi amaçladıklarını bildirmişlerdir (Thurling ve Vijendra Das 1979 a, b). Vernalizasyon tepkisi ile ilişkili markır lokuslarını tanımlamak ve bunları markırlarla belirleyebilmek için belirli bir kromozom üzerinde yerlerinin tespiti için girişimlerde bulunduklarını belirtmişlerdir. Bu amaç ile *B. napus*'un vernalizasyon ihtiyacı olan genotipi, B. rapa'nın vernalizasyon ihtiyacı olmayan bir genotipine geri melezlenmiş ve fenotipik, moleküler, sitolojik gözlemlerinin yapıldığını bildirmişlerdir.

Burada çalışılan genotiplerdeki bazı karakterler için vernalizasyon ihtiyacı üzerinde güçlü genetik etkilerin olduğu bu etkilerin karakterler arasında farklılık gösterdiğinin açık olduğunu bildirmişlerdir. Aynı değişkenlerin diallel analizi, vernalizasyon ihtiyacına hem ana-baba olarak hem de tarama progenisi olarak kullanılacak olan çeşitlerin taranmasında bir yetiştirme programında manipüle edilebileceğini göstermiştir (Dahanayake 1998). Bununla birlikte, burada saptanan baskınlık ve belki de allelik olmayan etkileşimlerin büyük etkileri, özellikle düşük sıcaklıkta çiçeklenme zamanı için, erken kuşaklardaki generasyon seçiminin yanıltıcı olabileceğini bildirmişlerdir. Çiçeklenme sırasında yaprak boğumlarının sayısı, vernalizasyon ihtiyacı karşılandığında dar anlamdaki kalıtıma sahip ve bu karakterin,

vernalizasyon ihtiyacı olmayan bitkilerde başvurulacak iyi bir kriter olmayacağını gözlemlediklerini bildirmişlerdir.

BC₂ popülasyonunda yapılan southern hibridizasyonu, 'C' genomundaki bir lokus ile ilişkilendirilebilen geç olgunlukla alakalı segregasyonu saptayabilmesine rağmen bu polimorfizm ile ilişkili tek bir kromozomu tanımlamanın mümkün olmadığını belirtmişlerdir. Bunun ile birlikte daha fazla sayıda BC₂ bitkisi taranırsa bunun mümkün olacağını da belirtmişlerdir.

Light, Gororo ve Salisbury (2004) yaptıkları çalışmaya göre 2003/2004 yazında, Avrupa kışlık tip olan Aviso çeşidi ile Kanada yazlık tip olan Westar çeşidi arasında yapılan resiprokal melezlerin F₂ popülasyonlarındaki çiçeklenme başlangıç tarihleri açısından olan değişkenler yaz ayında değerlendirilmiştir. Yazlık tip olan Westar F₁, kışlık tip olan Aviso F₁, yazlık × kışlık melezi ve kışlık × yazlık melezleri olan F₂ popülasyonları aynı tarihte ekilmiş, aynı şartlar altında Avustralya'da yetiştirilmiş ve çiçeklenme tarihleri gibi bazı özellikler bakımından incelenmiştir. Yazlık tip olan Westar 52 gün sonunda çiçeklenmiş, kışlık tip olan Aviso ise çiçeklenmemiştir. Resiprokal melezlerin çiçeklenme başlangıç periyotları ortalama Aviso × Westar 74 gün, Westar × Aviso 73 gün şeklinde bildirilmiştir. Buradan vernalizasyon ihtiyacının maternal genotip tarafından anlamlı bir şekilde etkilenmediği bildirilmiştir.

Aynı çalışmada *Brassica napus*'un kışlık çeşitlerinde fungal bir hastalık olan siyah bacak (blackleg) hastalığına karşı direnç belirlenmiştir. Yazlık ve kışlık kanola melezlerinden geliştirilecek hat veya çeşitlerin bize, vernalizasyon ihtiyacı olmayan normal yazlık çeşitlerden daha verimli yazlık çeşitlerin üretilmesi, bitkilerin tolerans bakımından daha geniş yelpazeye sahip olma, siyah bacak gibi bazı hastalıklara ve zararlılara karşı direnç sağlama gibi birçok yarar sağlayabileceğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada vernalizasyon ihtiyacının kalıtımı ve linkaj durumu açısından değerlendirmişler. Her bir bitkinin çiçeklenme tarihi, bitkinin üzerinde açan ilk çiçek baz alınarak belirlemişlerdir. Bu yöntem vernalizasyon ihtiyacının belirlenmesindeki en iyi yöntem olarak bildirilmiştir (Dahanayake ve Galway 1999).

F₂ popülasyonlarındaki bitkilerin çiçeklenmeleri tamamlanıp değerlendirildiğinde çiçek açma oranlarının %25'i çiçek açmış, %75'i çiçek açmamış şeklinde kaydedilmiştir. Bu oranlardan yola çıkarak vernalizasyon gereksiniminin kalıtımı için tek bir dominant gen ile kontrol edildiği bildirilmiştir.

Çizelge 2.1. F₁ ve F₂ popülasyonlarındaki çiçeklenme başlangıcı (Light, Gororo ve Salisbury 2004)

Ebeveynler ve melezler	Tip	Toplam	Kışlık tip (çiçeklenmemiş)	Yazlık tip (çiçeklenmiş)	X ² için segregasyon 3:1
Westar	yazlık	31	0	31	
Aviso	kışlık	37	37	0	
Westar/Aviso	F ₂	102	83	19	1.1 (P>0.50)
Aviso/Westar	F ₂	192	145	47	0.87 (P>0.50)

Rahman ve Kebede (2012) yaptıkları çalışmada yazlık kanola *Brassica napus*'ta tohum verimi, agronomik karakterler ve tohum kalite özelliklerinin daha da geliştirilmesi, genetik tabanın artırılmasıyla sağlanabileceğini bildirmiştir. *Brassica napus* türlerinde Avrupa kışlık ve yazlık tiplerinin genetik olarak birbirinden farklı olduğu bilinmektedir (Diers ve Osborn 1994; Becker vd. 1995; Hasan vd. 2006). Bu yüzden yazlık tiplerin geliştirilmesi için yazlık $\times$ kışlık kanola melezlerinin yapıldığını belirtmişlerdir. Yazlık *Brassica napus* hatlarında daha fazla verim ve genetik tabanın artırılması Avrupa kışlık tip *Brassica napus* ile sağlanacağını belirtmişlerdir. Bazı araştırmacıların da aynı görüşte olduklarını bildirmişlerdir (Butruille vd. 1999b; Quijada vd. 2004; Udal vd. 2004; Kebede vd. 2010). Bu yüzden Alberta Üniversitesinde kışlık $\times$ yazlık B. napus melezleme programı gerçekleştirildiği ve pedigre ile double haploid yönteminden yararlanıldığını bildirmişlerdir. Yazlık kanola hat verimlerinin tek generasyonda önemli ölçüde arttığını gözlemlemişlerdir.

SSR ile yapılan genetik çeşitlilik tahminleri yazlık hatlara göre kışlık $\times$ yazlık veya yazlık $\times$ kışlık melezlerinden elde edilen hatların genetik çeşitliliğinin daha fazla olduğunu gözlemlemişlerdir. Yazlık $\times$ kışlık kanola melezlerinin dezavantajı olan çiçeklenme ve olgunlaşma döneminin daha fazla sıcaklık toplamı istemesi yani daha geç çiçeklenip daha geç hasada gelmesi durumunun giderilmesi için bir ıslah döngüsünün yapılması gerektiğini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışma Antalya ilinde Serik ilçesine bağlı Yukarıkocayatak mahallesinde bulunan Osterras Tarım'a ait seralarda yürütülmüştür. Avrupa ve Asya' da ticareti yapılan F₁ hibrit ve standart kolza çeşitleri bitki materyali olarak kullanılmıştır. Çalışma başlangıcı, 2015 Ekim ayında, ebeveynler örtü altı koşullarında direk toprağa ekilmiştir. Beş adet kışlık ticari hibrit çeşit (F₁) ile bir adet standart kışlık çeşit ve altı adet ticari F₁ ile dört adet standart yazlık çeşitler ekilmiştir. Bu çeşitler Mart – Nisan aylarında kışlık × yazlık ve yazlık × kışlık (resiprokal) olacak şekilde melezlenmiştir. Bu melezlerden elde edilen sitoplazmik erkek kısır (CMS), idameci (maintainer (M)) ve restore edici (R) popülasyonlar 2016 Ekim ayında seralara ekilmiştir. Her popülasyon içinde yetiştirme dönemi boyunca çiçeklenme tarihleri not edilmiş ve tek bitki seleksiyonları yapılmıştır. Bu ebeveynler kodlarıyla birlikte aşağıda verilmiştir.

