YERFISTIĞI ISLAHI

BATI AKDENİZ TARIMSAL ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
ANTALYA

Dr. ABDULLAH KADİROĞLU

2022

Tel. İş: 02423255325
Tel. Cep: 05554928265

İÇİNDEKİLER Sayfa

1. YERFISTIĞININ ÖNEMİ……..... 3
2. YERFISTIĞININ ANAVATANI VE YAYILIŞI…… 3
3. DÜNYA VE ÜLKEMİZDE YERFISTIĞI ÜRETİM DURUMU…… 6
4. YERFISTIĞININ BİTKİ SİSTEMATİĞİ…… 6
5. YERFISTIĞININ BİTKİ MORFOLOJİSİ……... 8
6. YERFISTIĞININ EKOLOJİK İSTEKLERİ…… 13
7. YERFISTIĞININ ÇİÇEKLENME, TOZLANMA VE DÖLLENME BİYOLOJİSİ…….. 13
8. YERFISTIĞININ ÖNEMLİ ÖZELLİKLERİ VE KALITIM DURUMU…….. 16
9. YERFISTIĞI ISLAH ÇALIŞMALARI…… 21
9.1. Türkiye'de Yerfıstığı Islah Çalışmaları ve Geliştirilen Çeşitler…… 21
9.2. Dünyada Yerfıstığı Islah çalışmaları…… 24
10. YERFISTIĞI ISLAH AMAÇLARI VE YAPILAN BAZI ÇALIŞMALAR…… 26
10.1. Verim…….. 26
10.2. Kalite…….. 27
10.3. Erkencilik……... 29
10.4. Hastalıklara Dayanıklılık…… 30
10.5. Zararlılara Dayanıklılık…….. 34
10.6. Kuraklığa Dayanıklılık……... 35
11. YERFISTIĞI ISLAH METODLARI…… 37
11.1. İntrodüksiyon Islahı…… 37
11.2. Seleksiyon Islahı…… 39
12.2.1. Toplu (Mass) Seleksiyon…… 39
12.2.2. Saf Hat Seleksiyonu…… 40
11.3. Mutasyon Islahı…….. 40
11.4. Melezleme Islahı…… 43
11.4.1. Melezleme Islahında Pedigri Seleksiyonu…….. 52
11.4.2. Melezleme Islahında Bulk Seleksiyonu…… 54
11.4.3. Melezleme Islahında Tek Tohum Nesli Seleksiyonu…….. 55
11.4.4. Geriye Melezleme Islahı…… 56
11.4.5. Türler Arası Melezleme …… 57
11.5. Yerfıstığı Islahında Moleküler tekniklerin kullanımı…… 59
12. ÇEŞİTLERİN KAYIT ALTINA ALINMASI VE TOHUMLUK SERTİFİKASYONU…… 62
13. KAYNAKLAR……... 64

1. YERFISTIĞININ ÖNEMİ

Yerfıstığı (*Arachis hypogaea*); baklagiller familyasından tek yıllık ve yazlık olarak yetiştirilen bir sıcak iklim bitkisidir. Meyvelerini toprak altında meydana getirmesiyle diğer bitkilerden farklılık gösterir. Güney Amerika kökenli olan yerfıstığının dünyada ekiliş alanı 40 derece kuzey ve 40 derece güney enlemleri arasındaki tropik ve subtropik sıcak iklim bölgelerinde yer almaktadır.

Tohumlarında yüksek oranda (% 45-55) yağ bulunur ve bu yağ %45-60 oleik asit, %20-40 linoleik asit, %5-10 palmitik asit, %3-7 stearik asit, %1-3 behenik asit ve %0.5-2 arasında arasidik asitten oluşmaktadır. Yerfıstığı tohumları protein içeriği (%20-25) bakımından oldukça zengindir. Yerfıstığında proteini oluşturan aminoasitlerin kolay sindirilebilir özellikte olması beslenmedeki değerini arttırmaktadır.

Yerfıstığı tohumlarında yaklaşık % 18 oranında karbonhidrat ile bol miktarda K, Ca, Mg, P, S, Zn ve Fe gibi mineraller bulunmaktadır. Ayrıca A, B, K ve E gibi vitaminlerce de oldukça zengindir.

Bahsedilen çok zengin besleyici özelliğinden ve çerezlik kalitesinden dolayı, dünyada yerfıstığı ürününün yaklaşık %41'i doğrudan insan gıdası olarak değerlendirilir, bu oran Kuzey Amerika'da yaklaşık %74'e kadar çıkmaktadır. Yerfıstığı tohumları taze ya da kuru kavrulup çerez olarak çok fazla tüketilir. Ayrıca pasta, şekerleme, tatlı, çikolata vs. yapımında da değerlendirilir. Özellikle ABD'de ve diğer birçok ülkede tohumların ezilmesi ve çeşni veren maddelerin katılmasıyla yapılan fıstık ezmesi yaygın olarak tüketilir.

Yerfıstığı bir baklagil bitkisi olduğu için sap ve yaprakları çok değerli hayvan yemi kaynağıdır. Yaprakları yonca kadar besleyicidir. Yeşil yem olarak doğrudan hayvanlara verilebildiği gibi kurutularak balyalanmakta ve kışın hayvan yemi olarak kullanılabilmektedir. Yerfıstığı balyaları satılarak üreticiye ekstra kar sağlar. Yerfıstığından elde edilen ürünün 2-2.5 katı kuru ot elde edilir.

Bir baklagil bitkisi olması nedeniyle, diğer baklagillerde olduğu gibi köklerindeki nodozite (yumru) oluşturan bakteriler yardımıyla havanın serbest azotundan faydalanır. Aynı zamanda kendisinden sonra ekilecek bitkiye azot ve organik maddece zengin bir toprak bırakır ve bu nedenle iyi bir münavebe bitkisidir.

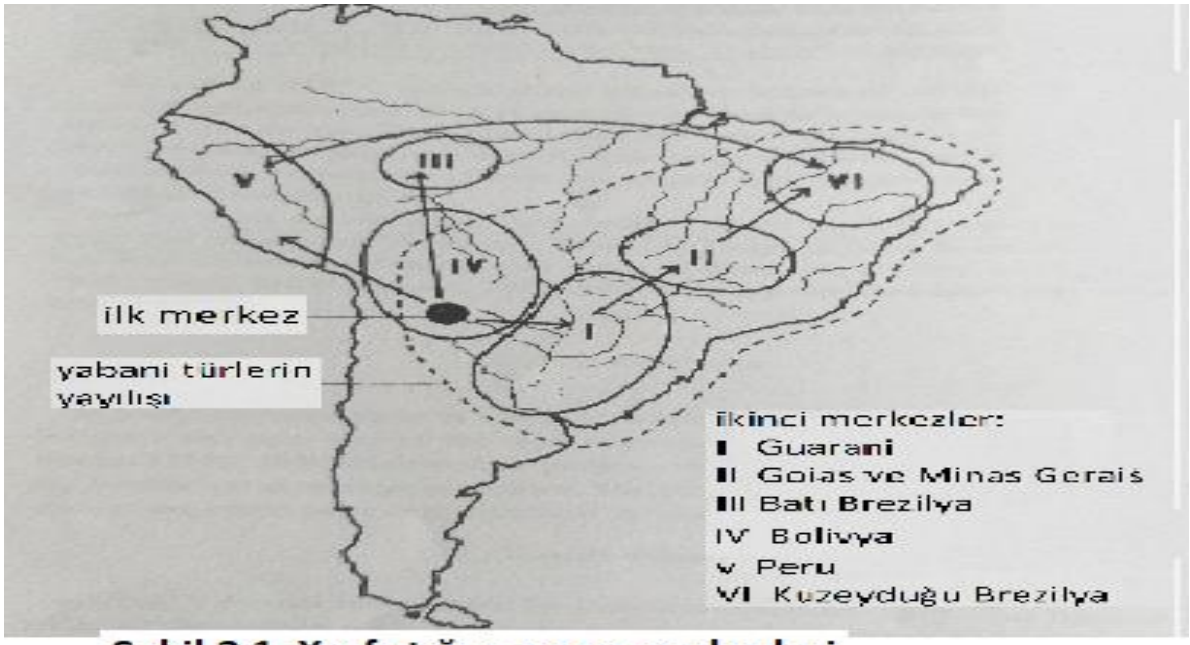
Dünyada yerfıstığı üretiminin yaklaşık yarısı yağı için işlenmekte, diğer yarısı ise başta çerez ve ezme olmak üzere doğrudan insan gıdası olarak değerlendirilmektedir. Ülkemizde ise üretim maliyetin yüksek olmasından dolayı yağ sanayisine girememektedir. Ülkemizde yerfıstığının yaklaşık %95'i çerezlik olarak ve geriye kalanı ise pasta, tatlı, çikolata ve şekerleme yapımında değerlendirilmektedir (Kadiroğlu, 2018).

2. YERFISTIĞININ ANAVATANI VE YAYILIŞI

Yerfıstığı (*Arachis hypogaea* L.) Güney Amerika kökenlidir. Peru'da günümüzden 3750-3900 yıl öncesine ait yerfıstığı kabuğu fosillerine rastlanmıştır. Peru'nun kuzey sahillerindeki Ankon'da günümüzden yaklaşık 2740-2490 yıl öncesine ait toprak kavanozlar içinde iyi korunmuş yerfıstığı meyveleri bulunmuştur. Tüm bunlar çok eski devirlerden beri Güney Amerika'da yerfıstığının yetiştirildiğini ve gıda olarak kullanıldığını göstermektedir. İlk ne

zaman kültüre alındığı belli değildir. Paraguay, Bolivya, Arjantin ve Brezilya'nın kesişme bölgesi olan Gran Chaco bölgesindeki Prana ve Paraguay nehir sistemlerine ait vadilerde ilk kültürü yapıldığı düşünülmektedir.

Yerfıstığının yer aldığı cinse ait diğer türler sadece Güney Amerika'dadır. Bu türlerin bulunduğu yerler Kuzeydoğu Brezilya'dan Kuzeybatı Arjantin'e, Uruguay'ın güney sahilinden Brezilya'nın kuzeybatısına, And dağlarının doğusundan Atlantik'e kadar alanı kaplamaktadır (Şekil 2.1.). Kültürü yapılan yerfıstığının orjininin Güney Bolivya ile Kuzeybatı Arjantin arasındaki bölge olduğu düşünülmektedir. Bu bölgede kültürü yapılan *hypogaea* türü ile ilgili büyük bir çeşitlilik bulunmaktadır. Bununla beraber yerfıstığının kesin orjini hala tam olarak bilinmemektedir (Wynne ve Gregory, 1981; Hammons, 1994).



Şekil 2.1 Yerfıstığının gen merkezleri

1492'den itibaren İspanyol ve Portekizli kaşifler Amerika kıtasını keşfettikleri zaman birçok Antil adasında, Brezilya'nın kuzeydoğu ve doğu sahillerinde, Paraguay, Bolivya, kuzey Arjantin'in sıcak bölgelerinde, yaygın olarak Peru'da ve az olarak Meksika'da yerfıstığının yerliler tarafından tarımının yapıldığını gördüler. 1502'den itibaren yerfıstığı ile ilgili yazılı kaynaklara rastlanmaktadır.

Yerfıstığı Portekizliler ve İspanyollar tarafından Güney Amerika'dan alınarak 16. yüzyılın başlarında Avrupa getirilmiş ve daha sonra Hindistan ve Afrika'ya taşınmış ve buralarda da yerfıstığı tarımı başlamıştır. Afrika, zaman içindeki melezlemeler ve seleksiyonlarla ikinci en büyük yerfıstığı varyasyon merkezi haline gelmiştir. Hirsuta tipi yerfıstığı tohumları Batı Pasifik, Çin, Endonezya ve Madagaskar'a taşınmıştır. Buralarda yerfıstığı tekrardan adapte olarak özelleşmiştir. Afrikalı köleler yoluyla Afrika'dan özellikle ABD olmak üzere Amerika kıtasına yerfıstığı tohumu taşınmıştır. ABD'nin yerfıstığı ile ilk tanışması 1700'lü yıllarda Afrika'lı kölelerin yanlarında getirdikleri tohumlarla olduğu tahmin edilmektedir (Şekil 2.2.)

Spanish tipi daha kısa yetiştirme süresine sahip tohumların yayılışı konusunda daha fazla bilgi vardır. Bu tipin yayılma merkezi Kuzeydoğu Arjantin, Paraguay ve Güney Brezilya'dır. 1784'de Brezilya'dan Lizbon'a getirilmiştir. Güney İspanya ve Güney Fransa'da ekilmeye başlanmış ve özellikle yağı için değerlendirilmeye başlanmıştır. Bu tipin ABD'ye girişi 1871'de İspanya Malaga'dan gerçekleşmiştir. İri tohumlu Virginia tiplerinin orjini hala net değildir. Bolivya ve Amozon bölgesi bu tip ile ilişkilendirilmiştir. Bu tipin önemli ikinci varyasyon merkezi Afrika olmuştur. ABD'de 1844'de bu tip ekilmeye başlanmıştır. Valencia tipinin dünyaya yayılışı Paraguay ve orta Brezilya'dan olmuştur. İspanya Valencia'dan ABD'ye getirildiği için bu tip çeşitleri tanımlamak için bu isim kullanılmıştır.

1900'lü yılların başlarından itibaren ABD'de pamuk alanlarında koza kurdunun çok zarar yapmasından dolayı yerfıstığı ekimi artmıştır. Mekanizasyonun gelişmesi ve yerfıstığı ezmesi gibi ürünlerin tüketiminin yaygınlaşmasıyla da ABD'de yerfıstığı üretimi hızla artmıştır. Günümüzde dünyada yerfıstığı tarımı tropikal, sub-tropikal bölgelerdeki sıcak iklime sahip yerlerde yapılmaktadır (Hammons, 1982).