Kışlık ticari hibrit (F₁) çeşitler:

- KŞ1: EXCALİBUR
- KŞ2: PR44W29
- KŞ3: ARTOGA
- KŞ5: PT200CL
- KŞ6: PT228CL

Yazlık ticari hibrit (F₁) çeşitler:

- 2: PR45H72
- 3: PR45H73
- 4: DE012-1471129
- KN1: 7130CL
- KN2: DK7170CLF
- KN3: DE012-1471192

Kışlık standart çeşitler:

- KŞ4: SÜZER

Yazlık standart çeşitler:

- M: Kazakistan yerel karışık standart
- 1: Yazlık standart
- KN4: Yazlık standart
- KN5: Yazlık standart

Bu ebeveynlerin melezleme çizelgesi aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.1. 2016 ilkbaharında ebeveynler üzerinde yapılan kışlık × yazlık, yazlık × kışlık (resiprokal) melezlerinin tarla kodları, kışlık/yazlık olma durumları pedigrieleri ile birlikte verilmiştir

Tarla ekim kodu	Anne kodu	Melezleme işareti	Baba Kodu	Yazlık♀ × ♂Kışlık Durumu
KŞ100	KŞ1	X	1	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ101	KŞ1	X	KN4	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ102	KŞ1	X	KN5	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ355-360	KŞ1	X	M	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ103	KŞ2	X	1	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ104	KŞ2	X	KN4	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ105	KŞ2	X	KN5	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ361-366	KŞ2		M	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ106	KŞ3	X	1	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ107	KŞ3	X	KN4	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ108	KŞ3	X	KN5	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ367-372	KŞ3		M	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ109	KŞ5	X	1	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ110	KŞ5	X	KN4	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ111	KŞ5	X	KN5	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ373-375	KŞ5		M	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ112	KŞ6	X	1	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ113	KŞ6	X	KN4	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ114	KŞ6	X	KN5	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ376-381	KŞ6		M	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ115	1	X	KŞ1	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ116	1	X	KŞ2	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ117	1	X	KŞ3	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ118	1	X	KŞ5	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ119	1	X	KŞ6	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ120	KN4	X	KŞ1	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ121	KN4	X	KŞ2	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ122	KN4	X	KŞ3	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ123	KN4	X	KŞ5	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ124	KN4	X	KŞ6	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ125	KN5	X	KŞ1	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ126	KN5	X	KŞ2	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ127	KN5	X	KŞ3	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ128	KN5	X	KŞ5	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ129	KN5	X	KŞ6	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ382-389	M	X	KŞ1	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ390-397	M	X	KŞ2	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ398-404	M	X	KŞ3	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ405-412	M	X	KŞ5	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁

Çizelge 3.1'in devamı

KŞ413-418	M	X	KŞ6	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ130	KŞ4	X	2	Kışlık standart x yazlık ticari F ₁
KŞ131	KŞ4	X	3	Kışlık standart x yazlık ticari F ₁
KŞ132	KŞ4	X	4	Kışlık standart x yazlık ticari F ₁
KŞ133	KŞ4	X	KN1	Kışlık standart x yazlık ticari F ₁
KŞ134	KŞ4	X	KN2	Kışlık standart x yazlık ticari F ₁
KŞ135	KŞ4	X	KN3	Kışlık standart x yazlık ticari F ₁
KŞ136	2	X	KŞ4	Yazlık ticari F ₁ x kışlık standart
KŞ137	3	X	KŞ4	Yazlık ticari F ₁ x kışlık standart
KŞ138	4	X	KŞ4	Yazlık ticari F ₁ x kışlık standart
KŞ139	KN1	X	KŞ4	Yazlık ticari F ₁ x kışlık standart
KŞ140	KN2	X	KŞ4	Yazlık ticari F ₁ x kışlık standart
KŞ141	KN3	X	KŞ4	Yazlık ticari F ₁ x kışlık standart
KŞ304-336	M	X	KŞ4	Yazlık standart x kışlık standart

3.2. Metot

Hibrit kolza tohumculuğunda sitoplazmik erkek kısırılığı yöntemi kullanılmaktadır. Kolza hibrit ıslahında sahip olunması gereken 3 hat vardır. Bunlar anne (CMS), baba (Restorer) ve idameci (Maintainer) hatlardır. Bunlardan CMS hattı sitoplazma ve nükleus olarak erkek kısır (kendine verimsiz) olup canlı/fonksiyonel polen oluşturmaz. Restorer hattı ise nükleusu homozigot dominant (RR) olup bu sayede sitoplazmasına bakılmaksızın fertil (kendine verimli) haldedir. Sitoplazmik erkek kısırılığı taşıyan bitki türlerinde melezleme yapıp yavru döllerin kalıtımına bakıldığında nükleustaki DNA'ya anne ve baba bitkinin etkisi %50 oranındadır. Bitkilerin polenlerinin yapıları incelendiğinde polen hücresinin çekirdeği çok büyük olup sitoplazması da oldukça az yer kaplamaktadır. Yumurta hücresine bakıldığında ise böyle bir durum gözlenmez yani sitoplazma/çekirdek oranı normal boyuttadır. Polenin sitoplazması yok denecek kadar az olduğu için yavru döllerin sitoplazmik kalıtımını annenin sitoplazmik kalıtımı belirler. Buradan yola çıkarak yavru döllere sitoplazma anneden geçer ve babanın sitoplazmasının hibrit tohum için bir önemi yoktur. Bu yüzden baba hattın sitoplazmasına bakılmaz. Son hattımız olarakta Maintainer hattı, nükleustaki DNA'sı CMS hattı ile aynı olup (non-restorer alleli) sitoplazmadaki kalıtım materyalleri bakımından farklılık gösterir. Bu hattın nükleusu CMS hat gibi kısır olup sitoplazması ise fertil haldedir. Bu hat sadece CMS hattın idamecisi olarak kullanılır. Yani bu hat CMS ile melezlendiğinde yine CMS hat elde edilir. Bu hat bize hibrit üretiminde CMS ana bitkinin tohumla çoğaltılması, güvenlik (hibrit tohumlar içinde kendilenmiş ana bitki olmaması) ve önemli miktarda da üretim maliyetlerinin düşmesini kazandırır.

Vernalizasyon ihtiyacının kalıtımını belirleyebilmek için F₂, F₃ ve BC₁F₂ düzeyindeki CMS, idameci ve baba hatların çiçeklenme tarihlerine bakılarak bitkilerin yazlık/kışlık oranları ortaya konulmuş ve buradan vernalizasyon ihtiyacıyla ilgili gen veya genlerin sayısı tahmin edilmiştir.

3.2.1. Restorer (baba) hat geliştirme

Restorer hattın kısır/fertil durumu; nükleus homozigot dominant (RR) fertiliti restore eder durumda olmalı, sitoplazmanın ise fertil veya steril olması önemli değildir. Restorer hat geliştirirken kullanılan anne ve baba hatların her ikisinde en az bir tane dominant fertiliti restore eden gen ($R? \times R?$) içermelidir.

2016 İlkbaharında hasat edilen bitkiler 2016 Ekim ayında tekrar ekilmiş ve 2017 İlkbaharında çiçeklenme tarihleri not edilmiştir. KŞ100 ile KŞ141 tarla ekim koduna sahip bitkilerden R (restorer) hattı geliştirmek için seçkin bitkiler belirlenmiş ve bu bitkilerle kendileme/tek bitki seleksiyonları yoluyla generasyon ilerletilmiştir. R hattının bitki sayıları ve çiçeklenme tarihlerine göre kışlık/yazlık olma durumları aşağıdaki Çizelge 3.2’de gösterilmiştir. Restorer hattı aşağıdaki ebeveyn hatların resiprokal melezlerinden oluşmuştur.

Çizelge 3.2. 2016, 2017, ve 2018 Kış Sezonunda gözlemlenen Restorer hattımızın kontrol bitkileri, sayıları, hibrit/standart ve yazlık/kışlık olma durumları verilmiştir

Tarla Ekim Kodu	Bitki Sayısı	Hibrit /Standart Durumu	Yazlık/Kışlık Durumu
1	12	standart	yazlık
KN4	12	standart	yazlık
KN5	17	standart	yazlık
M	10	standart	yazlık
2	3	hibrit	yazlık
3	5	hibrit	yazlık
4	7	hibrit	yazlık
KN1	7	hibrit	yazlık
KN2	5	hibrit	yazlık
KN3	3	hibrit	yazlık
KŞ1	12	hibrit	kışlık
KŞ2	8	hibrit	kışlık
KŞ3	10	hibrit	kışlık
KŞ5	10	hibrit	kışlık
KŞ6	9	hibrit	kışlık
KŞ4	5	standart	kışlık

Çizelge 3.3. Yazlık $\times$ kışlık resiprokal melezlemelerinden elde edilen ve 2016-17 kış sezonunda yetiştirilen restore edici popülasyona ait BC_1F_1 bitkilerinin sayıları, yazlık veya kışlık olma durumları ve yazlık bitkilerin oranları verilmiştir

Tarla Ekim Kodu	Toplam Bitki Sayısı	Yazlık Bitki Sayısı	Kışlık Bitki Sayısı	Yazlık oranı (%)	Yazlık♀ $\times$ ♂Kışlık Durumu
KŞ100	22	4	18	18,182	Kışlık ticari F_1 x yazlık standart
KŞ115	73	12	61	16,438	Yazlık standart x kışlık ticari F_1