Yerfıstığının Türkiye'ye ne zaman ve nasıl girdiği kesin olarak bilinmemektedir. İlk kayıtlara göre 1827 yılında Libya Trablusgarb'dan Bingazili Dr. Mehmet Barani tarafından bir miktar yerfıstığı tohumu getirilerek Selanik Ziraat Mektebinde ve Taşlıca Süleyman Paşa ile Mustafa Arif Bey'in "Purnar" çiftliğinde deneme amaçlı yetiştirilmiştir. 1908'de İstanbul Halkalı Ziraat Mektebi'nde denemeye alınmıştır. 1935'de Antalya Sıcak İklim Nebatları Islah İstasyonu'nda (şimdiki ismi BATEM) kapsamlı olarak denemeye alınmış ve halen bu kurumda araştırmalar devam etmektedir. Türkiye'de 1920 yılında ekonomik anlamda yerfıstığı üretimine başlanmıştır. Çukurova'da 1990'dan sonra ikinci ürün olarak da yetiştirilmeye başlanmıştır. Çukurova'da pamuğa olan ilgisizlik, yerfıstığının beyazsinekten etkilenmemesi ve mekanizasyonunun da artmasıyla bu bölgede ekim alanları hızla artmıştır. Günümüzde yerfıstığı üretiminin %80'den fazlası Çukurova'dadır. İşlenme ve pazarlanmasının yaklaşık %90'ı Osmaniye'dedir. Yerfıstığı, 1978-1983 arasında Tarım Satış Kooparatifleri Birliği'nin (YERFİSKOBİRLİK) ve 1992-1993 arasında ise ÇUKOBİRLİK'in görevlendirilmesiyle devlet destekleme alımına tabi tutulmuş ancak 1994 yılından itibaren destekleme dışı bırakılmıştır (Kadiroğlu, 2018).

3. DÜNYA VE ÜLKEMİZDE YERFISTIĞI ÜRETİM DURUMU

Dünya ve Türkiye'de son 60 yılda yerfıstığı ekim alanları, bazı yıllarda dalgalanmalar olsa da genel olarak artmıştır. Artan tarım teknolojileriyle birlikte birim alandaki verim devamlı arttığı için üretilen yerfıstığı ürünündeki artış oranları ekim alanlarına göre daha fazla olmuştur. 2019 yılında dünyada dekara 165 kg verimle yaklaşık 30 milyon hektar alanda 49 milyon tonluk kabuklu yerfıstığı ürünü üretilmiştir. Bu üretimin %35.9'u Çin'den, %13.8'i Hindistan'dan, %9.1'i Nijerya'dan, %5.8'i Sudan'dan, %5.1'i ABD'den, %3.3'ü Myanmar'dan, %2.9'u Senegal'den ve %2.7'si Arjantin'den sağlanmıştır. Üllkemizde olduğu gibi dünyada da üretilen yerfıstığı iç piyasya yönelik olup dünyada ihracata konu olan oran %5'i geçmez. Ençok yerfıstığı ihracı yapan ülkeler sırasıyla Hindistan, Arjantin, ABD, Senegal, Brezilya ve Çin'dir. Dünyada üretilen yerfıstığı yağının diğer tüm bitkisel yağa oranı %2.8 civarındadır

Ülkemizde 2020 yılında dekara 394 kg verimle yaklaşık 215 bin hektar alanda 55 bin ton kabuklu yerfıstığı üretilmiştir. Ülkemizin yerfıstığı üretim oranı dünyanın yaklaşık %0.35'idir. Ülkemizde artan fiyatlardan dolayı 2020 yılında 2019'a göre yerfıstığı üretiminde %27'lik bir artış sağlanmıştır. Yerfıstığının üretim merkezi Çukurova olup 2019'da tüm Türkiye üretiminin %50'si Adana'da ve %31'i Osmaniye'den sağlanmıştır. Son yıllarda Şırnak Silopi'de yerfıstığı üretimi hızla artmaktadır. 2019'de Şırnak'ın tüm Türkiye yerfıstığı üretiminden aldığı pay %5.7'e ulaşmıştır. Bu oranlar Antalya için %2.9, Aydın için %2.5 ve Kahramanmaraş için %2.9 olmuştur. Diğer illerin payları %2'den azdır. Ülkemiz yerfıstığı üretiminde yaklaşık olarak kendi kendine yeterlidir, ancak zaman zaman %5-10 oranında ithalat yapılabilmektedir (FAOSTAT, 2020).

4. YERFISTIĞININ BİTKİ SİSTEMATİĞİ

Yerfıstığının bitkiler alemindeki sistematiği Çizelge 4'de verilmiştir.

Arachis türleri, Güney Amerika'nın And Dağları'nın eteklerinden Atlantik'e ve Brezilya'nın kuzey kıyılarından Uruguay'da yaklaşık 34 ° güney enlemine kadar uzanan geniş bir coğrafyaya özgüdür. Tür dağılımlarının neredeyse sürekli olduğu ve cinsin farklı bölümleri arasında büyük miktarda dağılımsal örtüşme vardır.

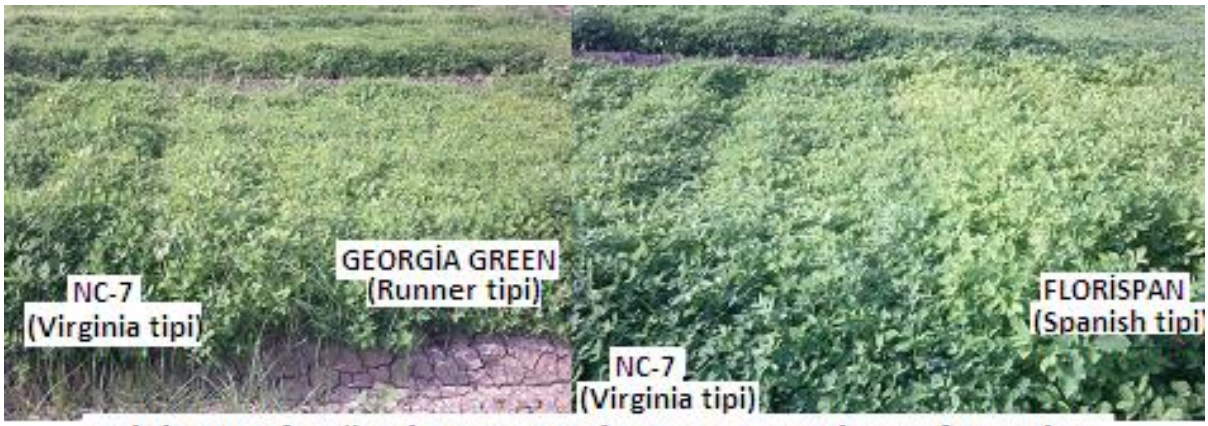
Arachis cinsi içinde kültürü yapılan hypogaea türünden başka yabani olarak 81 tür daha tespit edilmiştir. Bunlardan 6 türünün kültürü yapılmaktadır. Geniş çapta kültüre alınan *A.hypogaea* türü, Linneaus tarafından 1753'te Arachis (Yunanca "arachos" dan yabani ot anlamına gelir) ve hypogaea (yeraltı odası anlamına gelir) olarak adlandırılmıştır. Kültürü yapılan *A.hypogaea*'nın (4n=40) 4000-6000 yıl önce Kuzey Arjantin'de *A.duranensis* (2n=20) ile *A.ipaensis*'in (2n=20) doğal olarak melezlenmesi sonucunda poliploidi olarak iki ayrı genoma sahip olarak ortaya çıktığı sanılmaktadır. Tohumları için (*A.villosulicarpa, A. stenosperma*) veya hayvan yemi (*A. pintoi* ve *A. glabrata*) için çeşitli türler yetiştirilmesine rağmen, yalnızca *A. hypogaea* geniş çapta kültüre alınmıştır. *A.cardenasii ile A.hypogaea* kolay melezlenebilir olmasından dolayı ıslah çalışmalarında *A.cardenasii,* nemotota dayanıklılık genlerinin aktarılması gibi çalışmalarda değerlendirilmektedir (Holbrook ve Stalker, 2003).

Çizelge 4. Yerfıstığının bitki sistematiği (Arıoğlu, 2017, Anonim, 2021a, Holbrook ve Stalker, 2003)

Alem	Bitkiler
Bölüm	Magnoliophyta (kapalı tohumlular)
Sınıf	Magnoliopsida (iki çenekliler)
Takım	Fabales (çiçekli bitkiler)
Familya	Fabaceae (baklagiller)
Alt familya	Faboideae
Oymak	Aeschynomeneae
Alt oymak	Stylosanthinae
Cins	Arachis
Seksiyon	Arachis, Caulorrhizae, Erectoides, Extranervosae, Heteranthae, Procumbentes, Rhizomatosae, Trierectoides, Triseminatae
Seri (Arachis seksiyonunda)	1.Seri: Annuae (2n=20), 2.Seri: Perennes (2n=20), 3.Seri: Amphiploides (2n=4n=40)
Türler	1.Seri*: A.batizocoi, A.duranensis, A.spegazzinii, A.stenosperma, A.ipaensis* 2.Seri:*A.belodes, A.villosa, A.diogoni, A.cardenasii, Achacoense* 3.Seri: *A.hypogaea, A.monticola, A.batizogaea*
Yaygın kültürü yapılan tür	*A.hypogaea* (4n=40)
Alt türler	ssp. *hypogaea* ve ssp. *fastigata*
Varyeteler	ssp. *hypogaea* içinde: var. *hypogaea* ve var. *hirsuta* ssp. *fastigata* içinde: var. *fastigata* ve var. *vulgaris*
Pazar tipleri (form)	var. *hypogaea içinde:* Virginia ve Runner tipi var. *hirsuta* içinde: Peruano tipi var. *fastigata* içinde: Valencia tipi var. *vulgaris* içinde: Spanish tipi

Dünyada kültürü yapılan yerfıstığı Hypogaea ve Fastigiata olarak 2 alt türe; Hypogaea, Hirsuta, Fastigiata ve Vulgaris olarak 4 varyete grubuna; Virginia, Runner, Peruano, Spanish ve Valencia olarak 5 pazar tipine ayrılmaktadır. Bu ayrımda dallanma modeli, büyüme formu, çiçeklenme ve meyve özellikleri önemli rol oynamaktadır.

Dünyada Virjinya, Runner, Spanish ve Valensiya tipine ait çeşitler ekonomik anlamda yetiştirilmektedir. Şekil 4'de görüldüğü gibi, Virjinya tipi çeşitlerde saplar genelde yarı yatıktır, ana sapta meyve bulunmaz, meyve ve tohumlar daha iridir, orta geçcidirler, genel olarak 140-150 günde olgunlaşırlar ve genellikle çerez olarak değerlendirilirler.



Şekil 4. Yerfıstığında pazar tiplerine göre gelişme forumları

Runner tipi çeşitlerde ana sap hariç yan dallar toprak yüzeyine tam yatık olarak gelişir, tane irilikleri Virjinya tiplerine göre daha küçüktür, ABD'de en yaygın ekilen tiptir, daha geçcidirler, 145-160 günde olgunlaşırlar ve genellikle yerfıstığı ezmesi ve şekerleme gibi ürünlerde değerlendirilirler.

Spanish tipi çeşitlerde dallar toprak yüzeyine tam dik gelişir, yapraklar daha iridir, saplar daha kalındır, ginofor denilen meyve sapları daha sağlamdır ve bu nedenle makinalı hasata ve ağır topraklara daha uygundurlar, daneler daha küçük ve yağ içerikleri fazladır, erkencidirler, 115-125 günde olgunlaşırlar ve genellikle yağlık olarak değerlendirilirler.

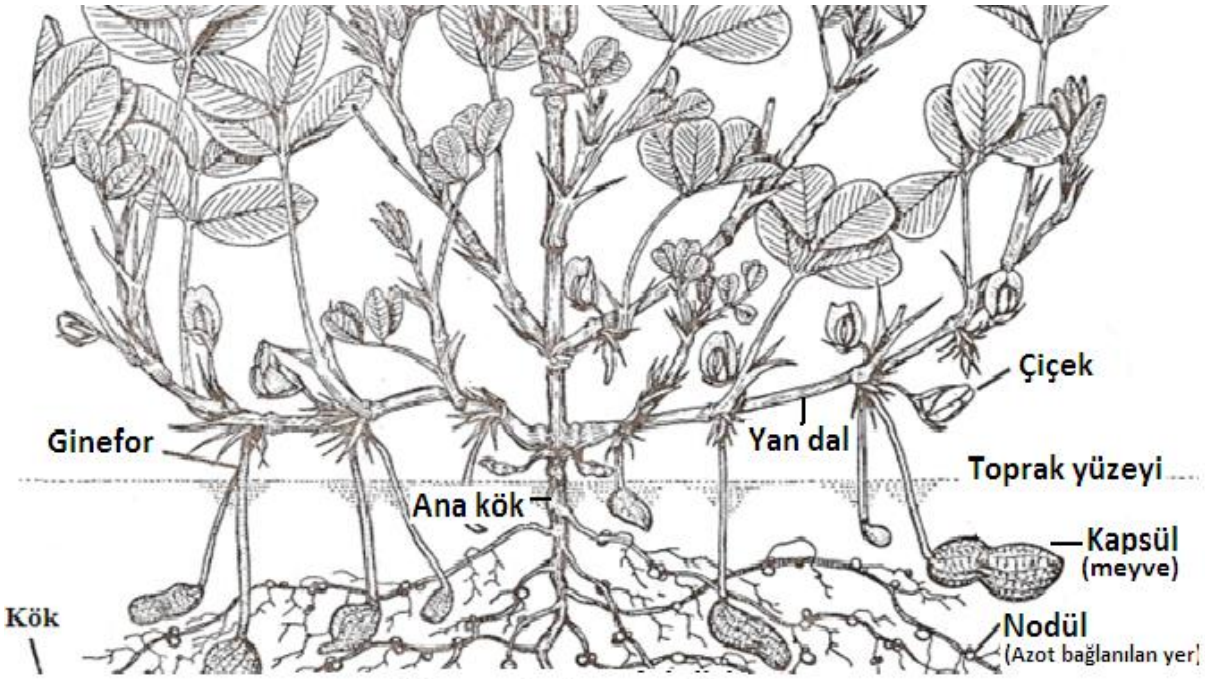
Valensiya tiplerinin sap ve yaprak özellikleri Spanish tiplerine benzer, kapsüllerinde diğerlerinden daha fazla tane bulunur (3-4 adet), dünyada ekiliş alanları çok azdır ve daha çok haşlamalık olarak değerlendirilirler, erkencidirler, olgunlaşma gün sayıları Spanish'lerden 10 gün kadar daha azdır.