Çizelge 3.3'ün devamı

KŞ101	17	5	12	29,412	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ120	99	32	67	32,323	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ102	51	16	35	31,373	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ125	86	13	73	15,116	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ103	87	13	74	14,943	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ116	73	15	58	20,548	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ104	92	12	80	13,043	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ121	79	15	64	18,987	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ105	95	17	78	17,895	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ126	91	24	67	26,374	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ108	23	4	19	17,391	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ127	90	20	70	22,222	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ109	28	7	21	25,000	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ118	89	23	66	25,843	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ110	41	9	32	21,951	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ123	97	26	71	26,804	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ111	80	28	52	35,000	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ128	92	27	65	29,348	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ112	36	6	30	16,667	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ119	93	25	68	26,882	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ113	77	21	56	27,273	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ124	94	26	68	27,660	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ114	38	14	24	36,842	Kışlık ticari F ₁ x yazlık standart
KŞ129	94	13	81	13,830	Yazlık standart x kışlık ticari F ₁
KŞ131	84	14	70	16,667	Kışlık standart x yazlık ticari F ₁
KŞ137	76	18	58	23,684	Yazlık ticari F ₁ x kışlık standart
KŞ132	88	26	62	29,545	Kışlık standart x yazlık ticari F ₁
KŞ138	88	35	53	39,773	Yazlık ticari F ₁ x kışlık standart
KŞ133	52	11	41	21,154	Kışlık standart x yazlık ticari F ₁
KŞ139	99	26	73	26,263	Yazlık ticari F ₁ x kışlık standart
KŞ134	18	5	13	27,778	Kışlık standart x yazlık ticari F ₁
KŞ140	51	20	31	39,216	Yazlık ticari F ₁ x kışlık standart
KŞ135	10	2	8	20,000	Kışlık standart x yazlık ticari F ₁
KŞ141	30	8	22	26,667	Yazlık ticari F ₁ x kışlık standart
Toplam	2433	592	1841	24,332	
X² Analizi X² = 0,578 sd = 1 P = 0,25-0,5					

2017 İlkbaharında BC₁F₁ generasyonundaki seçkin bitkilerden yazlık/kışlık olma durumları göz önünde bulundurup tek bitki ıslahı yöntemiyle kendilemeler (F₃ tohumları) alınmıştır. Bu kendilemeler (BC₁F₂ generasyonu) 2017 Ekim ayında tekrar ekilerek saflaştırma işlemine devam edilmiştir. R hattının bitki sayıları ve çiçeklenme tarihlerine göre kışlık/yazlık olma durumları Çizelge 3.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. Yazlık × kışlık resiprokal melezlemelerinden elde edilen ve 2017-18 Kış Sezonunda yetiştirilen restore edici popülasyona ait BC₁F₂ bitkilerinin sayıları, yazlık veya kışlık olma durumları, yazlık bitkilerin oranları ve pedigrileri verilmiştir

Tarla Ekim Kodu	Toplam Bitki Sayısı	Yazlık Bitki Sayısı	Kışlık Bitki Sayısı	Yazlık oranı (%)	Pedigrisi	Yazlık♀ × ♂Kışlık Durumu
R1-R13	41	10	31	24,390	KŞ1 X 1	Kış. tic. F ₁ x yaz. s.
R199-R218	66	20	46	30,303	1 X KŞ1	Yaz. s. x kış. tic. F ₁
R14-R17	13	3	10	23,077	KŞ1 X KN4	Kış. tic. F ₁ x yaz. s.
R277-R291	70	15	55	21,429	KN4 X KŞ1	Yaz. s. x kış. tic. F ₁
R18-R36	83	20	63	24,096	KŞ1 X KN5	Kış. tic. F ₁ x yaz. s.
R350-R362	49	16	33	32,653	KN5 X KŞ1	Yaz. s. x kış. tic. F ₁
R37-R51	64	15	49	23,438	KŞ2 X 1	Kış. tic. F ₁ x yaz. s.
R219-R236	59	18	41	30,508	1 X KŞ2	Yaz. s. x kış. tic. F ₁
R52-R70	50	12	38	24,000	KŞ2 X KN4	Kış. tic. F ₁ x yaz. s.
R292-R307	63	15	48	23,810	KN4 X KŞ2	Yaz. s. x kış. tic. F ₁
R72-R99	113	20	93	17,699	KŞ2 X KN5	Kış. tic. F ₁ x yaz. s.
R364-R375	58	18	40	31,034	KN5 X KŞ2	Yaz. s. x kış. tic. F ₁
R101-R102	13	3	10	23,077	KŞ3 X 1	Kış. tic. F ₁ x yaz. s.
R237-R250	58	20	38	34,483	1 X KŞ3	Yaz. s. x kış. tic. F ₁
R103-R119	75	15	60	20,000	KŞ3 X KN4	Kış. tic. F ₁ x yaz. s.
R308-R319	61	15	46	24,590	KN4 X KŞ3	Yaz. s. x kış. tic. F ₁
R120-R126	16	4	12	25,000	KŞ3 X KN5	Kış. tic. F ₁ x yaz. s.
R377-R387	30	10	20	33,333	KN5 X KŞ3	Yaz. s. x kış. tic. F ₁
R127-R147	48	12	36	25,000	KŞ5 X 1	Kış. tic. F ₁ x yaz. s.
R251-R266	48	13	35	27,083	1 X KŞ5	Yaz. s. x kış. tic. F ₁
R320-R334	58	11	47	18,966	KN4 X KŞ5	Yaz. s. x kış. tic. F ₁
R148-R163	32	8	24	25,000	KŞ5 X KN5	Kış. tic. F ₁ x yaz. s.
R388-R399	35	9	26	25,714	KN5 X KŞ5	Yaz. s. x kış. tic. F ₁
R164-R171	20	6	14	30,000	KŞ6 X 1	Kış. tic. F ₁ x yaz. s.
R267-R275	24	8	16	33,333	1 X KŞ6	Yaz. s. x kış. tic. F ₁
R173-R189	60	16	44	26,667	KŞ6 X KN4	Kış. tic. F ₁ x yaz. s.
R335-R349	66	16	50	24,242	KN4 X KŞ6	Yaz. s. x kış. tic. F ₁
R190-R198	30	9	21	30,000	KŞ6 X KN5	Kış. tic. F ₁ x yaz. s.
R401-R411	49	10	39	20,408	KN5 X KŞ6	Yaz. s. x kış. tic. F ₁
R412-R424	61	15	46	24,590	KŞ4 X 2	Kış. s. x yaz. tic. F ₁

Çizelge 3.4'ün devamı

R461-R463	18	5	13	27,778	2 X KŞ4	Yaz. tic. F ₁ x kış. s.
R425-R435	44	10	34	22,727	KŞ4 X 3	Kış. s. x yaz. tic. F ₁
R464-R474	54	12	42	22,222	3 X KŞ4	Yaz. tic. F ₁ x kış. s.
R438-R442	26	6	20	23,077	KŞ4 X 4	Kış. s. x yaz. tic. F ₁
R477-R489	45	10	35	22,222	4 X KŞ4	Yaz. tic. F ₁ x kış. s.
R443-R449	26	7	19	26,923	KŞ4 X KN1	Kış. s. x yaz. tic. F ₁
R491-R502	51	15	36	29,412	KN1 X KŞ4	Yaz. tic. F ₁ x kış. s.
R450-R455	36	8	28	22,222	KŞ4 X KN2	Kış. s. x yaz. tic. F ₁
R504-R512	20	5	15	25,000	KN2 X KŞ4	Yaz. tic. F ₁ x kış. s.
R456-R460	36	10	26	27,778	KŞ4 X KN3	Kış. s. x yaz. tic. F ₁
R513-R518	20	5	15	25,000	KN3 X KŞ4	Yaz. tic. F ₁ x kış. s.
R520-522	17	4	13	23,529	C1108X KŞ2	Yaz. s. x kış. tic. F ₁
R524-R529	12	3	9	25,000	C1111X KŞ2	Yaz. s. x kış. tic. F ₁
R527	6	1	5	16,667	C1113X KŞ2	Yaz. s. x kış. tic. F ₁
R525-R532	22	5	17	22,727	C1113X KŞ2	Yaz. s. x kış. tic. F ₁
R637-R654	72	20	52	27,778	KŞ4 X M	Kış. s. x yaz. s.
R655-R667	63	18	45	28,571	KŞ1 X M	Kış. tic. F ₁ x yaz. s.
R668-R682	78	18	60	23,077	KŞ2 X M	Kış. tic. F ₁ x yaz. s.
R683-R694	47	10	37	21,277	KŞ3 X M	Kış. tic. F ₁ x yaz. s.
R695-R699	28	7	21	25,000	KŞ5 X M	Kış. tic. F ₁ x yaz. s.
R701-R711	31	7	24	22,581	KŞ6 X M	Kış. tic. F ₁ x yaz. s.
Toplam	2265	568	1697	25,077		
X² Analizi	X² = 0,007 sd = 1 P = 0,9-0,95					

3.2.2. İdameci (M-Maintainer) hat geliştirme

Maintainer hattı sadece CMS hattını idame ettirmek için kullanılır. Bu hattın sitoplazması fertil (fertilite sağlayan mitokondri) olup nükleusu kısır yani homozigot resesiftir (rr). Sitoplazmik erkek kısırılığı sistemi kullanılmayan türlerde (örneğin domatestide idameci) M hattı bulunmaz ve buradaki anne hat kendine verimlidir. Böyle türlerde tohum üretme aşamasına gelindiğinde anne hatta emaskülasyon yapmak zorunludur. Bu işlem oldukça maliyetli ve riskli bir işlemdir. Maliyetlidir çünkü her bitkinin her çiçeğinde emaskülasyon yapabilmek için insan iş gücü gerekir, risklidir çünkü işçilerin gözden kaçırdığı bir çiçek kendi kendini döller ve bu döller sonucunda oluşacak bitki anne hattın kendisidir. Bu sitoplazmik erkek kısırılığı sisteminde kullanılan idameci hat domates örneğindeki olumsuz şartları tamamen ortadan kaldırmaktadır. Bu hattın dezavantajı ise ıslah aşamasında her kısır (CMS) hat için bir idameci hat geliştirmek zorunda olmanız ve bunun getirdiği masraflardır.