Virginia ve Runner tiplerinde ana sapta çiçeklenme olmaz, yan dallarda ise arka arkaya gelen iki yaprak kotluğunda çiçeklenme olur ve sonrasındaki arka arkaya gelen iki yaprak koltuğunda çiçeklenme olmaz (alternatifli çiçeklenme) ve düzen bu şekilde devam eder. Spanish ve Valencia tiplerinde ise ana sapta çiçeklenme olur, ana ve yan saplarda her yaprak koltuğunda çiçeklenme meydana gelir (sıralı çiçeklenme). Ülkemizde yerfıstığının tamamına yakını çerezlik olarak tüketildiği için sadece iri tohumlu Virginia tipi (çerezlik) çeşitler yetiştirilir (Baydar, 2018).

5. YERFISTIĞININ BİTKİ MORFOLOJİSİ

Kök

Yerfıstığı kazık köklü bir bitkidir. Köklerin büyük çoğunluğu 5-35 cm derinlikte olmak üzere bazıları 90-120 cm derinliğe kadar inebilir. Ana ve yan kökler üzerinde urlar (nodül, havanın serbest azotunu bağlayan Rizobiyum bakterilerinin bulunduğu yumrucuklar) bulunur. Yerfıstığında çoğu insanın zannettiği gibi meyveler kök üzerinde değildir. Meyveler toprak üstünde saplardan gelerek 5-10 cm derine giren gineforların ucunda gelişir yani kökle bağlantıları yoktur. Kökler ise meyvelerden daha derinde gelişir (Şekil 5.1.).



Şekil 5.1 Yerfıstığının morfolojisi

Sap

Yerfıstığının dallanması, ortada bir ana dal ve ana dal üzerinde çok sayıda yan dallardan oluşur (Şekil 5.1.). İlk olarak ana sapın en alt boğumundan bir çift kotiledonal dal meydana gelir. Kotiledonal dallar ve bunlardan oluşan yan dallar üzerindeki meyveler toplam meyvenin önemli kısmını oluşturur. Yerfıstığı yere dik olarak 30-60 cm arasında boylanabilir ve yere paralel olarak ise 40-50 cm uzayabilir. Yerfıstığı bitkilerinde yan dallar çeşitlere göre yatık, yarı yatık ve dik olarak gelişir. Yerfıstığında dallanma sıklığı çeşide ve ekim sıklığına göre değişmektedir. Yerfıstığında dallanma istenilen bir özelliktir. Spanish-Valencia tipi çeşitlerde ana sapta çiçeklenme vardır ve yan dallarda ise her yaprak koltuğunda çiçeklenme (ardışık) meydana gelir. Virginia-Runner tipi çeşitlerde ise ana sapta çiçeklenme olmaz ve yan dallarda ise 2 sıra yaprak koltuğunda çiçeklenme olmazken arkasından gelen 2 sıra yaprak koltuğunda çiçeklenme oluşacak şekilde çiçeklenme (sıralı) devam eder.

Yerfıstığı sapları taze iken köşeli ve yassıdırlar, gelişme tamamlandığında saplar yuvarlaklaşır. Sap rengi, çeşitlere göre yeşil ve koyu yeşil arasında değişmektedir. Genel olarak sap çıplaktır, bazı çeşitlerde tüylü olabilmektedir. Yerfıstığı sapları otsu yapıya sahiptirler, hasatta bile bu yapıları devam eder.

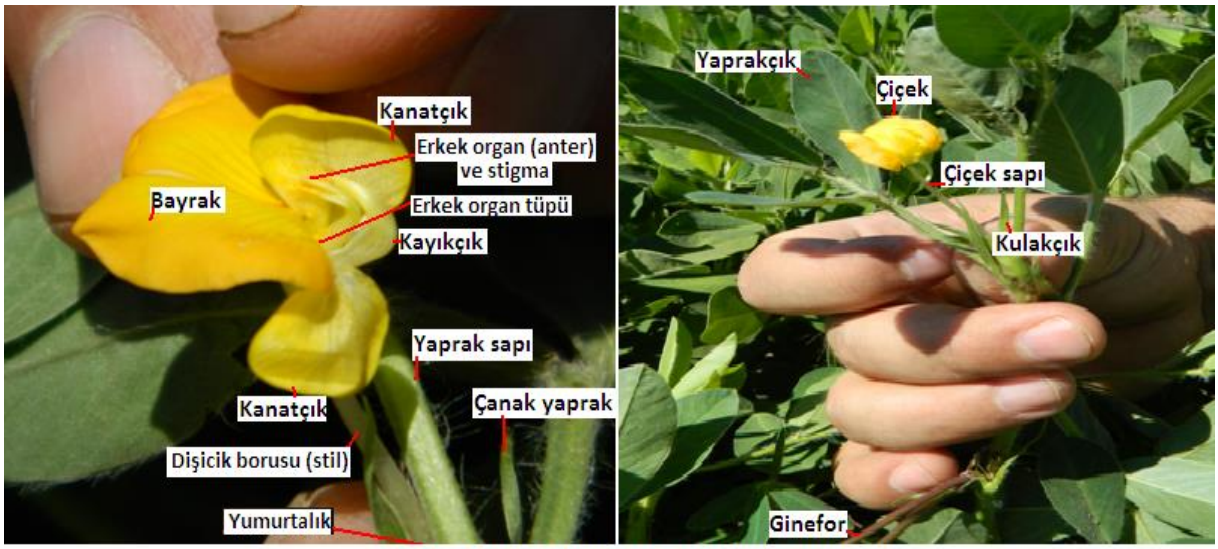
Yaprak

Bir yaprak, bir yaprak sapı üzerinde karşılıklı olarak ikişerli olarak dizilmiş dört yaprakçıktan oluşur. Yaprak geliştikten sonra yaprak sapının dala bağlandığı yerde kulakçıkların mevcudiyeti devam eder. Yaprakların üzeri hafif tüylüdür (Şekil 5.2). Yaprakçıklar ışığa karşı duyarlı olup güneş battıktan sonra ve susuzluk durumunda karşılıklı olarak kapanırlar. Yaprakçıkların şekilleri uzun-ovaldir. Yaprak renkleri, saplarda olduğu gibi çeşide bağlı olarak açık yeşilden koyu yeşile doğru değişir. Saplarda olduğu gibi, Spanish ve Valancia tipi çeşitlerde yapraklar daha iri, kalın ve açık renklidir.

Çiçek

Çeşitlere ve iklim şartlarına göre çıkıştan yaklaşık 1 ay sonra çiçeklenme başlar ve daha sonra hızla çiçeklenme artar ve ekimden 60-70 gün sonra en yüksek seviyesine ulaşır. Spanish ve Valancia tipi çeşitler daha erkenci olduklarından dolayı Virginia ve Runner tipi çeşitlerden yaklaşık 1 hafta daha erken çiçeklenirler. Çiçeklenme; sıcaklık, düşük nem gibi abiyotik streslerden etkilenerek verimin düşmesine neden olabilir. Çiçekler çoğu zaman teker teker sabahın erken saatlerinde açarlar. Çiçekler yaprak koltuklarından çıkarlar ve 2-4 tanesi bir arada olabilir. Renkleri sarı, beyaz veya erguvan renkte olabilir, genellikle portakal sarısı rengindedir. Çiçeklenme bitkide aşağıdan yukarıya, içten dışa doğru olmaktadır. Yerfıstığının çiçekleri tipik bir baklagil çiçeği yapısındadır.

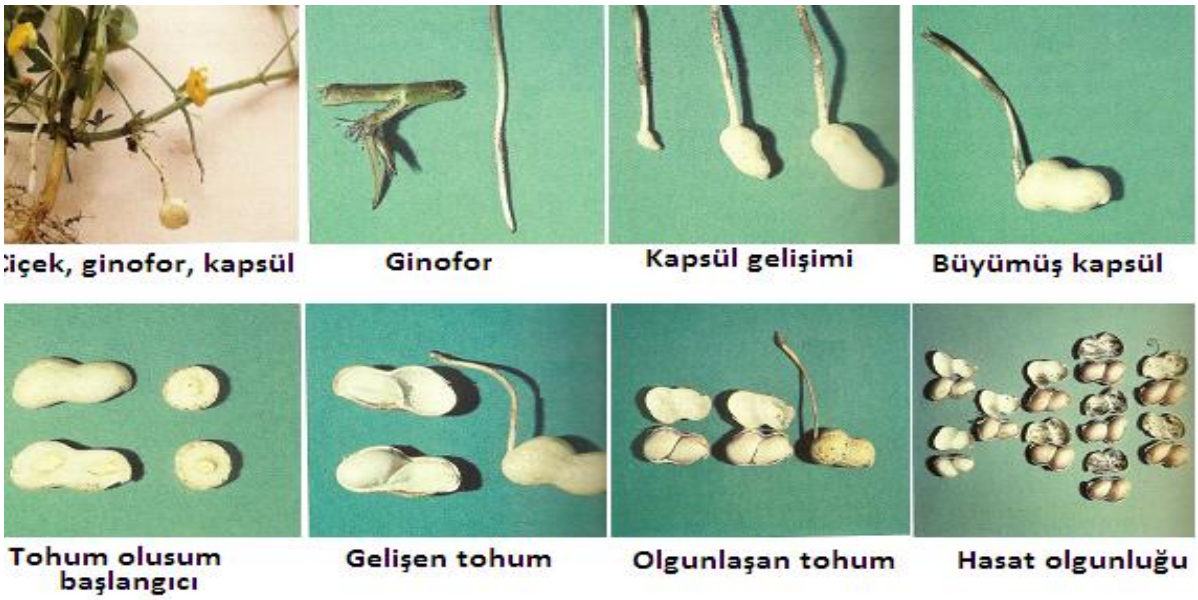
Yaprak koltuğundan çıkan her bir çiçek, koruyucu yaprakların arasından bir çiçek sapı ile yükselir. Her bir çiçek; en dışta 5 adet çanak yaprak, bunun içinde 2 kayıkçık, 2 kanatçık ve 1 bayrak yaprağından oluşur. Taç yaprakların ortasında 10 adet erkek organ ile bir dişi organ bulunur (Şekil 5.2).



Şekil 5.2 Yerfıstığında çiçek ve yaprak yapısı

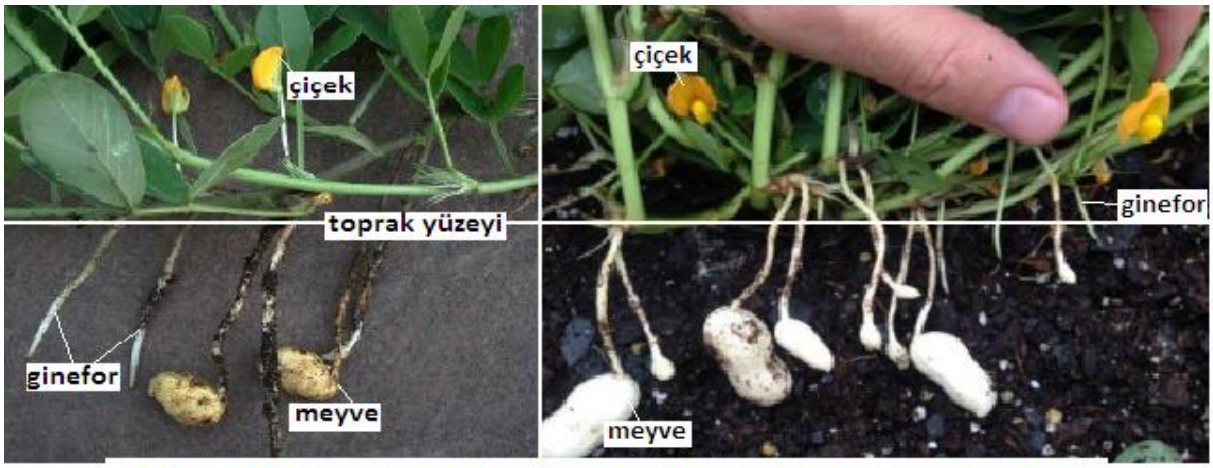
Ginofor (meyve sapı)

Yerfıstığını diğer bitkilerden farklı kılan bir organdır. Toprak üzerinde gelişen dallardaki çiçekler döllendikten sonra taç yaprakları dökülür, 10-12 gün sonra yumurtalığın altındaki doku hızla çoğalır ve zamanla yumurtalığı çevreleyen doku ile birleşerek bir uzantı meydana getirir ve bu uzantıya ginofor denilir. İlk günlerde günde 3-4 mm uzayan ginofor büyümesi sonraları 1 cm'ye kadar çıkar. Ginoforlar uzun veya kısa olabilirler. Çünkü oluşum zamanları ve bitkide bulundukları yerler farklıdır. İlk dönemlerde toprağa yakın bölgelerde oluşan ginoforlar daha kısadır. Genellikle ginofor boyu 15 cm kadardır (Şekil 5.3 ve Şekil 5.4).



Şekil 5.3 Yerfıstığında çiçekten meyveye gelişim aşamaları

Ginoforun gövdeye benzer yapısı, köke benzer görevi vardır. Ginoforun görevi kapsülü toprak içerisinde oluşturmak ve onları üzerindeki emici kıllar ile beslemektedir. Ginoforlar toprağa girdikten sonra 10 gün içerisinde embriyoları gelişirek kapsüller (meyve) oluşmaya başlar ve çiçeklenmeden itibaren 60 gün içerisinde yerfıstığı kapsülleri olgunlaşır. Toprak yüzeyinden 15 cm yukarıda kalan ginoforlar toprağa giremez ve bu nedenle kapsül oluşturamazlar. Sezon boyunca bir bitkinin oluşturduğu toplam ginoforların ancak %8-12'lik bir kısmı toprağa girmeyi başararak normal meyveye dönüşebilir.



Şekil 5.4 Yerfıstığında dal üzerinde çiçek, ginefor ve meyve gelişimi

Meyve (kapsül)

Ginoforun ucundaki döllenmiş yumurtalığın toprak içinde gelişmesiyle (çiçeklenmeden yaklaşık 2 ay sonra) oluşur. Ekimden itibaren ise, çeşit ve iklime göre 3-3.5 ay sonra ilk meyveler oluşur. Çeşite ve bakım şartlarına göre bitki başına 20-40 adet olgun meyve elde edilir. Yerfıstığında hasat döneminde bile yeni meyve oluşumu devam eder (Şekil 5.3 ve Şekil 5.4). Yerfıstığında çoğu insanın zannettiği gibi, meyveler kök üzerinde değildir. Meyveler

toprak üstünde saplardan gelerek 5-10 cm derine giren gineforların ucunda gelişir yani kökle bağlantıları yoktur. Kökler ise meyvelerden daha derinde gelişir.

Diğer baklagillerde kapsül kendiliğinden açıldığı halde yerfıstığında böyle bir durum yoktur. Kapsüllerin büyüklüğü, şekli, boğumlarının yüzlek ya da derin oluşu, damarlı ve damarsız oluşu, gaga şekli gibi özellikler çeşitlere göre değişir. Kapsüllerin uzunlukları 21-63 mm ve enleri ise 8-19 mm arasında değişebilir. Yerfıstığı kapsülünde ortalama 1-4 arasında tohum bulunur, genellikle 2 adettir. Kapsül içindeki tohumların tüm kapsüle oranları (iç oranları) çeşitlere göre değişmek üzere % 60-80 arasında olabilir. Yerfıstığı kapsülleri kök gibi vazife görürler. Kapsüller yetiştiği ortamdan çok az miktarda mağnezyum (Mg) ve fosfor (P) almalarına karşılık, önemli miktarda kalsiyum (Ca) alırlar. Gevşek yapılı topraklarda kapsül gelişimi daha iyi olur.

Tohum

Çiçeklerin tozlanmasından sonra oluşan ve uzayarak toprağa giren gineforların (meyve iğneleri) uçlarında bulunan embriyolar, toprakta gelişerek meyveye dönüşür ve her meyve kabuğu içinde tohumlar oluşmaya başlar. Yerfıstığı kapsülünde çeşitlere ve bakım şartlarına göre 1-4 arasında tohum bulunur, genellikle 2 adettir. Tohumun etrafını ince kağıt gibi bir tohum zarfı sarmıştır. Her tohumda iki etli kodiledon (simetri halinde tohumu oluşturan besin depoları) ve kotiledonların iç ve alt orta noktasında minyatür şeklinde embriyo bulunur. Embriyo, minyatür şeklinde 4-5 adet yaprak taslaklarından (plumul), hipokotilden ve birincil kök taslağından (kökçük) oluşur. Çimlenmeyle birlikte embriyodaki yaprak taslaklarının gelişmesi sonucunda sap ve yapraklar oluşur. Hipokotil ise kotiledonlarla birincil kök arasındaki kısım olup çimlenmeyle birlikte kök ile saplar arasındaki beyaz ve etli gövdeyi oluşturur. Embriyo kökçüğü tohumun dışında hafif çıkıntı oluşturur (Şekil 5.5).

Çeşitlere göre tohumların rengi, şekli ve iriliği gibi morfolojik özellikleri ile kimyasal içerikleri değişebilir. Tohum renkleri; açık pembe, pembe, açık kırmızı, kırmızı, beyaz, mor, kahverengi renklerinde veya bunların değişik tonlarında olabilir, genellikle açık pembe ya da açık kırmızı rengindedirler. Tohum şekilleri; silindirik, yuvarlak veya bu ikisi arasında olabilir. 1000 tane ağırlıkları 350-1000 gr arasında değişebilir. Meyvelerin (kapsüllerin) kabuk oranları % 20-40 arasında değişebilir. Tohum uzunluğu 9-24 mm ve eni ise 6-14 mm arasında olabilir. Genellikle koyu renkli tohumlar proteince ve açık renkli tohumlar ise yağca daha zengindir. Genellikle Spanish ve Valencia tipi çeşitler küçük, Virginia tipi çeşitler iri ve Runner tipi çeşitler ise bu ikisi arasında iriliğe sahiptir. Tohumda ortalama %45-55 yağ, %20-25 protein, %16-18 karbonhidrat ve %5 mineral madde bulunur.

Şekil 5.5 Yerfıstığında kapsül ve tohum yapısı

6. YERFISTIĞININ EKOLOJİK İSTEKLERİ

Yerfıstığı iklim ve toprak yapısı bakımından çok seçicidir. Yerfıstığı, tropik ve subtropik bölgelerde yetişebilen bir yazlık sıcak iklim bitkisidir. Isı ve güneşi fazlaca isteyen bir bitkidir. Yeterli sıcaklıkta 4.5-5 ayda olgunlaşır. Gelişme süresince günlük ortalama sıcaklıklar 20 ^{o}C'nin altına inmemelidir. Optimum sıcaklık isteği 28-33 ^{o}C'dir. Donma noktasının (0 C^{o}) altındaki sıcaklıklarda toprak üstü aksamlar zarar görür. Türkiye'de ekonomik anlamda yerfıstığı yetişme kuşağı Akdeniz ikliminin etkisinde kalan bölgelerdir. Türkiye'de, Ege ve Akdeniz Bölgelerinin sulanabilen kıyı ovaları başta olmak üzere, GAP Bölgesinde de büyük bir yerfıstığı ekim potansiyeli vardır. Yerfıstığının kurağa dayanımı iyi olmasına rağmen ekonomik bir yetiştiricilik için sulama yapılması gerekir.

Yerfıstığı ekim alanlarının artışını sınırlayan iklimden sonraki en önemli faktör toprak yapısıdır. Tarla bitkileri içinde yerfıstığı kadar toprak yapısının daha önemli olduğu başka bir bitki yoktur. Yerfıstığında, çiçeğin döllenmesinden sonra meydana gelen ginoforların (meyve sapları) toprağa rahatça girerek meyveyi oluşturabilmesi ve hasatta kayıpların az olması için toprağın gevşek yapıda olması yani kil oranının yüksek olmaması gerekir.

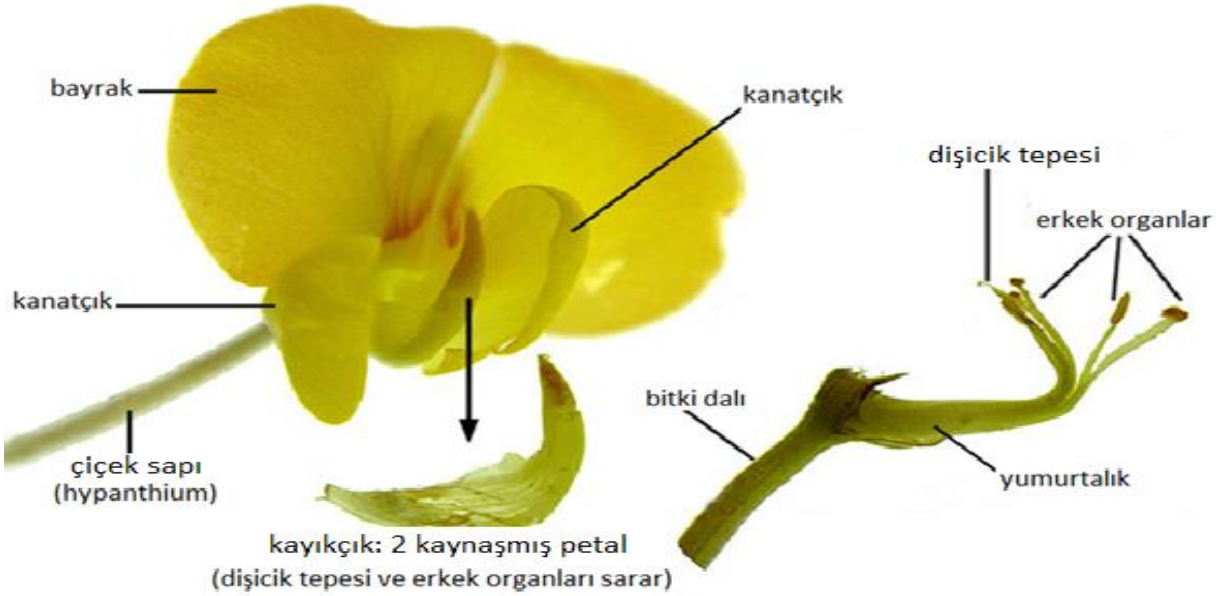
7. YERFISTIĞININ ÇİÇEKLENME, TOZLANMA VE DÖLLENME BİYOLOJİSİ

Çiçeklenme ekimden 25-45 gün sonra hem birincil hem de ikincil dallarda yaprak koltuklarında oluşur (Şekil 7.1). Yerfıstığı indeterminant bir bitki olduğu için çiçeklenme azalarak da olsa hasata kadar devam eder. Çiçeklenme aşağıdan yukarıya ve içten dışa doğru olur. Çiçeklenme basit veya bileşiktir ve her bir koltukta en fazla beş çiçek bulunur. Her koltukta yalnızca bir çiçek genellikle bir günde diğerleri diğer günlerde açar. Spanish ve Valancia tiplerinde ana dalda da çiçeklenme vardır ve ardışık olarak yani her yaprak koltuğunda çiçek oluşur. Virginia

ve Runner tiplerinde ise ana dalda çiçeklenme olmaz, yan dallarda ise sıralı çiçeklenme vardır yani iki koltukta çiçek oluşurken sonraki iki koltukta çiçek oluşmaz.

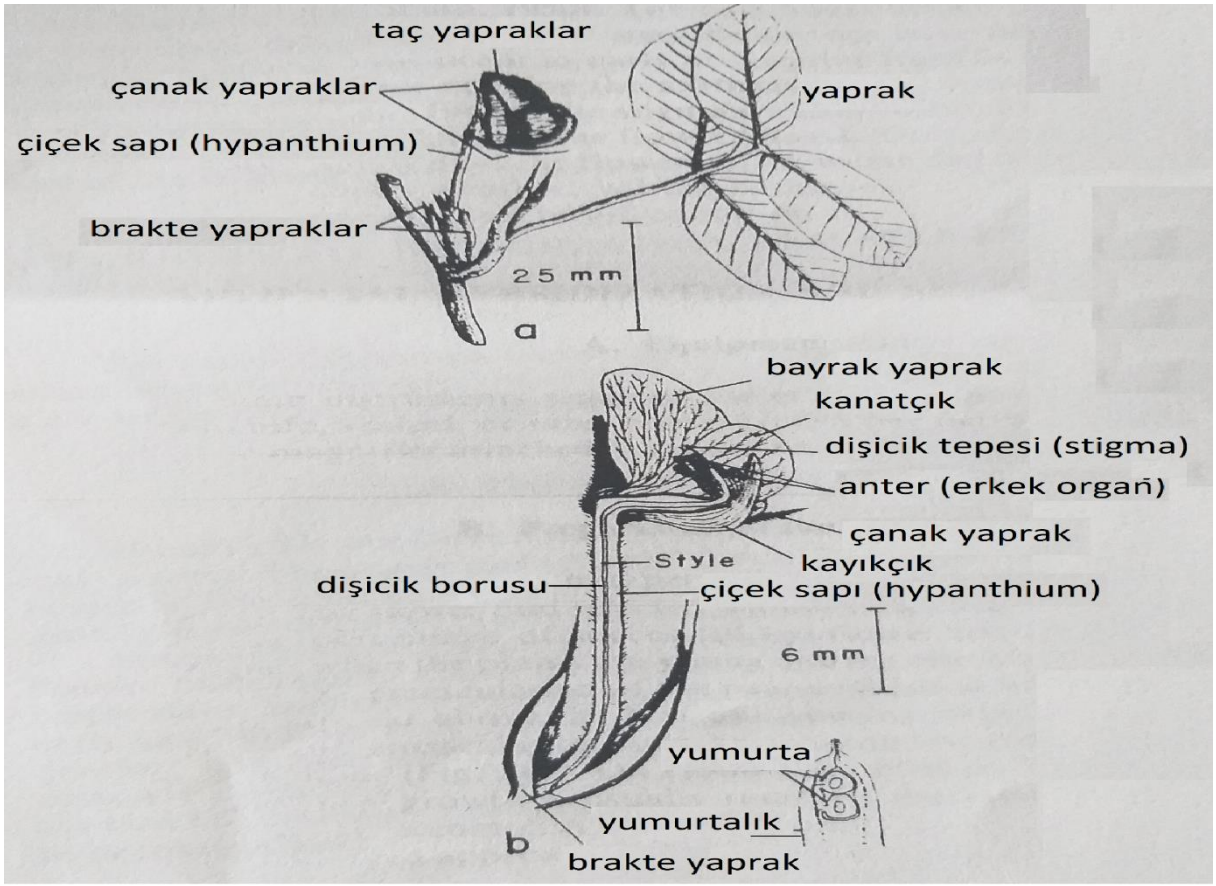
Şekil 7.1 Yeni çiçeklenmeye başlamış yerfıstığı bitkisi

Yerfıstığı baklagil bitkisi olduğu için tipik bir baklagil çiçeği yapısına sahiptir (Şekil 7.2). Çiçekler kelebek şeklindedir. Çiçek sapı çiçek açmadan önceki 12 ila 24 saat boyunca hızla uzar ve 5 cm veya daha fazla bir uzunluğa ulaşarak çanak yaprakla kapalı haldeki çiçek tomurcuğunu oluşturur. Çiçek açtıktan sonra taç yapraklar ortaya çıkar. Taç yapraklar (portakal sarısı renginde) dıştan içe doğru 1 bayrak, 2 kanatçık ve 2 kayıkçık yapraklarından oluşur. Çiçek açtığında bile erkek organlar (stamen) ve dişicik tepesi (stigma) kayıkçık yaprağı tarafından sarılıdır. Bayrak ve kanatçık yapraklarının rengi koyu turuncudan açık sarıya kadar değişir ve nadir durumlarda beyaz olabilir. Bayrak yaprağının ön yüzünde, genellikle daha koyu renkli veya bazı durumlarda bayrak yaprağının geri kalanından farklı bir renkte merkezi bir hilal alanı bulunur. Dişicik borusu çiçek sapının (hypanthium) içinde yumurtalık ise çiçek sapının tabanındadır. Yumurtalığın tabanında 2 adet brakte yaprak (renksiz) vardır (Şekil 7.3).