Bu hattın genetik tabanının artırılması için başlangıçta yazlık ve kışık idameci hatlar birbirleriyle melezlenip kışık/yazlık durumları göz önünde bulundurarak

kendileme işlemi yapılaraktan saflaştırılmaktadır. Maintainer ve CMS hatları aşağıdaki ebeveynlerin resiprokal melezlerinden oluşmuştur.

Çizelge 3.5. 2016-17-18 Kış Sezonunda gözlemlenen Maintainer hattımızın kontrol bitkileri, sayıları, hibrit/standart ve yazlık/kışlık olma durumları verilmiştir

Tarla Ekim Kodu	Bitki Sayısı	Hibrit /Standart Durumu	Yazlık/Kışlık Durumu
KŞ1	12	hibrit	kışlık
KŞ2	8	hibrit	kışlık
KŞ3	10	hibrit	kışlık
KŞ5	10	hibrit	kışlık
KŞ6	9	hibrit	kışlık
KŞ4	5	standart	kışlık
M	20	standart	yazlık

Çizelge 3.6. Yazlık × kışlık resiprokal melezlemelerinden elde edilen ve 2017-18 Kış Sezonunda yetiştirilen Maintainer hattımıza ait BC₁F₂ bitkilerinin sayıları, yazlık veya kışlık olma durumları ve yazlık bitkilerin oranları verilmiştir

Tarla Ekim Kodu	Toplam Bitki Sayısı	Yazlık Bitki Sayısı	Kışlık Bitki Sayısı	Yazlık oranı (%)	Pedigrisi	Yazlık♀ × ♂Kışlık Durumu
B1-B75	437	120	317	27,460	M X KŞ1	Yaz. s. x Kış. tic. F ₁
B76-B223	901	217	684	24,084	M X KŞ2	Yaz. s. x Kış. tic. F ₁
B224-B369	823	189	634	22,965	M X KŞ3	Yaz. s. x Kış. tic. F ₁
B370-B532	1189	279	910	23,465	M X KŞ5	Yaz. s. x Kış. tic. F ₁
B533-B627	696	177	519	25,431	M X KŞ6	Yaz. s. x Kış. tic. F ₁
B743-B926	962	252	710	26,195	M X KŞ4	Yaz. s. x Kış. tic. F ₁
Toplam	5008	1234	3774	24,641		
X² Analizi	X² = 0,345 sd = 1 P = 0,5-0,75					

3.2.3. CMS (Anne) hat geliştirme

Bu hat sitoplazma ve nükleusu kısır olup hiçbir şekilde canlı/fonksiyonel polen oluşturmamaktadır. Bu hattın idame ettirilebilmesi için bir idameci hatta ihtiyaç vardır. Bu hattı elde edebilmek için yapılan melezlerde kullanılan anne bitkinin kısır olması ve baba bitkinin nükleusunun da en az bir tane resesif (r?) gen içermesi gerekir. Bu hattın saflaştırma işlemi idamecisi tarafından yapılarak, yazlık olan idameci yazlık anne ile kışlık olan idameci de kışlık olan anne ile geriye melezleme işlemi gerçekleştirilerek olmaktadır. Çalışmamızda yazlık x kışlık resiprokal melezlemelerinden elde edilen ve 2017-18 kış sezonunda yetiştirilen CMS (anne) hattımıza ait BC₁F₂ bitkilerinin sayıları, yazlık bitkilerin oranları ve pedigrileri Çizelge 3.7’de sunulmuştur.

Çizelge 3.7. Yazlık × kışlık resiprokal melezlemelerinden elde edilen ve 2017-18 Kış Sezonunda yetiştirilen CMS (anne) hattımıza ait BC₁F₂ bitkilerinin sayıları, yazlık bitkilerin oranları ve pedigrileri verilmiştir

Tarla Ekim Kodu	Toplam Bitki Sayısı	Yazlık Bitki Sayısı	Kışlık Bitki Sayısı	Yazlık oranı (%)	Pedigrisi	Yazlık♀ × ♂Kışlık Durumu
C1-C75	601	174	427	28,952	KŞ1 X M	Kış. tic. x yaz. s.
C76-C223	944	234	710	24,788	KŞ2 X M	Kış. tic. x yaz. s.
C224-C369	873	219	654	25,086	KŞ3 X M	Kış. tic. x yaz. s.
C370-C531	1165	288	877	24,721	KŞ5 X M	Kış. tic. x yaz. s.
C533-C627	875	225	650	25,714	KŞ6 X M	Kış. tic. x yaz. s.
C743-C901	338	90	248	26,627	KŞ4 X M	Kış. tic. x yaz. s.
Toplam	4796	1230	3566	25,646		
X² Analizi	X² = 1,068 sd = 1 P = 0,25-0,5					

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yazlık kolzadaki (*B. napus*) genetik çeşitliliğin verim artışı, ürünün sürdürülebilir üretimi ve artan biyolojik çeşitlilik için genişletilmesi gerekmektedir. *B. napus* mevcut germplazmada allelik çeşitliliği sınırlayan en az iki genetik dar boğazdan geçmiştir. O zamandan beri, bu önemli mahsulün genetik tabanını genişletmek için son yıllarda yapılan çalışmalar dışında sınırlı çabalar sarf edilmiştir. Yazlık kolza yetiştirme programlarında *B. napus*'un çeşitli gen havuzları ve benzeri türler kullanılabilir. Adapte edilmemiş germplazm ve benzer türlerin kolzayı iyileştirmede kullanılması çeşitli zorluklarla karşı karşıya olmakla birlikte uzun vadeli bir bakış açısıyla oldukça faydalı olabilir. Çoklu alleli olan birkaç lokusun dahil olduğu tohum verimi ve verim bileşenleri gibi kantitatif özellikler için doğru allelik kombinasyonunun tanımlanması zor bir iştir. Bu yüzden moleküler bitki ıslahı programlarının verimliliğini arttırmada önemli bir rol oynayabilir. Bu genlerin genom içerisindeki yeri ve fonksiyonları belirlemek, moleküler markır teknolojisinin bitki ıslahında daha etkin kullanımını artıracaktır. Kolzada genetik çeşitliliğin genişletilmesi ve üremede moleküler markır araçlarının kullanımı üzerine devam eden araştırmalar yetiştiriciden, son kullanıcılara kadar tüm topluluklara bu mahsulün gıda, yem ve endüstriyel kullanımlar için üretilmesine yardımcı olacağı düşünülmektedir (Rahman 2013).

4.1. Restorer (Baba) Hat Geliştirme

2015-2016 kış sezonunda başlangıç materyalleri arasında yazlık standart x kışlık hibrit resiprokal melezleri yapılarak pseudo BC₁F₁ popülasyonları oluşturulmuştur. Bu oluşturulan popülasyonlar 2016 Ekim ayında örtüaltında ekilmiş ve çiçeklenme tarihleri Aralık-Nisan arası kaydedilmiştir. Bu çalışmadaki bitkilerin tümünün çiçeklenme tarihleri, Campbell ve Kondra (1978) yaptıkları çalışmada bildirdikleri 'erkencilik ölçütü için ilk açan çiçek zamanını baz almak yeterince doğrudur' görüşüne göre belirlenmiştir.

2016-2017 kış yetiştirme döneminde restorer popülasyonuna ait toplam 2433 bitki yetiştirilip gözlemlenmiştir. 2016-2017 kış yetiştirme sezonunda ortaya çıkan bulgular; kışlık × yazlık melez popülasyonunda toplam 939 bitki yetiştirilmiştir. Bunların yaklaşık olarak %77'si kışlık, %23'ü yazlık olduğu görülmüştür. Aynı şekilde yazlık × kışlık melez popülasyonuna ait 1494 bitki yetiştirilmiştir. Bu popülasyonda bitkilerin yaklaşık olarak %75'i kışlık, %25'i yazlık çıkmıştır. Yazlık sitoplazma taşıyan bu popülasyonda yazlık bitkilerin çokluğu sitoplazmik etkiden olabilir.

Çizelge 4.1. 2016-2017 kış yetiştirme döneminde Restorer pseudo BC₁F₁ hattın popülasyonlarındaki çiçeklenme tarihlerine bakılarak yazlık/kışlık olma yüzdeleri ve sayıları resiprokalları ile birlikte verilmiştir

Anne/Baba Durumu	Kışlık♀ × ♂Yazlık Melezleri		Yüzdelik Kesimi	Yazlık♀ × ♂Kışlık Melezleri		Yüzdelik Kesimi
Sezon	yazlık	kışlık	yazlık-kışlık	yazlık	kışlık	yazlık-kışlık
Adet	214	725	%22,8-%77,2	378	1116	%25,3-%74,7
Toplam	939		%100	1494		%100
X ² Analizi	X ² = 0,578 sd = 1 P = 0,25-0,5					

X^2 analizi kışlık $\times$ yazlık ve yazlık $\times$ kışlık popülasyonlarındaki dağılımın 3:1 açılımına uygun ($P = 0.25-0.5$) olduğunu göstermiştir. Bu durum kışlık olma, bir başka ifade ile vernalizasyon ihtiyacının, tek dominant gen ile kontrol edildiğine işaret etmektedir. Yapılan kışlık $\times$ yazlık veya yazlık $\times$ kışlık melezlerden oluşan BC_1F_1 düzeyindeki yavru döllerin yazlık oranı 1:3' tür. Bu sonuç Light, Gororo ve Salisbury (2004) yaptıkları çalışmada vernalizasyon ihtiyacının tek dominant gen ile kontrol edildiğini bildirmişlerdir ve bu sonuç kendi çalışmamızdaki bulgularımız ile örtüşmektedir.

Maternal (sitoplazmik) etki ve yazlık/kışlık olma oranları bakımından Çizelge 4.1.'i değerlendirdiğimizde; anne hattı yazlık olan popülasyondaki yazlık çıkan bitkilerin toplam bitki sayısına göre yüzdelik oranı, anne hattı kışlık olan popülasyondaki yazlık çıkan bitkilerin toplam bitki sayısına göre yüzdelik oranına göre %2,5'lik bir fark oluşturmaktadır. Bu farkın anne hattı yazlık olan bitkilerin sitoplazmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu durum Light vd. (2004) yaptıkları çalışmada bildirdikleri 'maternal etkinin yok denecek kadar az olması' görüşüyle örtüşmektedir.



Şekil 4.1. 2016-2017 kış yetiştirme dönemi kolza bitkilerinde çiçeklenme zamanlarındaki farklılıklar

2016-2017 kış yetiştirme dönemindeki bitkilerden yaklaşık olarak %30 oranında seleksiyon yapıp kendileme alınarak (BC₁F₂) generasyon ilerletilmiştir. 2017-2018 kış yetiştirme döneminde toplam 2265 bitki yetiştirilip gözlenmiştir. 2017-2018 sezonunda ortaya çıkan bulgular Çizelge 4.2'de sunulmuştur.

Çizelge 4.2. 2017-2018 kış yetiştirme döneminde Restorer pseudo BC₁F₂ hattın popülasyonlarındaki çiçeklenme tarihlerine bakılarak yazlık/kışlık olma yüzdeleri ve sayıları resiprokalleri ile birlikte verilmiştir

Anne/Baba Durumu	Kışlık♀ × ♂Yazlık Melezleri		Yüzdelik Kesimi	Yazlık♀ × ♂Kışlık Melezleri		Yüzdelik Kesimi
Sezon	yazlık	kışlık	yazlık-kışlık	yazlık	kışlık	yazlık-kışlık
Adet	289	917	%24-%76	279	780	%26,3-%73,7
Toplam	1206		%100	1059		%100
X ² Analizi	X ² = 0,007 sd = 1 P = 0,9-0,95					

X² analizi kışlık × yazlık ve yazlık × kışlık popülasyonlarındaki dağılımın 3:1 açılımına uygun ($P = 0,9-0,95$) olduğunu göstermiştir. Bu durum vernalizasyon ihtiyacının, tek dominant gen ile kontrol edildiğine işaret etmektedir. Yapılan kışlık × yazlık veya yazlık × kışlık melezlerden oluşan BC₁F₂ düzeyindeki yavru döllerin yazlık oranı 1:3' tür. Bu sonuç Light, Gororo ve Salisbury (2004) yaptıkları çalışmada vernalizasyon ihtiyacının tek dominant gen ile kontrol edildiğini bildirmişlerdir ve bu sonuç kendi çalışmamızdaki bulgularımız ile örtüşmektedir.

Maternal (sitoplazmik) etki ve yazlık/kışlık olma oranları bakımından Çizelge 4.2'yi değerlendirdiğimizde; anne hattı yazlık olan popülasyondaki yazlık çıkan bitkilerin toplam bitki sayısına göre yüzdelik oranı, anne hattı kışlık olan popülasyondaki yazlık çıkan bitkilerin toplam bitki sayısına göre yüzdelik oranına göre %2,3'lük bir fark oluşturmaktadır. Bu farkın anne hattı yazlık olan bitkilerin sitoplazmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu durum Light vd. (2004) yaptıkları çalışmada bildirdikleri 'maternal etkinin yok denecek kadar az olması' görüşüyle örtüşmektedir.



Şekil 4.2. 2017-2018 kış yetiştirme dönemi kolza bitkilerinde çiçeklenme zamanlarındaki farklılıklar

4.2. CMS (Anne) ve Maintainer (İdameci) Hat Geliştirme

2015-2016 kış sezonunda başlangıç materyalleri arasında yazlık × kışlık ve kışlık × yazlık (resiprokal) melezleri yapılarak pseudo BC₁F₁ hatlar oluşturulmuştur. Bu oluşturulan hatlar 2016 Ekim ayında örtüaltında ekilmiştir. 2016-2017 kış yetiştirme dönemindeki bitkilerden yaklaşık olarak %30 oranında seleksiyonlar yapıp kendileme BC₁F₂ generasyonu elde edilmiştir. 2017-2018 kış yetiştirme döneminde toplam 9804 bitki yetiştirilip gözlenmiştir. Hibrit kışlık ebeveyn çeşidin sitoplazması kısır ve idameci yazlık ebeveynin nükleusu kısır fakat sitoplazması fertil olduğundan CMS hattın resiprokalinden idameci hatlar, idameci hattın resiprokalinden de CMS hatlar geliştirilmektedir. 2017-2018 sezonunda ortaya çıkan bulgular Çizelge 4.3'te sunulmuştur.

Çizelge 4.3. 2017-2018 kış yetiştirme döneminde CMS ve maintainer pseudo BC₁F₂ hatlarının popülasyonlarındaki çiçeklenme tarihlerine bakılarak yazlık veya kışlık olma yüzdeleri ve sayıları resiprokalileri ile birlikte verilmiştir

Anne/Baba Durumu	Kışlık♀ × ♂Yazlık CMS (ANNE)		Yüzdelik Kesimi	Yazlık♀ × ♂Kışlık M (İDAMECİ)		Yüzdelik Kesimi
Sezon	yazlık	kışlık	yazlık-kışlık	yazlık	kışlık	yazlık-kışlık
Adet	1230	3566	%25,6-%74,4	1234	3774	%24,6-%75,4
Toplam	4796		%100	5008		%100
	kısır	fertil		kısır	fertil	
Adet	3228	1568		18	4990	
X ² Analizi	X ² = 1,068 sd = 1 P = 0,25-0,5			X ² = 0,345 sd = 1 P = 0,5-0,75		

X² analizi kışlık × yazlık ve yazlık × kışlık popülasyonlarındaki dağılımın 3:1 açılımına uygun ($P = 0.25-0.75$) olduğunu göstermiştir. Bu durum vernalizasyon ihtiyacının, tek dominant gen ile kontrol edildiğine işaret etmektedir. Yapılan kışlık × yazlık veya yazlık kışlık melezlerden oluşan BC₁F₂ düzeyindeki yavru döllerin yazlık oranı 1:3' tür. Bu sonuç Light, Gororo ve Salisbury (2004) yaptıkları çalışmada vernalizasyon ihtiyacının tek dominant gen ile kontrol edildiğini bildirmişlerdir ve bu sonuç kendi çalışmamızdaki bulgularımız ile örtüşmektedir.

Maternal (sitoplazmik) etki ve yazlık/kışlık olma oranları bakımından Çizelge 4.3.'ü değerlendirdiğimizde; anne hattı yazlık olan popülasyondaki yazlık çıkan bitkilerin toplam bitki sayısına göre yüzdelik oranı, anne hattı kışlık olan popülasyondaki yazlık çıkan bitkilerin toplam bitki sayısına göre yüzdelik oranına göre %1'lik bir fark oluşturmaktadır. Bu farkın anne hattı yazlık olan bitkilerin sitoplazmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu durum Light vd. (2004) yaptıkları çalışmada bildirdikleri 'maternal etkinin yok denecek kadar az olması' görüşüyle örtüşmektedir.



şekil 4.3. 2017-2018 kış yetiştirme dönemi kolza çiçeklenme zamanlarındaki farklılıklar

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada kışlık ve yazlık kolza resiprokal melezleme yoluyla genetik tabanın artırılması ve kışlık kolzalarda vernalizasyon ihtiyacını kontrol eden genlerin kalıtımının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu amacı gerçekleştirmeye yönelik olarak kışlık kolzalardan beş adet F₁ ticari ve bir adet standart çeşit ile yazlık kolzalardan altı adet F₁ ticari ve dört adet standart çeşitler birbirleriyle resiprokal melezlemeler yapılmıştır. Genetik açılımlar ve tek bitki seleksiyonları sonucu 5008 adet idameci, 4796 adet CMS, 2265 adet de restorer hat elde edilmiştir.

Light, Gororo ve Salisbury (2004) yaptıkları çalışmada yazlık ve kışlık kanola melezlerinden geliştirilecek hat veya çeşitlerin bize, vernalizasyon ihtiyacı olmayan normal yazlık çeşitlerden daha verimli yazlık çeşitlerin üretilmesi, bitkilerin tolerans bakımından daha geniş yelpazeye sahip olma, siyah bacak gibi bazı hastalıklara ve zararlılara karşı direnç sağlama gibi birçok yarar sağlayabileceğini bildirmişlerdir.