Şekil 7.2 Yerfıstığının çiçek yapısı

Çiçekler 10 adet erkek organ (stamen) içerir. Erkek organlardaki 5 anter (polen kesesi) ince uzun şekilli, geri kalanları ise daha küresel ve daha küçüktür. Bir veya daha fazla anter genellikle kısırdır (polen üretmez) ve gözlenmesi zordur. Anter kısırlığı, Spanish ve Valencia tiplerinde diğerlerine göre daha fazladır. Polenler genellikle çiçek açımından 6 ila 8 saat önce olgunlaşır ve çiçek açımında polen iki hücrelidir ve her bir hücre iki çekirdeğe sahiptir. Stigma (dişicik tepesi) ise çiçek açımından 12 saat önce polen kabul eder duruma gelir. Stigma (dişicik tepesi) genellikle anterler (polen keseleri) kadar uzun veya biraz daha kısadır. Tozlaşma çiçek açımından önce başladığı için ve erkek organlarla dişicik tepesi kayıçık yaprağı tarafından sarılı olduğu için yerfıstığı çiçekleri kendine tozlanır yani kendine döllenir. Ancak böcek ve rüzgar durumuna göre %0.1 ila %1oranında yabancı tozlaşma olabilmektedir. Bazı yabani türlerde yüzde 8'e varan oranda yabancı tozlanma meydana gelebilir. Tozlaşma (dişicik tepesine polenlerin yapışması), güneşin doğuşundan birkaç saat sonra ortaya çıkan çiçek açımı ile yaklaşık olarak aynı zamanda meydana gelir. Stigmatik yüzey (dişicik tepesi yüzeyi), polen yapışmasını destekleyen enzimler içerir ve çiçek açımından sonraki 8 saat içinde bu enzimler bozulur. Bu nedenle, yapay melezleme programlarında en başarılı işlem sabahın erken saatlerinde gerçekleşir. Kültürü yapılan *A. hypogaea*'nın ve aynı cins içindeki diğer tek yıllık türlerin geniş stigmatik (dişicik tepesi) yüzeyinin aksine, çok yıllık türlerin stigmaları (dişicik tepesi) daha küçük ve tüylerle çevrilidir ve bu durum alıcı yüzeye yapışabilen polen tanelerinin sayısını büyük ölçüde sınırlandırmaktadır. Bu durum, tek yıllık türlerin melezleme programlarında çok yıllıklara göre çok daha iyi ebeveynler olmasını sağlamaktadır. Çiçekler açtıktan 5-6 saat sonra taç yapraklar pörsür ve dökülür. Çiçek sapı ve dişicik borusu 5 güne kadar dökülmeden kalabilir.



Şekil 7.3 Yerfıstığının çiçek yapısı

Yerfıstığının yumurtalığı tek gözlüdür ve genellikle bir ila üç yumurtaya sahiptir. Herbir yumurtada 1 adet yumurta hücresi (n kromozomlu) ve 1 adet polar çekirdek (2n kromozomlu) bulunur. Dişicik tepesi (stigma) üzerine yapışan polen tanesi çimlenir. Daha sonta tüp çekirdeğini dişicik borusundan (style) ilerleterek generatif çekirdeklerini yumurtalığa ulaştırır. Generatif çekirdeklerden birisi yumurta hücresi ile döllenerek zigotu (2n), diğeri polar çekirdek ile döllenerek primer endosperm hücresini (3n) oluşturur. Zigotun gelişmesi ile embriyo ve primer endosperm hücresinin gelişmesi ile endosperm (besi doku) meydana gelir. Böylece döllenme sonucunda yumurtalıkta tohum taslağının gelişmesiyle tohum, yumurtalığın gelişmesiyle meyve (kapsül) meydana gelir. Her bir meyvede (kapsül) yumurta sayısı kadar (1-4) tohum meydana gelir.

Tozlaşma ve döllenmeden sonra meydana gelen zigot (embriyo), ginefor denen iğne şeklindeki uzantıların ucunda toprağa taşınır ve burada gelişerek meyveye dönüşür. Yumurtanın döllenmesiyle oluşan zigot üç ila dört kez bölündükten sonra (8 ila 16 çekirdekli bir yumurta ile sonuçlanır) bölünme durur, yumurtalığın tabanında bulunan bir meristem doku aktif hale gelir. Bu meristem dokunun hızla gelişmesiyle iğne şeklinde ve ucunda embriyo olmak üzere ginefor meydana gelir. Ginefor toprağa doğru ilerlemeye başlar ve gineforun en ucundaki kallus denilen sert tabaka sayesinde 3-15 cm kadar toprağa girer ve sonra uzaması durur ve daha sonra gineforun ucundaki embriyo tekrar bölünmeye başlayarak gineforun ucu şişmeye başlar ve böylece meyve (kapsül) oluşmaya başlar. Tozlaşmadan 16-17 gün sonra meyveler oluşmaya başlar.

Bir yerfıstığı bitkisi 500-1000 adet arasında çiçek oluşturur. Ancak bu çiçeklerin %50-75'i döllenerek ginofora (meyveyi oluşturan iğne şeklindeki uzantılar) ve ginoforların da %8-13'ü toprağa girerek meyveye dönüşür.

8. YERFISTIĞININ ÖNEMLİ ÖZELLİKLERİ VE KALITIM DURUMU

Yerfıstığında özelliklerin kalıtımı ile ilgili yapılan çalışmalarda çoğu zaman bir özellik için farklı sonuçlar ortaya çıkmıştır. Örneğin bir özellik için bazı araştırmalarda birkaç genle kontrol edildiği ortaya çıkarken bazı araştırmalarda ise çok genle kontrol edildiği ortaya çıkmıştır. Burada farklı kaynaklardan derlenen genel kabul görmüş sonuçlar verilmektedir (Wynne ve Coffelt, 1982; Wynne ve Gregory, 1981; Patil ve Salunke, 2014; Singh ve Oswalt, 1991). Bu bilgiler tam olarak gerçeği yansıtmayabilir. Yerfıstığında ekonomik öneme sahip bazı özelliklerin kalıtımı hala tam olarak aydınlatılamamıştır.

Yerfıstığında kantitatif (çok genle kontrol edilen) özelliklerin kalıtımı ile ilgili bilgiler yetersizdir. Bu nedenle ıslah çalışmalarında bu konuda tahminler yapmak zordur. Yerfıstığı allotetraploid yani iki ayrı kromozoma sahip olduğu için kantitatif özelliklerde epistatik etkiler önemli orandadır.

Sap ve kök özellikleri

Yerfıstığında dallanma özelliği dallanmama özelliği üzerine baskın olup tek genle kontrol edilmektedir.

Virginia-Runner tipi bitkilerin sahip olduğu alternatifli çiçeklenme modeli (ana sapta çiçeklenme olmaz, yan dallarda ise arka arkaya gelen iki yaprak kotluğunda çiçeklenme olur ve sonrasındaki arka arkaya gelen iki yaprak koltuğunda çiçeklenme olmaz), Spanish-Valencia tipi

bitkilerin sahip olduğu sıralı çiçeklenme modeline (ana sapta çiçeklenme olur, ana ve yan saplarda her yaprak koltuğunda çiçeklenme meydana gelir) baskın olup tek genle kontrol edilmektedir.

Yerfıstığında yatık gelişme formu dik gelişme formu üzerine baskın olup genellikle 2 gen tarafından kontrol edilmektedir. Yatık gelişme formu yarı yatık gelişme formuna baskın olup tek genle kontrol edilmektedir. Bazı çalışmalarda stoplazmik genlerin de etkili olduğu belirtilmiştir.

Koyu ya da mor sap rengi açık renge baskındır, tek genle kontrol edilmektedir.

Sap tüylülüğü tüysüzlüğe baskındır, tek genle kontrol edilmektedir.

Bazen sıra dışı olarak ortaya çıkan cücelik mutantı 1 veya 4 çekinik genle kontrol edilmektedir.

Bazen sıra dışı olarak ortaya çıkan köklerde azot bağlayan nodüllerin oluşmaması durumu, 2 çekinik genle kontrol edilmektedir.

Köklerde nodül oluşumu 3 genle kontrol edilir.

Yaprak damarlarının kırmızı olması olmamasına baskındır.

Yaprak özellikleri

Yapraklarda hypogaea alt türündeki koyu yeşil rengi, fastigata alt türündeki açık yeşil rengi üzerine baskın veya eskin baskındır, tek genle kontrol edilmektedir.

Yapraklarda albinizm (renksizlik), iki çift lokusun 3. lokus ile epistatik etkisiyle ortaya çıkar.

Yaprak şekilleri çok genle kontrol edilir.

Yaprak sayısı, yaprak genişliği, kotiledonal sap ile ilgili özelliklerde stoplazmik genler de etkili olmaktadır.

Koyu ve mor sap rengi açık ve yeşil sap rengine baskındır, 1 genle kontrol edilmektedir.

Fizyolojik özellikler

Olgunlaşma durumu bakımından geççilik erkencilik üzerine baskındır veya eksik baskındır, 1 gen tarafından kontrol edilmektedir.

Erkencilik ile tohum ağırlığı arasında negatif bir ilişki vardır.

Çiçek özellikleri

Koyu sarı çiçek rengi açık sarı çiçek rengi üzerine baskındır, 3 genle kontrol edilmektedir.

Portakal sarısı çiçek rengi beyaza eksik baskındır.

Sarı çiçek rengi beyaza baskındır, gen duplikasyonları ya da eklemeli gen etkisi ile belirlenir.

Çiçekteki bayrak yaprakta mor hilallerin bulunması bulunmamasına baskındır ve 2 genle kontrol edilmektedir.

Çiçekteki kanatçık yaprakta kayık şekli daha geniş kepçe şekline baskındır ve tek genle kontrol edilmektedir.

Çiçeklerde sterilite (döllenme olmaması) 1 veya 3 çekinik genle kontrol edilmektedir.

Bitki başına çiçek sayısında tamamlayıcı gen etkileri etkili olmaktadır.

Kapsül (meyve) özellikleri

İri kapsül özelliği küçük kapsül üzerine baskındır, 3 veya 5 genle kontrol edilmektedir.

Derin kapsül ağsılığı yüzeysel ağsılığa baskındır, tek genle kontrol edilmektedir.

Gagasız kapsül özelliği gagalı kapsüle baskındır, tek genle kontrol edilmektedir.

Kapsül başına 3'den az tohum sayısı 3 ve daha fazla tohum sayısına baskıntır, tek genle kontrol edilmektedir.

Kapsül boğumluluğu boğumsuzluğa baskındır, 3 farklı gen ve 1 sitoplazmik faktörün tamamlayıcı çift etkileri ile ortaya çıkmaktadır.

İnce kabukluluk kalın kabuğa baskındır, 5 genle kontrol edilmektedir.

Kapsül tüylülüğü tüysüzlüğe baskın olup eklemeli 2 gen çifti tarafından belirlenmektedir.

100 tohum ağırlığı, kapsül uzunluğu, kapsül eni, kapsül uzunluğunun ene oranı özelliklerinin kalıtım dereceleri daha yüksek bulunmuştur (0.71-0.90).

Kapsül sayısı, kapsül ağırlığı, tohum sayısı, tohum ağırlığının kalıtım dereceleri düşük bulunmuştur.

Başka bir çalışmada bitki başına kapsül sayısının kalıtım derecesi yüksek bulunmuş ve verimle pozitif korelasyon gösterdiği belirlenmiştir. Bu nedenle bitki başına kapsül sayısının verim için yapılan seçimlerde iyi bir kriter olacağı belirtilmiştir.

Tohum özellikleri

Uzun tohum şekli oval tohum şekli üzerine baskındır, 2 genle kontrol edilmektedir.

Uzun tohum şekli kısa veya yuvarlak tohuma baskındır, iki genle kontrol edilmektedir.

Buruşuk tohum özelliği tek çekinik genle kontrol edilmektedir.

Tohum rengi üzerine en az 3 gen çifti etki etmektedir. Bunların birbirleriyle etkileşimleriyle beyaz, ten, kırmızı, mor gibi renkler ortaya çıkmaktadır.

Ten rengi tohum kabuğu saf beyaza baskındır.

Kırmızı tohum rengi diğer renkler üzerine baskındır, 3 genle kontrol edilmektedir.

Mor tohum rengi ten rengi üzerine eksik baskındır.

İri tohum özelliği küçük tohuma baskındır, beş çift gen tarafından kontrol edilir, dördü eş yönlü etkidedir.

İç oranı, eklemeli ve eklemeli olmayan gen etkileriyle belirlenmektedir.

100 tohum ağırlığı eklemeli gen etkisiyle belirlenmektedir.

Tohum dormansisi baskın bir özellik olup 1 genle kontrol edilmektedir.

Tohum kabuğu pürüzlülüğü veya ağsılığı baskın bir özellik olup çekinik epistatik etkili iki gen çifti tarafından kontrol edilmektedir.

Tohum kabuğu çatlaklığı 2 çekinik gen tarafından kontrol edilmektedir.

Biyokimyasal özellikler

Yerfıstığında biyokimyasal özelliklerin kalıtımı orta ve yüksek geniş anlamlı kalıtım derecesine sahiptir.

Tohumda yağ ve protein oranının kalıtım dereceleri sırasıyla 0.52 ve 0.64 olarak bulunmuştur.

Yağ oranı, yağ asitleri, protein oranı, amino asit içerikleri kantitatif (çok genle) olarak belirlenir.

Protein oranına göre amino asitlerin kalıtım derecesi değeri daha yüksektir. Örneğin arginin amino asitinin genetik kontrolünde iki çift allel gen görev alır ve 0.6'nın üzerinde geniş anlamlı kalıtım derecesi tahmin edilmektedir.

Tohumda yağ ile protein arasında negatif bir ilişki vardır.

Yağ oranı ile tohum ağırlığı, tohum yüzey alanı, tohum küresellik derecesi ve tohum gözenekliliği arasında pozitif ilişki bulunmuştur.

Yerfıstığı yağının iyot değerinin (yağların doymamışlık özelliği olup 100 kısım yağın bağladığı iyodun ağırlığı olarak bulunur) birkaç eklemeli genin kontrolünde olduğu ve yüksek kalıtım verdiği belirlenmiştir.

Düşük yağ içeriği yüksek yağ içeriğine baskındır, çok genle kontrol edilmektedir.

Yüksek oleik asit özelliği 2 çift çekinik gen tarafından kontrol edilir.

Yüksek protein içeriği düşük protein içeriğine baskındır, çok genle kontrol edilmektedir.

Çözülebilir şekerler eklemeli gen etkileriyle belirlenmektedir.

Hastalıklara ve zararlılara dayanıklılık

Yerfıstığı rozet virüsüne (groundnut rosette virüs, GRV) dayanıklılık 2 çift etkili çekinik gen tarafından kontrol edilmektedir.

Erken ve geç yaprak leke hastalıklarına (*Cercospora arachidicola* ve *Cercosporidium persanatum*) dayanıklılık birbirinden farklı çekinik çok genle kontrol edilmektedir. Sitoplazmik olmayan ana ebeveynden gelen özellikler de bu dayanıklılıkta etkilidir.

Yerfıstığı pası hastalığına (*Puccinia arachidis*) dayanıklılık 2 çekinik genle kontrol edilmektedir.

Yerfıstığında Verticillium solgunluğu hastalığına (*Verticillium dahliae*) dayanıklılık tek çekinik genle kontrol edilmektedir.

Sclerotinia yanıklığı hastalığına (*Sclerotinia minör*) dayanıklılıkta stoplazmik gen faktörleri etkili olmaktadır.

Yabani tür olan *A. Cardenasii*'den kültürü yapılan çeşitlere aktarılan kök ur nematoduna dayanıklılık baskın bir özellik olup 1 genle kontrol edilmektedir.

Stoplazmik kalıtım özellikleri

Virginia ile Spanish tipleri arasındaki resiprokal (karşılıklı) melezlemelerde ilk çiçeklenme gün sayısı, bitki boyu, bitki başına kapsül sayısı ve kapsül ağırlığı bakımından farklılıklar ortaya çıkmıştır. Valencia ile Spanish tipleri arasındaki resiprokal melezlemelerde bitki boyu, kapsül sayısı, ginefor sayısı ve kapsül ağırlığı bakımından farklılıklar ortaya çıkmıştır. Her iki durumda da Spanish hatları ana olarak kullanıldığında tüm özellik ortalamaları daha yüksek olmuştur. Tüm bunlar alt türler arasındaki anadan gelen stoplazmik genlerin etkisini göstermektedir.

Verim

Verim çok genle kontrol edilen bir özellik olup kalıtım derecesi düşüktür. Verimde ortaya çıkan genetik varyabiliteye bakıldığında büyük çoğunlukla genel uyuşma yeteneğinin özel uyuşma yeteneğinden daha büyük olduğu ve bu sonuçlardan yerfıstığında verimin ortaya çıkmasında eklemeli gen etkisinin daha önemli olduğu rapor edilmektedir.

Bazı özellikler (bitki başına kapsül ve tohum sayısı, iç oranı, 100 tohum ağırlığı gibi) verim ile pozitif korelasyon gösterse de, açılan materyallerde yapılan seleksiyonlarda verim ile diğer verim unsurlarına göre yapılacak seleksiyon, sadece verim için yapılan seleksiyondan üstün bulunmamıştır.

Verimi belirleyen özelliklerden olan bitki başına kapsül sayısı ve ağırlığı, bitki başına tohum sayısı ve ağırlığı, kapsül ve tohum iriliği, iç oranı ve 100 tohum ağırlığı arasında pozitif ilişki vardır. Bitki başına kapsül sayısı ile tohum iriliği arasında negatif ilişi vardır.

Verim ile ilk ve ikinci dal sayısı ve ilk ve ikinci dal uzunlukları, olgun kapsül sayısı ve iç oranı arasında güçlü bir ilişki vardır.

9. YERFISTIĞI ISLAH ÇALIŞMALARI

9.1. Türkiye'de Yerfıstığı Islah Çalışmaları ve Geliştirilen Çeşitler

Yerfıstığı ülkemizde ilk kez 1908'de İstanbul Halkalı Ziraat Mektebi'nde denemeye alınmıştır. Daha sonra Antalya'da Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde (BATEM) denenmeye başlanmıştır. BATEM'de 1950-1979 arasında ülkesel bazda olmayan yerfıstığı çalışmaları yapılmıştır. BATEM'in program merkezi olduğu, 1978-1983 arasında Ege, Çukurova ve Güneydoğu Tarımsal Araştırma Enstitülerinin de dahil olduğu, 1982 sonrasında "2. Ürün Tarımı Araştırma ve Yayım Projesi" adını alan "İkinci Ürün Araştırmaları Projesi" kapsamındaki "Yerfıstığı Araştırmaları Projesi" çalışmaları 1994'e kadar sürdürülmüştür. 1994-2004 arasında ülkesel kapsamda olmayan "Akdeniz Bölgesi Yerfıstığı Araştırmaları Projesi" kapsamında çalışmalar sürdürülmüştür. 2004'ten sonra ise BATEM'in koordinatör olduğu "Ülkesel Yerfıstığı Entegre Ürün Yönetimi Araştırmaları Projesi" kapsamında "Batı Akdeniz Bölgesi Yerfıstığı Araştırmaları Projesi" adıyla çalışmalara devam edilmektedir. BATEM'deki bu çalışmalar sonucunda 6 adet yerfıstığı çeşidi (NC-7, BATEM-5025, Çom, Gazipaşa, BATEM-Cihangir, Florispan) tescil ettirilmiştir ve 650 kadar hat geliştirilmiştir.

NC-7 çeşidi 1991 yılında introdüksiyon yöntemiyle (ABD'den) geliştirilmiş olup ülkemizde yaklaşık %90 ekiliş oranıyla en yaygın ekilen satandart bir çeşittir. 400-450 kg/da verim potansiyeline, %70-75 iç oranına, 900-950 gr 1000 tane ağırlığına, açık pembe-iri-silindirik taneye, yarı yatık gelişme formuna ve çok iyi çerezlik kalitesine sahip olan bir çeşittir (Şekil 9.1.1.). NC-7 çeşidi demir noksanlığına hassastır. Piyasada sertifikalı tohumluk olarak üretilip satılmaktadır.

Şekil 9.1.1 NC-7 çeşidi

2005 yılında seleksiyon yöntemiyle geliştirilen BATEM-5025 çeşidinin tüm özellikleri NC-7'ye benzerdir, verim potansiyeli NC-7'den biraz daha fazladır.

Seleksiyon yöntemiyle 1986 yılında tescil ettirilen Gazipaşa ve Çom çeşitlerinin tüm özellikleri birbirine benzerdir (Şekil 9.1.2). Bunların verim potansiyelleri, iç oranları, 1000 tane ağırlıkları NC-7'den daha düşük olduğu için ekiliş alanları yoktur. Tohumları açık kırmızı ve silindirik ve hafif topak yapıdadır. NC-7'e göre sapların gelişme formu daha diktir. Bu çeşitlere benzer özellik gösteren çiftçi popülasyonlarının geleneksel olarak üretimleri devam etmektedir.

Şekil 9.1.2 Gazipaşa çeşidi

İntrodüksiyon yöntemiyle (Hindistan'dan) geliştirilerek 2013 yılında tescil ettirilen BATEM-Cihangir çeşidinin verim potansiyeli NC-7'den biraz daha iyi olmasına karşın, iç oranı ve 1000 tohum ağırlığının daha düşük olması dezavantajlarıdır. Bu çeşidin sap yapısı ve tohum şekli Çom çeşidine ve tohum rengi NC-7'ye benzemektedir. Henüz ekim alanı yoktur.

1986 Yılında introdüksiyon yöntemiyle geliştirilen Florispan çeşidi ülkemizdeki tek Spanish tipi yağlık çeşittir (Şekil 9.1.3). Diğer çeşitlerin hepsi Virginia tipi çerezlik çeşitlerdir. Sapların gelişme formu tam diktir, yapraklar iri ve sarımtırak renktedir, diğer çeşitlerden 3 hafta kadar daha erkencidir, gineforları daha güçlü olduğundan makinalı hasata daha uygundur, iç oranları NC-7 kadar olsa da 1000 tane ağırlıkları 400-450 gr kadardır. Çerezlik kalitesi ve verimi biraz daha düşük olduğu için henüz ekim alanı yoktur. Daha ağır bünyeli topraklarda ve vejetasyon süresi daha kısa yerlerde diğer çeşitlerden daha avantajlı olduğundan ileride bu tip yerlerde ekilebileceği düşünülmektedir.

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nde yıllardır başarılı ıslah çalışmaları yürütülmektedir. Bu çalışmalar sonucunda 5 adet yerfıstığı (Halisbey, Sultan, Osmaniye-2005, Arıoğlu-2003 ve Masal) çeşitleri tescil ettirilmiştir. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nde de yıllardır yerfıstığı ıslah çalışmaları devam etmektedir.

Şekil 9.1.3 Florispan çeşidi

Halisbey çeşidi 2006 yılında melezleme yöntemiyle geliştirilmiş olup kabuklu verimi NC-7'den önemli ölçüde daha fazladır (Şekil 9.1.4). Ancak bu çeşidin kalın kabuklu olması nedeniyle iç oranı %60 gibi düşük olması en önemli dezavantajıdır. 1000 tane ağırlığı NC-7 ile aynıdır, tohum rengi NC-7'den biraz daha koyu olup tohum şekli ve iriliği NC-7 ile aynıdır. Sapların gelişme formu NC-7'den daha diktir, demir noksanlığı ve kuraklığa dayanımı NC-7'den daha iyidir. Piyasada sertifikalı tohumluk olarak üretilip satılmaktadır. Ekim alanları yeni yeni artmaktadır. Ürün olarak piyasada NC-7'den biraz daha düşük fiyata satılmaktadır.

Şekil 9.1.4 Halisbey çeşidi

Melezleme ile 2006 yılında tescil ettirilen Sultan, melezleme ile 2005 yılında tescil ettirilen Osmaniye-2005, introdüksiyonla 2003 yılında tescil ettirilen Arıoğlu-2003 ve melezleme ile

2020 yılında tescil ettirilen Masal çeşitlerinin tüm özellikleri Halisbey çeşidine benzemektedir. Osmaniye-2005 çeşidi sadece tohum renginin tam kırmızı olmasıyla (Türkiye'de tam kırmızı renkli tek çeşit) Halisbey'den farklıdır (Şekil 9.1.5). Masal çeşidinin ise yüksek oleik olması (%80'in üzerinde oleik asit içermesiyle Türkiye'de tek yüksek oleik çeşit) bakımından Halisbey'den farklıdır.

Adana'da Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 1978'den itibaren yerfıstığı ıslah çalışmaları (bir dönem kesintiye uğramış) devam etmektedir. Bu çalışmalar sonucunda 2018 yılında seleksiyon yöntemiyle Ayşehanım adıyla 1 adet yerfıstığı çeşidi tescil ettirilmiştir. Bu çeşidin tüm özellikleri NC-7'e benzerdir. Ekim alanlarının arttırılması için bazı çalışmalar yapılmaktadır.

Ülkemizde yerfıstığı ıslahı konusunda özel sektör tarafından bir çalışma yoktur. Sadece bir özel sektör tarafından 2016 yılında introdüksiyon yöntemiyle Peggy çeşidi tescil ettirilmiş ancak arkası gelmemiştir. Ekim alanı olmayan bu çeşidin tüm özellikleri NC-7'e benzerdir.

Osmaniye'de Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün 2015 yılında kurulmasından itibaren konu araştırma enstitüsü olarak yerfıstığı ıslah çalışmalarına başlanmıştır. Yeni bir enstitü olarak genç kadrosuyla ıslah çalışmaları başarılı bir şekilde devam etmektedir. Bu kapsamda şimdiden 2.000 civarında yerfıstığı hattı toplanmıştır.

9.2. Dünyada Yerfıstığı Islah Çalışmaları

Dünyada yerfıstığı ıslah çalışmalarında yaklaşık 100 yıllık geçmişiyle önde gelen ülke ABD'dir. Yerfıstığı genetik kaynakların toplanması, korunması, değerlendirilmesi ve diğer ülkelerle paylaşımı ABD'de öncelik konular olmuştur. Yabani türlere ait hatlar da dahil olmak üzere 7.432 yerfıstığı hattının bulunduğu Georgia Griffin'de bulunan ulusal germplazm kolleksiyonu için tam zamanlı yerfıstığı görevlileri bulunmaktadır. North Carolina, Oklahoma ve Texas'ta yerfıstığı yabani türlerinin yerfıstığı ıslahında kullanımı ile ilgili çalışmalar vardır. Üniversite ve Tarım Bakanlığına bağlı Florida, Georgia, Oklahoma, Kuzey ve Güney Carolina, Texas, New Mexico, Alabama ve Virginia'daki eyalet deneme istasyonlarında ve 2 özel şirket

tarafından çok sayıda yerfıstığı çeşidi tescil ettirilmiştir ve her yıl çeşit sayısı artmaktadır. Tescil ettirilen çeşitlerin %99'u Tarım Bakanlığı (USDA) ve üniversitelere aittir.

ABD'de Tarım Bakanlığına bağlı isminde yerfıstığının geçtiği 2 araştırma enstitüsü vardır. Bunlar; Oklohama'da "Wheat, Peanut and Other Field Crops Research" ve diğeri ise Georgia'da "National Peanut research Laboratory". Florida'da 1928'de başlayan ıslah çalışmaları sonucunda günümüze kadar çeşitlerin verim potansiyellerinde %100'e kadar artışlar sağlanmıştır. 1980'lerden itibaren hastalık ve zararlılara (*Aspergillus* spp., domates lekeli solgunluk, nematotlar, yaprak leke hastalıkları, *sclerotinia* ve *cylindrocladium* siyah çürüklük) dayanıklılık konusunda ıslah çalışmalarına başlanmış ve şu anda pek çok proğramın önceliği haline gelmiştir. ABD'de değişik araştırıcılar tarafından yerfıstığı ıslahında moleküler tekniklerin geliştirilmesi ve somatik embriyogenesis ile ilgili araştırmalara devam etmektedir. Yerfıstığı ıslahında moleküler tekniklerin en çok kullanıldığı ülke ABD'dir. Başka canlılardan yerfıstığına gen transferiyle ilgili çalışmalar vardır ve bu konuda *Sclerotonia minör* hastalığına dayanıklı çeşit geliştirilmiştir. Günümüzde hastalık ve zararlılara dayanıklılığın yanında yüksek oleik çeşit geliştirmek öncelik haline gelmiş ve pek çok yüksek oleik çeşit geliştirilmiştir. ABD'de yerfıstığı üreticileri çok iyi örgütlenmişlerdir. 13 yetiştirici, 44 imalatçı, 15 işleyici, 112 bağlı üyelerin birleşimiyle American Peanut Consil (APC) oluşturulmuştur. Bu birlikler tarafından araştırma merkezlerindeki projelere maddi destek sağlanmaktadır. (Isleib ve ark., 1994).