Rahman ve Kebede (2012) yaptıkları çalışmada yazlık kanola *Brassica napus* ta tohum verimi, agronomik karakterler ve tohum kalite özelliklerinin daha da geliştirilmesi, genetik tabanın artırılmasıyla sağlanabileceğini, vernalizasyon gereksiniminin kalıtımı için tek bir dominant gen ile kontrol edildiğini ve sitoplazmik etkinin yok denecek kadar az olduğunu bildirmişlerdir.

Yazlık ve kışlık kanola melezleri yapıldığı için çiçeklenme tarihleri birbirinden çok farklı hatlar ortaya çıkmıştır. Oldukça erkenci kışlık kanola hatları ve oldukça geççi yazlık kanola hatları elde edilmiştir. Bu hatların en büyük avantajları yüksek heterosis sağlayıp verimi artırmak, kanola ekilemeyen soğuk bölgelere uygun çeşit adayları sunmak ve kanola ekilen yerlerde ise geççi yazlık hibritler veya erkenci kışlık hibritler sayesinde verim artışını yakalamaktır.

Yapılan gözlemler sonucu vernalizasyon ihtiyacının tek gen ile kontrol edildiği, kışlık ve yazlık kanola melezlerinde kışlıkların yazlıklara baskın olduğu ve sitoplazmik etkinin yok denecek kadar az olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Elde edilen yazlık ve kışlık hatların kullanılacağı hibrit çeşitlerin daha yüksek heterosis yoluyla verim artışı sağlayabileceği düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abel, S., Möllers, C. and Hecker, H. C. 2005. Development of synthetic *Brassica napus* lines for the analysis of 'fixed heterosis' in allopolyploid plants. *Euphytica*, 146: 157-163.
- Acar, M., Gizlenci, S. ve Dok, M., 2005. Orta Karadeniz geçit bölgesinde kolza için en uygun ekim zamanının belirlenmesi. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (36): 110-115.
- Akbar, M. A. 1989. Resynthesis of *Brassica napus* aiming for improved earliness and carried out by different approaches. *Hereditas*, 111: 239-246.
- Akyıldız, A.R. 1992. Yeni ve gelişen yem hammaddeleri, 1. Uluslararası Yem Kongresi, 16-18 Nisan, Antalya, Yem Sanayicileri Birliği Yayınları.
- Alpaslan, D. 2014. İthal edilen ve Trakya Bölgesinde tarımı yapılan alanlardan alınan kanola tohum örneklerinde tohum kökenli fungal etmenlerin tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, 11 s.
- Anonymous 1: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [Son erişim tarihi: 29.10.2018]
- Attia, T. and Röbbelen G. 1986. Cytogenetic relationship within cultivated *Brassica* analyzed in amphihaploids from the three diploid ancestors. *Can. J. Genet. Cytol.*, 28: 323-329.
- Attia, T., Busso, C. and Röbbelen, G. 1987. Digenomic triploids for an assessment of chromosome relationships in the cultivated diploid *Brassica* species. *Genome* 29: 326-330.
- Bahçeci, P. 2012. Harran Ovası Koşullarında Kışlık Kanolada (*Brassica napus* spp. *oleifera*) Farklı Su Düzeylerinin ve Sulama Zamanlarının Verim ve Verim Bileşenlerine Etkisi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 1 s.
- Bannerot, H., Boulidard, L., Cauderon, Y. and Temp, J. 1974. Transfer of cytoplasmic male sterility from *Raphanus sativus* to *Brassica oleracea*. Eucarpia Meeting *Cruciferae*, Dundee, Scotland, pp. 52-54.
- Basunanda, P., Radoev, M., Ecke, W., Friedt, W., Becker, H. C. and Snowdon, R. J. 2010. Comparative mapping of quantitative trait loci involved in heterosis for seedling and yield traits in oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Theor. Appl. Genet.*, 120: 271-281.
- Becker, H.C., Enqvist, G.M. and Karlsson, B. 1995. Comparison of rapeseed cultivars and resynthesized lines based on allozyme and RFLP markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 91: 62-67.
- Bennett, R. A., Thiagarajah, M. R., King, J. R. and Rahman, M. H. 2008. Interspecific cross of *Brassica oleracea* var. *alboglabra* and *B. napus*: effect of growth condition and silique age on the efficiency of hybrid production and inheritance of erucic acid in the self-pollinated backcross generation. *Euphytica*, 164: 593-601.
- Bennett, R. A., Seguin-Swartz, G. and Rahman, H. 2012. Broadening genetic diversity in canola: towards the development of canola quality *Brassica oleracea*. *Crop Science*, 52: 2030-2039.

- Brandle, J. E. and McVetty, P. B. E. 1990. Geographical diversity, parental selection and heterosis in oilseed rape. *Can. J. Plant Sci.*, 70: 935-940.
- Budar, F. and Pelletier, G. 2001. Male sterility in plants occurrence, determinism, significance and use. *Sciences de la Vie*, 324 (6): 543-550.
- Bus, A., Körber, N., Snowdon, R. J. and Stich, B. 2011. Patterns of molecular variation in a species-wide germplasm set of *Brassica napus*. *Theor. Appl. Genet.*, 123: 1413-1423.
- Butruille, D.V., Guries, R.P. and Osborn, T.C. 1999a. Increasing yield of spring oilseed rape hybrids through introgression of winter germplasm. *Crop Science*, 39: 1491-1496.
- Butruille, D.V., Guries, R.P. and Osborn, T.C. 1999b. Linkage analysis of molecular markers and quantitative trait loci in populations of inbred backcross lines of *Brassica napus*. *Genetics*, 153: 949-964.
- Campbell, D.C. and Kondra, Z.P. 1978. A genetic study of growth characters and yield characters of oilseed rape. *Euphytica*, 27: 177-183.
- Chen, S., Nelson, M. N., Ghamkhar, K., Fu, T. and Cowling, W. A. 2008. Divergent patterns of allelic diversity from similar origins: The case of oilseed rape (*Brassica napus* L.) in China and Australia. *Genome* 51: 1-10.
- Collins, W.J. and Wilson, J.H. 1974. Mode of flowering as an index of plant development. *Ann. Bot. (London) N.S.*, 3E: 175-180.
- Cowling, W. A. 2007. Genetic diversity in Australian canola and implications for crop breeding for changing future environments. *Field Crops Res.*, 104: 103-111.
- Dahanayake, S.R. 1998. Genetic and physiological studies of the vernalization process in spring oilseed rape (*Brassica napus* var. *annua*). P.D. Thesis. The University of Western Australia.
- Dahanayake, S.R. and Galwey N.W. 1999. Adaptation of canola to a mediterranean environment: genetics of the vernalization response. Department of Plant Sciences. Faculty of Agriculture. The University of Western Australia. WA 6907.
- Daun, J.K. and DeClercq, D.R. 1988. Quality of yellow and dark seeds in *Brassica campestris* canola varieties Candle and Tobin. *JAOCs*, 65: 122-126.
- Diers, B.W. and Osborn, T.C. 1994. Genetic diversity of oilseed *B. napus* germplasm based on restriction fragment length polymorphisms. *Theor. Appl. Genet.*, 88: 662-668.
- Dong, K., Jeong, K., Byung-Dong, K. 2007. Isolation and characterization of the cytoplasmic male sterility associated orf456 gene of chili pepper (*Capsicum annuum* L.). *Plant Molecular Biology*, 63 (4): 519-532.
- Downey, R. K., Klassen, A. J. and Stringam, G. R. 1980. Rapeseed and Mustard. Pages 495-509 in W. R. Fehr and H. Hadley, eds. Hybridization of crop plants. ASA, CSA, Madison, WI.
- Eckardt, N.A. 2006. Cytoplasmic Male Sterility and Fertility Restoration. *American Society of Plant Biologists*, 18 (3): 515-517.