Dünyada yerfıstığı araştırmaları konusunda en önemli merkezlerden biri Hindistan'da bulunan The International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT)'tır. ICRISAT, diğer birçok uluslararası araştırma merkezi ile birlikte, Ford ve Rockefeller vakfının liderliğinde ve yardımıyla kurulan CGIAR (The Consultative Group for International Agricultural Research)'a bağlıdır. ICRISAT, 1971 yılında kurulmuş olup 1976 yılında buraya yerfıstığı da dahil edilmiştir. ICRISAT'ta şimdiye kadar yabani türler de dahil 15.870 adet dünyanın en büyük yerfıstığı genotipi toplanmış ve korumaya alınmıştır. Bu genetik materyaller diğer ülkelerdeki araştırma merkezleriyle de paylaşılmaktadır. ICRISAT'da yapılan melezleme, mutasyon, türler arası melezleme, MAS seleksiyonlarıyla biyotik ve abiyotik streslere dayanıklı, erkenci, verimli, yağ oranı yüksek, yüksek oleik hat ve çeşit geliştirilmiştir. Geliştirilen bu çeşit ve hatların birçoğu, ICRISAT'ın işbirliği yaptığı pek çok Afrika ve Asya ülkelerinde de denenerek oralarda da tescil ettirilmiştir. Ayrıca, Hindistan Tarım Bakanlığı ve üniversitelerde yerfıstığı araştırmaları yürütülmektedir (Anonim, 2021b).

Dünyanın en büyük yerfıstığı üreticisi olan Çin'de yerfıstığı ıslahı konusunda büyük çalışmalar yapılmaktadır. Çin'in kuzeyinde yer alan ve Çin'in en büyük yerfıstığı üreticisi ili olan Shandong'da bulunan Yerfıstığı Araştırma Enstitüsü'nde (Peanut Research Institute) 1959 yılından beri yerfıstığı ıslahı araştırmalarına devam edilmektedir. Çin'in orta bölgesinde yer alan Wuhan'daki Yağlı Tohumlu Bitkiler Araştırma Enstitüsü'nde (Oil Crops Research Institute) yerfıstğı ıslah çalışmaları yürütülmektedir. Bu enstitüde 4.350 adet yerfıstığı genotipi toplanarak korumaya alınmıştır. Bunların 30'u yabani türlerdir. Spanish tipi çeşitlerin daha çok yetiştirildiği Çin'in güneyindeki Guangdong'da bulunan Endüstri Bitkileri Araştırma Enstitüsü'nde (Industrial Crops Research Institute) yerfıstığı araştırmaları yürütülmektedir. Bu araştırma enstitüleri arasındaki işbirliği ve ayrıca Hindistan'daki ICRISAT ile olan işbirliği sonucunda biyotik ve abiyotik streslere dayanıklı, verimli, erkenci, yüksek yağ içeren, yüksek oleik, yüksek protein içeriğine sahip pek çok hat ve çeşit geliştirilmiştir. Çin, ABD'den sonra yerfıstığı ıslahında moleküler tekniklerin en çok kullanıldığı ülkedir.

Avustralya'da yerfıstığı ıslahında önemli çalışmalar vardır. Avustralya'da yerfıstığının işlenmesi ve pazarlanması konusunda faaliyet gösteren The Peanut Company of Australia (PCA) firması tarafından başlatılan yerfıstığı ıslah çalışmalarında erkenci, kurağa dayanıklı, verimli ve yüksek oleik çeşitler geliştirilmiştir.

Yerfıstığının gen merkezi olan Güney Amerika'da Arjantin, Brezilya, Bolivya, Paraguay ve Uruguay'ın 1990'da bir araya gelmesiyle PROMANI (pro: proğram; mani: yerfıstığı) ortak yerfıstığı araştırmaları başlatılmıştır. Arjantin ve Brezilya'daki yerfıstığı ıslah çalışmaları 1980'den sonra yoğunluk kazanmıştır. Arjantin ve Brezilya'nın kendi aktif proğramları vardır, diğer PROMANI ülkelerinde ise yerfıstığı ıslah çalışmaları introdüksiyon ve seleksiyona dayanmaktadır. Dünyada en büyük 3. yerfıstığı ihracatçısı olan Arjantin'de üretimin önemli bir kısmı geliştirilen yüksek oleik çeşitlerdir.

Afrika ülkelerinden Burkina Faso, Senegal, Nijerya, Uganda, Tanzanya, Zambia, Zimbabve, Malavi, sudan ve Zaire'de yerfıstığı ıslah çalışmalarına sömürge dönemlerinde İngilizler ve Fransızlar tarafından başlanmıştır. Ancak bağımsızlık dönemlerinden sonra değişik nedenlerden dolayı bu çalışmalar sekteye uğramıştır. ICRISAT gibi uluslararası kuruluşların desteğiyle yerfıstığı ıslah çalışmaları yeniden canlandırılmaya çalışılmıştır. Örnek olarak bu çalışmalar sonucunda, bir zamanlar pek çok Afrika ülkesinde yerfıstığının silinmesine neden olan yerfıstığı rozet virisü (groundnut rosette virüs) hastalığına karşı dayanıklı çeşitler geliştirilmiştir.

Ayrıca; Japonya, Kore, Pakistan, Tayland, Vietnam, Endonezya, Filipinler gibi ülkelerde de ülkemizde olduğu gibi yerfıstığı ıslah çalışmaları vardır (Isleib ve ark., 1994).

10. YERFISTIĞI ISLAH AMAÇLARI VE YAPILAN BAZI ÇALIŞMALAR

10.1. Verim

Son 57 yılda dünya ve Türkiye kabuklu yerfıstığı verimi yaklaşık olarak 2 kat artmıştır (FAOSTAT, 2021). Bu artışta sulama, gübreleme, pestisit, mekanizasyon gibi diğer unsurların yanında; duruma göre değişmek üzere üstün verimli çeşitlerin kullanımının da ortalama %25 gibi payı vardır. Ülkemizde Gazipaşa ve Çom çeşitlerine benzer yerel populasyonlardan oluşan çeşitlerle yapılan üretimlerde dekara 300-400 kg olan verimler, 1990'dan sonra NC-7 ve 2005 yılından sonra Halisbey gibi çeşitlerin kullanılmasıyla 450-500 kg'a kadar çıkmıştır. ABD'de son 100 yılda verimler 4 kat kadar artmıştır, bu artışta 1960 ve özellikle 2000 yılından sonra geliştirilen çeşitlerin (Georgia-06G, Florida-07, Georgia-07W, Georgia Greener, Tifguard gibi) payı vardır (Tillman, 2015).

Bu verim artışlarına rağmen hala ıslah çalışmalarında en önde gelen amaç verimdir. Ancak son yıllarda ıslah çalışmalarıyla verim artışında azalmalar vardır. Bundan dolayı verimin yanında biyotik ve abyotik streslere dayanıklılık, kalite gibi amaçlar öne geçmeye başlamıştır. Verimli olmayan bir çeşit diğer özellikler bakımından üstün olsa bile tutma şansı çok azdır.

Verim için belirlenen kalıtım derecesi değerleri genelde düşük çıkmaktadır. Genetik kontrolünde kantitatif etkili pek çok eklemeli (aditif) gen rol oynamaktadır. Verim ile çevre interaksiyonu yüksek olup stabil veya her çevreye özgü çeşitlerin geliştirilmesi önem arz etmektedir. Diğer bitkilerde olduğu gibi yerfıstığında da genetiksel olarak verim özelliği bitki gelişimi süresince pek çok özelliğin karşılıklı etkileşimleri sonucu ortaya çıkar. Yerfıstığında

verimi etkileyen başlıca morfolojik özellikler; ana sap uzunluğu, primer ve sekonder dal sayısı, primer ve sekonder dal uzunluğu, dallarda kapsül bağlayan boğum sayısı, çiçek sayısı, ginefor sayısı, bitki başına kapsül sayısı ve kapsül ağırlığı, bitki başına tohum sayısı ve tohum ağırlığı, 100 tane ağırlığı ve iç oranıdır. Islah çalışmalarında bu özelliklere göre çalışılması büyük kolaylık sağlar ve başarı şansını arttırır. Bu özellikler arasındaki doğrudan ve dolaylı ilişkilerin korelasyon, path, step-wise gibi yöntemlerle belirlenmesi de çoğu zaman gerekli olmaktadır. Yüksek verimli çeşit geliştirmede en fazla bitki başına kapsül ve tohum sayısı ile bitki başına kapsül ve tohum ağırlığı seçilmektedir. Kapsüllerin % iç oranı da önemli bir seleksiyon kriteridir. 100 tane ağırlığının toplam verime etkisi yoktur (Baydar, 2018).

Duncan ve ark. (1978), yerfıstığında verim oluşumunda rol oynayan başlıca üç önemli fizyolojik özellik olarak: vejetatif ve generatif organlar arasındaki asimilat dağılımı, kapsül dolum peryodunun uzunluğu ve günlük kapsül oluşturma oranı şeklinde sıralamıştır. Günlük üretilen asimilat maddelerinin çoğunu meyve için harcayan genotiplerin belirlenebilmesi yüksek verimli çeşit geliştirmede daha önemli olmaktadır. Yerfıstığında kapsül kuru ağırlığının diğer tüm bitki parçalarının toplam kuru ağırlığına oranlanmasıyla saptanan hasat indeksi Coffelt ve ark. (1989) tarafından etkili bir metot olarak gösterilmiştir. Wells ve ark. (1991) ise daha kısa ana sap uzunluğuna ve daha yüksek hasat indeksine sahip çeşitlerin daha yüksek verimli olduklarını saptamışlardır.

10.2. Kalite

Ülkemizde yerfıstığının tamamına yakını çerezlik olarak tüketildiği için görünüm, lezzet, iç oranı, 100 tane ağırlığı gibi özellikler bakımından çerezlik kalitesi yüksek çeşitler piyasada daha çok tercih edilmektedir. Üreticiler için kapsül yani meyve verimi önemliyken, tüccarlar ve sanayiciler için iç oranı yüksek çeşitler daha önemlidir. Bu bakımdan % iç oranının %70 ve üzerinde olması istenmektedir. Tüketiciler bakımından 100 tane ağırlığı daha yüksek olan (90 g ve daha üzeri) iri taneli çeşitler genellikle daha çok tercih edilmektedir. Ancak lezzetli olması şartıyla daha küçük taneliler de tercih edilebilmektedir. Tüketiciler bakımından kabuklu, kavrulmuş iç ve çiğ iç görünümleri daha homojen, daha parlak ve daha açık renkli (bazen daha koyu) çeşitler daha çok tercih edilmektedir. Tüketiciler bakımından en önemli unsur lezzettir. Ağızda çiğnendiğinde sert olmamalı ve acımsı olmamalıdır.

Çiftçi popülasyonlarından seleksiyonla geliştirilen Çom ve Gazipaşa'ya göre her bakımdan çerezlik kalitesi daha yüksek olan NC-7 çeşidi, aynı zamanda daha verimli olmasından dolayı 1990'lardan sonra hızla yayılarak bugün Türkiye çapında %80-90 ekiliş alanına ulaşmıştır. BATEM-5025 çeşidinin özellikleri NC-7'den biraz daha üstün olmasına rağmen henüz ekiliş alanı yoktur. Kapsül verimi bakımından daha yüksek olan Halisbey, Osmaniye-2005, Arıoğlu-2003 ve Sultan çeşitlerinin kalite özelliklerinin biraz daha düşük olmasından dolayı piyasada biraz daha düşük fiyattan alıcı bulmaktadır.

ABD'de yerfıstığının yaklaşık yarısı yerfıstığı ezmesi olarak tüketilmektedir. Bu bakımdan ezme kalitesi daha yüksek küçük tohumlu Runner tipi çeşitler daha çok ekilmektedir. Dünya yerfıstığı üretiminin yaklaşık yarısını karşılayan Çin ve Hindistan'da yerfıstığı %80 gibi oranlarda yağı için tüketildiği için buralarda yağ oranı yüksek çeşitler ön plana geçmektedir.

Kültür çeşitlerinde yağ oranı %43.6-55.5 arasında değişirken, yabani türlerde bu oranın %46.5-63.1 arasında değiştiği saptanmıştır. Yabani türlerin melezleme kapsamına alınmasıyla yüksek yağ içeriğine sahip yeni çeşitlerin geliştirilmesi mümkün olabilir. Yağ oranı çok genle kontrol edilmektedir, ancak kalım derecesi verimden daha yüksektir. Dik gelişen, küçük tohumlu

Spanish tipi çeşitlerin yağ oranları Virginia ve Runner tipi çeşitlere göre biraz daha fazladır. (Baydar, 2018).

Yerfıstığı daha çok bir yağ bitkisi olarak bilinirken aynı zamanda insan beslenmesinde çok önemli olan protein bakımından da zengindir. Her ne kadar dünyada pek çalışılmasa da, yerfıstığının besin değerini arttırmak için daha yüksek protein içeriğine sahip çeşit geliştirmek ıslah amaçlarından biridir. Protein oranı bakımından genotipler arasında geniş bir varyasyon bulunmakta ve büyük gayret göstermeyen ıslah çalışmalarıyla protein içeriği yüksek çeşitler geliştirilebilmektedir. Yağ oranı ile protein oranı ters orantılıdır. Protein oranı da çok genle kontrol edilmekte ancak amino asitlerin kalıtım derecesi daha yüksektir.(Baydar, 2018). Diğer baklagillerde olduğu gibi yerfıstığı özellikle metionin olmak üzere kükürt içeren amino asitlerce fakirdir. NC-Fla 14 çeşidi hem protein hem de metionin bakımından diğer çeşitlerden biraz daha yüksek bulunmuştur. Lezzet üzerine etki eden yerfıstığı tohumunda karbonhidrat oranı %10-20 arasında olup genetik farklılıklar vardır (Emery ve ark., 1974).