- Engqvist, G. M. and Becker, H. C. 1991. Heterosis and epistasis in rapeseed estimated from generation means. *Euphytica*, 58: 31-35.
- Ferreira M.E., Satagopan, J., Yandell, B.S., Williams, P.H., Osborn, T.C. 1995. Mapping loci controlling vernalization requirement and flowering time in *Brassica napus*. *Theor. Appl. Genet.*, 90: 727-732.
- Flood, R.G. and Halloran, G.M. 1984. The nature and duration of gene action for vernalization response in wheat. *Ann. Bot. (London) N.S.*, 53: 363-368.
- Fried, W., Baerzel, R., Badani, A.G., Koch, M., Schmidt, R., Hain, R. and Lühs, W. 2002. Breeding for optimized scrap quality in oilseed rape (*Brassica napus* L.) Vortr. *Plant Breeding*, 54: 131-143.
- Friend, D.J.C. 1985. *Brassica* In: Halevy AH (ed) CRC handbook of flowering, vol II. CRC Press. Boca Raton. Florida. pp. 48-77.
- Fu, Y. B. and Gugel, R. K. 2010. Genetic diversity of Canadian elite summer rape (*Brassica napus* L.) cultivars from the pre- to post-canola quality era. *Can J. Plant Sci.*, 90: 23-33.
- Grant, I. and Beversdorf, W. D. 1985. Heterosis and combining ability estimates in spring-planted oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Can. J. Genet. Cytol.*, 27: 472-478.
- Gulyas, G., Pakozdi, K.J., Lee, S., Hirata, Y. 2006. Analysis of fertility restoration by using cytoplasmic male-sterile red pepper (*Capsicum annuum* L.) lines. *Breeding Science*, 56: 331-334.
- Hasan, M., Seyis, F., Badani, A.G., Pons-Kuhnemann, J., Friedt, W., Luhs, W. and Snowdon, R.J. 2006. Analysis of genetic diversity in the *B. napus* gene pool using SSR markers. *Genet. Res. Crop Evol.*, 53: 793-802.
- Havey, M.J. 2004. The use of cytoplasmic male sterility for hybrid seed production. *Molecular Biology and Biotechnology of Plant Organelles*, pp. 623-634.
- Heyn, F.W. 1976. Transfer of restorer genes from *Raphanus* to cytoplasmic male sterile *Brassica napus*. *Cruciferae Newslett*, 1: 15-16.
- Hu, S., Yu, C., Zhao, H., Sun, G., Zhao, S., Vyvadilova, M. and Kucera, V. 2007. Genetic diversity of *Brassica napus* L. germplasm from China and Europe assessed by some agronomically important characters. *Euphytica*, 154: 9-16.
- Jarl, C.I. and Bornman, C.H. 1988. Correction of chlorophyll-defective, male sterile winter oilseed rape (*Brassica napus*) through organelle exchange: phenotypic evaluation of progeny. *Hereditas*, 108: 97-102.
- Jesske, T., Olberg, B. and Becker, H. C. 2011. Resynthesized rapeseed with wild *Brassica* species as new genetic resource for breeding. Pages 816-819 in Proc. 13th International Rapeseed Congress.
- Jönsson, R. 1977. Breeding for improved oil and meal quality in rape (*Brassica napus* L.) and turnip rape (*Brassica campestris* L.). *Hereditas*, 87: 205-218.
- Kebede, B., Thiagarajah, M., Zimmerli, C. and Rahman, M.H. 2010. Improvement of open pollinated spring rapeseed (*B. napus*) through introgression of genetic diversity from winter rapeseed. *Crop Science*, 50: 1236-1243.

- Kennard, W.C., Slocum, M.K., Figdore, S.S., Osborn, T.C. 1994. Genetic analysis of morphological variation of *Brassica oleracea* using molecular markers. *Theor. Appl. Genet.*, 87: 721-732.
- Kimber, D.S. and McGregor, D.I. 1995. *Brassica* oilseeds. Production and Utilization, CAB International, Cambridge, 3 s.
- Kirkegaard, J.A., Gardner, P.A., Angus, J.E. and Koetz, E. 1994. Effect on *Brassica* break crops on growth yield of wheat. *Australian Journal of Agr. Research*, 45:529-545.
- Kirkegaard, J.A., Sarwar, M., Wang, P.T.W. and Mead, A. 1998. Biofuelgation by *Brassica* reduces take all infection. Australian Agronomy Conference, 465-468 s.
- Kirti, P.B., Narasimhulu, S.B., Mohapatra, T., Prakash, S. and Chopra, V.L. 1993. Correction of chlorophyll deficiency in alloplasmic male sterile *Brassica juncea* through recombination between chloroplast genome. *Genet. Res. Camb.*, 62: 11-14.
- Kirti, P.B., Banga, S.S., Prakash, S. and Chopra, V.L. 1995. Transfer of *Ogura* cytoplasmic male sterility to *Brassica juncea* and improvement of male sterile through somatic cell fusion. *Theor. Appl. Genet.*, 91: 517-521.
- Kole, C., Thormann, C. E., Karlsson, B. H., Palta, J. P., Gaffney, P., Yandell, B. and Osborn, T. C. 2002. Comparative mapping of loci controlling winter survival and related traits in oilseed *Brassica rapa* and *B. napus*. *Mol. Breed.*, 9: 201-210.
- Kondra, Z.P., Campbell, D.C. and King, J.R. 1983. Temperature effects on germination of rapeseed (*Brassica napus* L. and *Brassica campestris* L.), *Canadian Journal of Plant Science*, 63: 1063-1065.
- Kramer, C. C., Polewicz, H. and Osborn, T. C. 2009. Evaluation of QTL alleles from exotic sources for hybrid seed yield in the original and different genetic backgrounds of spring-type *Brassica napus*. *Mol. Breed.*, 24: 419-431.
- Lagercrantz, U. and Lydiate, D. J. 1996. Comparative genome mapping in *Brassica*. *Genetics*, 144: 1903-1910.
- Lagercrantz, U. 1998. Comparative mapping between *Arabidopsis thaliana* and *Brassica nigra* indicates that *Brassica* genomes have evolved through extensive genome replication accompanied by chromosome fusions and frequent rearrangements. *Genetics*, 150: 1217-1228.
- Lefort-Buson, M., Guillot-Lemoine, B. and Dattee, Y. 1987. Heterosis and genetic distance in rapeseed (*Brassica napus* L.): crosses between European and Asiatic selfed lines. *Genome*, 29: 413-418.
- Light, K. A., Gororo, N. N. and Salisbury, P. A. 2011. Usefulness of winter canola (*Brassica napus*) race-specific resistance genes against blackleg (causal agent *Leptosphaeria maculans*) in southern Australian growing conditions. *Crop Pasture Sci.*, 62: 162-168.
- Liu, H., Han, J. and Hu, X. 1991. Studies on the inheritance of seed-coat color and other related characters of yellow-seeded *Brassica napus*. Proc. 8th Int. Rapeseed Congress, Saskatoon, 5: 1438- 1444.

- Long, Y., Shi, J., Qiu, D., Li, R., Zhang, C., Wang, J., Hou, J., Zhao, J., Shi, L., Beom-Seok, P., Choi, S. R., Lim, Y. P. and Meng, J. 2007. Flowering time quantitative trait loci analysis of oilseed *Brassica* in multiple environments and genome wide alignment with *Arabidopsis*. *Genetics*, 177: 2433-2444.
- Lucchin, M., Varotto, S., Barcaccia, G., Parrini, P. 2008. Chicory and Endive, Handbook of Plant Breeding, pp. 3-49.
- Mariani, C., De Beuckeleer, M., Truettner, J., Leemans, J., Goldberg, R.G 1990. Induction of male sterility in plants by a chimaeric ribonuclease gene. *Nature Science*, 347: 737-741.
- Mason, A. S., Huteau, V., Eber, F., Coriton, O., Yan, G., Nelson, M. N., Cowling, W. A. and Chevre, A. M. 2010. Genome structure affects the rate of autosyndesis and allosyndesis in AABC, BBAC and CCAB *Brassica* interspecific hybrids. *Chromosome Res.*, 18: 655-666.
- Menczel, L., Morgan, A., Brown, S. and Maliga, P. 1987. Fusion-mediated combination of ogura-type cytoplasmic male sterility with *Brassica napus* plastids using X-irradiated CMS protoplast. *Plant Cell Rep.*, 6: 98-101.
- Murphy, L.A. and Scarth, R. 1993. Vernalization response in spring oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars. *Canadian Journal of Plant Science*, 74: 275-277.
- Ogura, H. 1968. Studies on the new male-sterility in Japanese radish, with special reference to the utilization of this sterility towards the practical raising of hybrid seeds. *Mem. Fac. Agric.*, 6: 39-78.
- Osborn, T. C., Kole, C., Parkin, I. A. P., Sharpe, A. G., Kuiper, M., Lydiate, D. J. and Trick, M. 1997. Comparison of flowering time genes in *Brassica rapa*, *B. napus* and *Arabidopsis thaliana*. *Genetics*, 146: 1123-1129.
- Öz, E.S. 2013. Bazı yazlık kolza (kanola) çeşit ve hatlarının Bornova koşullarında kışlık ve yazlık performanslarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir, 34 s.
- Özgüven, M. 2000. Kolza yetiştiriciliği. TÜBİTAK-TARP yayınları, Türkiye, 26 s.
- Öztürk, E. 2004. Etlik piliç karma yemlerine farklı düzeylerde kolza yağı ve vitamin katılmasının et kalitesi ve besi performansına etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara 11 s.
- Öztürk, Ö. 2000. Bazı kışlık kanola çeşitlerinde farklı ekim zamanı ve sıra arası uygulamalarının verim, verim unsurları ve kalite üzerine etkileri. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya, 16 s.
- Qian, W., Chen, X., Fu, D., Zou, J. and Meng, J. 2005. Intersubgenomic heterosis in seed yield potential observed in a new type of *Brassica napus* introgressed with partial *Brassica rapa* genome. *Theor. Appl. Genet.*, 110: 1187-1194.
- Qian, W., Meng, J., Li, M., Frauen, M., Sass, O., Noack, J. and Jung, C. 2006. Introgression of genomic components from Chinese *Brassica rapa* contributes to widening the genetic diversity in rapeseed (*B. napus* L.), with emphasis on the evolution of Chinese rapeseed. *Theor. Appl. Genet.*, 113: 49-54.

- Qian, W., Sass, O., Meng, J., Li, M., Frauen, M. and Jung, C. 2007. Heterotic patterns in rapeseed (*Brassica napus* L.): I. Crosses between spring and Chinese semi-winter lines. *Theor. Appl. Genet.*, 115: 27-34.
- Quijada, P., Udall, J.A., Polewicz, H., Vogelzang, R.D. and Osborn, T.C. 2004. Phenotypic effects of introgressing French winter germplasm into hybrid spring canola (*B. napus*). *Crop Science*, 44: 1982-1989.
- Quijada, P. A., Udall, J. A., Lambert, B. and Osborn, T. C. 2006. Quantitative trait analysis of seed yield and other complex traits in hybrid spring rapeseed (*Brassica napus* L.): 1. Identification of genomic regions from winter germplasm. *Theor. Appl. Genet.*, 113: 549-561.
- Pal, A., Sandhu, S., Abdelnoor, R.V., Mackenzie, S.A. 2007. Transgenic induction of mitochondrial rearrangements for cytoplasmic male sterility in crop plant. *PNAS*, 104 (6): 1766-1770.
- Pelletier, G., Primard, C., Vedel, F., Chetrit, P., Remy, R., Rousselle, P. and Renard, M. 1983. Intergeneric cytoplasmic hybridization in *Cruciferae* by protoplast fusion. *Mol. Gen. Genet.*, 191: 244-250.
- Radoev, M., Becker, H. C. and Ecke, W. 2009. Genetic analysis of heterosis for yield and yield components in rapeseed (*Brassica napus* L.) by quantitative trait locus mapping. *Genetics*, 179: 1547-1558.
- Rahman, M. H. 2001. Production of yellow seeded *Brassica napus* through interspecific crosses. *Plant Breeding*, 120: 463-472.
- Rahman, M. H. 2004a. Resynthesis of *Brassica napus* for selfincompatibility: Self-incompatibility reaction, inheritance and breeding potential. *Plant Breeding*, 124: 13-19.
- Rahman, M. H. 2004b. Optimum age of siliques for rescue of hybrid embryos from crosses between *Brassica oleracea*, *B. rapa* and *B. carinata*. *Can. J. Plant Sci.*, 84: 965-969.
- Rahman, H. 2011. Use of European winter canola *Brassica napus* L. for the improvement of Canadian spring canola: A practical breeding example. Pages 875-878 in Proc. 13th International Rapeseed Congr., Prague, Czech Republic.
- Rahman, M. H., Bennett, R. A., Yang, R-C. and Thiagarajah, M. R. 2011a. Exploitation of the late flowering species *Brassica oleracea* L. for the improvement of earliness in *B. napus* L.-an untraditional approach. *Euphytica*, 177: 365-374.
- Rahman, H. and Kebede, B. 2012. Improvement of spring canola *Brassica napus* by use of winter canola. *AJER*, 3 (1): 1-17.
- Rahman, H. 2013. Review: Breeding spring canola (*Brassica napus* L.) by the use of exotic germplasm. *Can. J. Plant Sci.*, 93: 363-373.
- Reynaerts, A., Vandewiele, H., Desutter, G. and Janssens, J. 1993. Engineered genes for fertility and their application in hybrid seed production. *Scientia Hort.*, 55: 125-139.
- Röbbelen, G. 1960. Beitrage zur analyse des *Brassica*-genoms. *Chromosoma*, 11: 205-228.

- Schierholt, A., Rücker, B. and Becker, H. 2001. Inheritance of high oleic acid mutations in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Crop Science*, 44: 1444-1449 s.
- Seyis, F., Friedt, W. and Lühs, W. 2006. Yield of *Brassica napus* L. hybrids developed using resynthesized rapeseed material sown at different locations. *Field Crop Res.*, 96: 176-180.
- Shirzadegan, M. and Röbbelen, G. 1985. Influence of seed color and hull proportion on quality properties of seeds in *Brassica napus* L. Fette, Seifen, Anstrichmittel. *Eur. J. Lipid. Sci. Tech.*, 87: 235-237.
- Singh, K.H. and Srivastava, K.K. 2006. Characterization of different cytoplasmic male sterility systems in Indian mustard (*Brassica juncea* L. Czern & Coss). *Plant Breeding*, 125 (1): 72-76.
- Sofi, P.A., Rather, A.G., Wani, S.A. 2007. Genetic and molecular basis of cytoplasmic male sterility in maize. *Communicaitons in Biometry and Crop Science*, 2 (1): 49-60.
- Song, K. M., Osborn, T. C. and Williams, P. H. 1988b. *Brassica* taxonomy based on nuclear restriction fragment length polymorphisms (RFLPs). 2. Preliminary analysis of subspecies within *B. rapa* (syn. *campestris*) and *B. oleracea*. *Theor. Appl. Genet.*, 75: 784-794.
- Süzer, S. 2007. Türkiye’de kanola tarımı ve önemi. *Hasad Bitkisel Üretim*, 29: 72-75.
- Süzer, S. 2008. Kanola (kolza) Tarımı. Hasad Yayıncılık, İstanbul, 13 s.
- Şeker, A. 2015. Trakya Bölgesindeki kanola (*Brassica napus* L.) tarlalarında görülen abiyotik sorunlar ve beet western yellows virus (BWYV), tunip mosaic virus (TuMV)’ lerinin DAS-ELISA ile saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, 13 s.
- Takada, K., Ishimaru, K., Kamada, H., Ezura, H. 2006. Anther-specific expression of mutated melon ethylene receptor gene Cm-ERS1/H70A affected tapetum degeneration and pollen grain production in transgenic tobacco plants. *Plant Cell Reports*, 25 (9): 936-941.
- Tatlıoğlu, T. 2008. Hibrit çeşit ıslahı ve hibrit çeşit ıslahında kullanılan genetik mekanizmalar. VII. Sebze Tarım Sempozyumu, ss. 22-25, 26-29 Ağustos, Yalova.
- Thormann, C. E., Ferreira, M. E., Camargo, L. E. A., Tivang, J. G. and Osborn, T. C. 1994. Comparison of RFLP and RAPD markers to estimating genetic relationships within and among cruciferous species. *Theor. Appl. Genet.*, 88: 973-980.
- Thurling, N. and Vijendra Das, L.D. 1979a. Genetic control of pre-anthesis development of spring rape (*Brassica napus* L.). I Diallel analysis of variation in the field. *Australian Journal of Agricultural Research*, 30: 251-259.
- Thurling, N. and Vijendra Das, L.D. 1979b. Genetic control of pre-anthesis development of spring rape (*Brassica napus* L.). II Identification of individual genes controlling developmental pattern. *Australian Journal of Agricultural Research*, 30: 261-271.
- Turgut, K. 2002. Erkek kısır bitkilerin üretimi. Bitki Biyoteknolojisi II-Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları, ss. 327-333.

- Udall, J. A., Quajida, P. A., Polewicz, H., Vogelzang, R. and Osborn, T.C. 2004. Phenotypic effects of introgressing chinese winter and resynthesized *B. napus* germplasm into hybrid spring canola. *Crop Science*, 44: 1990-1996.
- Udall, J. A., Quajida, P. A., Lambert, B. and Osborn, T. C. 2006. Quantitative trait analysis of seed yield and other complex traits in hybrid spring rapeseed (*Brassica napus* L.): 2. Identification of alleles from unadapted germplasm. *Theor. Appl. Genet.*, 113: 597-609.
- Van Deynze, A. and Pauls K.P. 1993. The inheritance of seed colour and vernalization requirement in *Brassica napus* using doubled haploid populations. *Crop Science*, 74: 77-83.
- Virmani, S.S., Ahmed, M.I. 2001. Environment-sensitive genic male sterility in crops. *Advances in Agronomy*, 139-202.
- Xiao, Y., Chen, L., Zou, J., Tian, E., Xia, W. and Meng, J. 2010. Development of a population for substantial new type *Brassica napus* diversified at both A/C genomes. *Theor. Appl. Genet.*, 121: 1141-1150.
- Yamagishi, H. and Bhat, S.R. 2014. Cytoplasmic male sterility in *Brassicaceae* crops. *Breed Science*, 64 (1): 38-47.
- Ying, M., Dreyer, F., Cai, A., Jung, C. 2003. Molecular markers for genic male sterility in Chinese cabbage. *Euphytica*, 132: 227-234.
- Zhou, W. J., Zhang, G. Q., Tuveesson, S., Dayteg, C. and Gertsson, B. 2006. Genetic survey of Chinese and Swedish oilseed rape (*Brassica napus* L.) by simple sequence repeats (SSRs). *Genetic Resour. Crop Evol.*, 53: 443-447.
- Zou, J., Zhu, J., Huang, S., Tian, E., Xiao, Y., Fu, D., Tu, J., Fu, T. and Meng, J. 2010. Broadening the avenue of intersubgenomic heterosis in oilseed *Brassica*. *Theor. Appl. Genet.*, 120: 283-290.

ÖZGEÇMİŞ



EMRULLAH GÜLDEMİR

emrullahgldmr@hotmail.com

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2015-2019	Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2010-2015	Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Ziraat Mühendisi	Osterras Tarım Veterinerlik Sanayi ve Ticaret AŞ.
2015-Devam Ediyor	Bahçe/Tarla Bitkileri Araştırma ve Geliştirme Merkezi, Antalya