Diğer tüm yağlarda olduğu gibi yerfıstığı yağı da oksidasyona uğrayarak bozulur. Yağ asitlerindeki doymamışlık arttıkça oksitlenerek bozulma süreleri kısalır. Yerfıstığı yağındaki oleik asit içeriği ne kadar artar ve linoleik asit içeriği ne kadar azalır ve böylece iyot değerleri (ID) düştükçe yağın stabilitesi ve dolaysıyla yerfıstığından yapılan ticari ürünlerin raf ömürleri o kadar artar. Hatta yüksek oleik yerfıstığı yağında pişirilen ürünlerin raf ömrü de artar. Raf ömrünün yüksek oleik ürünlerde (yağ, ezme, çikolata gibi) normallere göre 10 katın üzerine varan oranlarda arttığı tespit edilmiştir. Normal yerfıstığı çeşitlerinde oleik asit oranları %45-55, oleik/linoleik (O/L) oranı 1.5-2 ve iyot değeri 95 civarında iken, bu oranlar yüksek oleik çeşitlerde sırasıyla %75-85, ≥9 ve 74 civarındadır. Raf ömrü ve stabilite için iyi bir gösterge olan İyot değeri birkaç genle kontrol edilen bir özellik olup yüksek kalıtım derecesine sahiptir (Kadiroğlu, 2015).

Yüksek oleik yerfıstığı ürünleri sadece raf ömrünü arttırmaz, ayrıca ürünlerin besin kalitesini de arttırır. Ayrıca yapılan araştırmalarda yüksek oleikli yerfıstıklarının insan sağlığı açısından da olumlu etkileri (anti oksidan etkisi, toplam ve kötü kollestrolü düşürmesi, kan basıncını düşürmesi, kilo dengesini düzenlemesi gibi) rapor edilmiştir (O'Bryne ve ark., 1997).

Son yıllarda (özellikle 2010'dan sonra) tüm dünyada yüksek oleik içeren yerfıstığı ürünlerine olan artan talepten dolayı yüksek oleik özellikli yerfıstığı çeşidi geliştirme çalışmaları popüler olmuştur. Türkiye'de de yerfıstıklı çikolata ve gofret bibi ürün imalinde, raf ömrünü uzattığı için Arjantin'den ithal edilen yüksek oleikli yerfıstığına talep artmaktadır. Ülkemizde ekilen çeşitlerin tamamı yüksek oleik değildir. Yüksek oleik yerfıstığı çeşit geliştirmeye yönelik Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde ıslah çalışmaları başlamış ve bu konuda önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Bu çalışmalarda gen kaynağı olarak, ABD'den introdüksiyon yoluyla getirtilen ve Eti Gıda Sanayi ve Tic. A.Ş. tarafından temin edilen %80 civarında oleik içeren materyaller (Runner tipi) kullanılmaktadır. Bu materyallerin ülkemizde doğrudan ekiminin yaygınlaşması zordur, çünkü bunlar daha küçük tohumlu olup verimleri ve çerezlik kaliteleri yerli çeşitlere göre (Virginia tipi) daha düşüktür. Islah çalışmalarıyla yüksek oleik asit özelliğinin verimli ve çerezlik kalitesi yüksek yerli çeşitlere aktarımı amaçlanmaktadır. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi tarafından 2021 yılında Virginia tipi, çerezlik ve yüksek oleik Masal çeşidi tescil ettirilmiştir. ABD'de son yıllarda çok sayıda yüksek oleikli ve çerezlik özelliği yüksek çeşit (Virginia tipi) tescil ettirilmiştir. Bunlardan başlıcaları; Brantley, Florida Fancy, Georgia-08V, Georgia HI-O/L, Georgia-08V, Georgia-05E, Venüs, Sullivan ve Wynne'dir. Bu çeşitlerin intrüdüksiyonla ülkemize getirilmesi ve adaptasyon denemelerine

alınmasıyla, yüksek oleik içeren çerezlik yerfıstığı çeşitleri daha kısa sürede ülkemize kazandırılabilir (Kadiroğlu, 2015).

Pek çok araştırmada yüksek oleik asit özelliğinin basit kalıtıma sahip bir veya iki genle kontrol edildiğini rapor edilmiştir. Moore ve Knauft (1989), yerfıstığında doğal mutasyonla ortaya çıkan yüksek oleik özelliğinin 2 lokustaki bir veya 2 ressesif genle (*ol1* ve *ol2*) kontrol edilmekte olduğunu ortaya koymuşlardır. Melezlemelerle bu özelliğin diğer çeşitlere aktarımı ve açılan materyallerin erken generasyonlarında bu özelliğe sahip hatların seçimi kolay olabilmektedir.

ABD'de mini çekirdek kolleksiyonundaki 95 yerfıstığı hat üzerine yapılan çalışmada protein oranları %20-30 arasında; B, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Zn içerikleri iki kattan fazla; K, Mg, P, S içerikleri ise iki kattan az değişim göstermiştir. Protein ile tohum ağırlığı, yağ, oleik, arasında negatif ilişki bulunurken; oleik ile Fe, Mg, Mn ve Zn arasında da negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Wang ve ark., 2016).

NC-7 ve BATEM-5025 gibi bazı çeşitler tohum kabuğu çatlamasına daha hassastır. Bu durum başta aflatoksin oluşumuna neden olan mantarlar olmak üzere değişik mantari hastalıklara daha hassas hale getirmektedir. Bu özellik genetik bazlı olsa da mekanik zararlanmanın yanında embriyo, kotiledon ve tohum kabuğu arasındaki büyüme farklılığından kaynaklanmaktadır. Islah çalışmalarında bu özelliğe de dikkat etmekte fayda vardır.

10.3. Erkencilik

Erkencilik, diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi yerfıstığında da çok önemli bir özelliktir. Ülkemizde yetiştirilen Virginia tipi çerezlik çeşitlerin yetiştirme süresi olarak, ekimden hasat kadar ortalama en az 140 gün geçmesi gerekmektedir. Bu nedenle yerfıstığı sadece Akdeniz ikliminin etkisindeki yerlerde ekonomik olarak yetiştirilebilmektedir. Yerfıstığının yetiştirme süresi ortalama olarak soyadan 1 ay ve susamdan 1.5 ay daha uzundur. Bu nedenle hasat daha geç olmakta ve bu durumda da sonbahar yağışlarına yakalanarak verim ve kalite kayıpları ortaya çıkabilmektedir. Ülkemizde yerfıstığının ana ürün yanında ikinci ürün olarak da ekimi yaygındır. İkinci ürün ekilişlerinde hasat tarihi daha da gecikmekte ve bu risk daha da artmaktadır. Yerfıstığında özellikle hasata yakın dönemlerde verimde kayıplara yol açan yaprak leke hastalıkları artmaktadır. Bu nedenlerden dolayı ülkemiz Virginia tipi çerezlik yerfıstığı tarımında daha erkenci çeşitlerin geliştirilmesine büyük ihtiyaç duyulmaktadır. ABD'de hasat döneminin donlara yakalanmaması için erkenci çeşit geliştirmek asıl amaçlardan biridir.

Virginia tipi çeşitler arasında erkencilik bakımından çok az fark vardır. BATEM-5025 ve NC-7 çeşitleri diğer Çom, Halisbey, Cihangir gibi Virginia tipi çeşitlerden 10 gün kadar daha erkencidir. ABD'de tescil ettirilen Virginia ve Runner çeşitleri arasında da erkencilik bakımından genelde 10 günlük bir fark vardır. Genel olarak erkencilik ile tohum ağırlığı arasında ters bir ilişki vardır. Dik gelişen ve küçük tohumlu Spanish ve Valencia tipi çeşitler Virginia tipi çeşitlere göre 3 hafta kadar daha erkencidir. Ancak bu çeşitlerin çerezlik kaliteleri ve verimleri daha düşük olduğundan ekiliş alanı bulamamaktadır. Ancak, rakımı daha yüksek vejetasyon süresinin daha kısa olduğu ekolojilerde bu çeşitler Virginia tipi çeşitlerden daha avantajlı görünmektedirler. Ülkemizde tescilli tek Spanish tipi çeşit Florispan'dır.

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde daha erkenci Virginia tipi çeşit geliştirme çalışmaları kapsamında, erkenci Spanish tipi Florispan çeşidi, NC-7 ve BATEM-5025 gibi bazı Virginia çeşitlerle melezlenmiş ve açılan materyallerde seleksiyonlar yapılarak bazı ileri hatlar

geliştirilmiştir. Geliştirilen bu hatlar ve diğer bazı öne çıkan hatların ana ve ikinci ürün şartlarındaki performansları 2016, 2017 ve 2018 yıllarında belirlenmeye çalışılmıştır. Deneme sonucuna göre, standartlara göre daha erkenci ve ikinci ürüne uygun hatlar ortaya çıkmamıştır. Bazı yıllarda erkenci gibi ortaya çıkan bir hat, sonraki yıllarda aynı özelliğini devam ettirememiştir. Virginia tipi (iri tohumlu çerezlik) mevcut çeşitlerin (NC-7 ve Halisbey) ve ileri hatların tümünün hem ana üründe hem ikinci üründe de kullanılabileceği ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada ikinci ürün koşullarında birinci ürüne göre ekim ile hasat arasındaki süre yaklaşık 1 ay daha kısa olması durumunda verimin ortalama %30-40 azaldığı ortaya çıkmıştır. En önemli kalite özellikleri olan % iç oranında ortalama %5-6 ve 100 dane ağırlığında da %10-14 gibi azalma görülmektedir (Kadiroğlu, 2020). Her ne kadar bu çalışma ile bir sonuca ulaşılamasa da, bundan sonra yapılacak daha kapsamlı melezleme, introdüksiyon ve seleksiyon çalışmalarıyla erkencilik konusundaki çalışmalar devam etmelidir.

Yerfıstığında erkenci çeşit geliştirmek zordur. Çünkü olgunlaşma birçok gen ve çevre faktörü tarafından kontrol edilmektedir ve değerlendirmeler sübjektif olmaktadır. Tam indeterminant bir bitki olarak yerfıstığı hasatta bile otsu yapıda olduğu için ve meyveler toprak altında olduğu için, ıslah çalışmalarında hatların ve çeşitlerin erkenci olup olmadıklarını tespit etmek çok zordur. Örneğin soya ve susam gibi bitkilerde hasata yaklaşan hatlar hemen kendini belli etmektedir. Yerfıstığı ıslahında erkenciliği belirlemek için bitkilerin topraktan sökülmesi ve meyvelerinin olgunlaşma durumuna bakılmalıdır. Meyvelerin kabuk iç renkleri kahverengi ve siyah olanların oranı %70 ve üzerinde ise hasat olgunluğuna geldiği anlaşılmaktadır. Çiçeklenme tarihi daha erken olan çeşitler genellikle daha erkencidir, bu bakımdan çiçeklenme tarihi erkencilik açısından önemli bir kriter olabilir. Ancak, Spanish ve Valencia tipleri genellikle Virginia ve Runner tiplerinden 1 hafta önce çiçeklenmelerine rağmen, aynı tip içindeki genotipler arasında çiçeklenme tarihleri hemen hemen aynıdır. Bu nedenle pratikte erkencilik için çiçeklenme tarihi çok önemli bir gösterge olmamaktadır.

Sanders ve ark. (1980), erkenci yerfıstığı ıslahı kapsamında erkencilik indeksinden yararlanmıştır. Erkencilik indeksi, ekimden 140 gün sonra hasat edilen bitkilerde olgun meyve sayısının toplam meyve sayısına oranlanmasıyla elde edilmiştir.

Avustralya'da çok erkenci Tingoora adlı çeşit geliştirilmiştir ancak bu çeşidin sulu şartlarda verimi erkenci olmayanlardan daha düşük bulunmuştur (Anonim, 2011).

Brezilya'da yüksek oleik ve erkenci çeşit geliştirmek amacıyla yüksek oleik bir çeşitle erkenci bir çeşit melezlenmiştir. F3 kademesinde 500 tek bitki seçilerek gaz kromotoğrofisine göre oleik asit içeriklerine bakılmış ve yüksek oleik olan 120 hat seçilmiştir. Bu hatlar içinden diğer özelliklere göre F6 kademesine kadar seleksiyonlara devam edilmiştir. F6'da 120 bitki seçilerek ekilmiş ve 100 günde hasat edilerek bunlardan 1000 bitki seçilmiştir. Daha sonraki generasyonlarda 100 günde seçime devam edilmiş ve bunlar içinden 2 hat tescil ettirilmiştir (Godoy ve ark., 2014).

Hindistan ICRISAT'da yağışlardan daha etkili yararlanmak, hastalık ve zararlılardan kaçmak ve başka ürünler yetiştirebilmek amacıyla 100 günde hasat olgunluğuna gelen erkenci pek çok hat ve çeşit geliştirilmiştir (Gibbons, 1976).

10.4. Hastalıklara Dayanıklılık

Son yıllarda yerfıstığı ıslahında yapılan seleksiyonların çoğu biyotik stres yani hastalık ve zararlılara dayanıklılık üzerinedir. ABD'de yerfıstığı yetiştirme masraflarının yaklaşık %36'sı

hastalık ve zararlılarla mücadele için yapılmaktadır. Mantari, bakteriyel ve virüs kaynaklı hastalıklara dayanıklılık çalışmaları çok daha fazladır. Dünyada yerfıstığında en yaygın ve en çok zarar yapan hastalıklar erken ve geç yaprak leke hastalıkları (*Cercospora arachidicola* ve *Cercosporidium personatum*) ve pas (rust) (*Puccinia arachidis*) hastalığıdır. Verimde kayba sebep olmasa da kalite ve insan sağlığı açısından kayıplara yol açan *Aspergillus flavus ve A. parasiticus* mantarlarınca üretilen aflatoksin oluşumu da önemli hastalıklardandır (Middleton ve ark., 1994).

Hastalıklara dayanıklılık konusunda ABD, Hindistan ICRISAT ve Çin'de daha yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Bu konuda biyotik streslere dayanıklılık özelliklerini taşıyan özellikle yabani türler genitör olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Serada saksılarda ve ağırlıklı olarak tarla şartlarında yapay inokülasyonlarla bitkiler hastalık etmenleriyle bulaştırılarak yapılan çalışmalarda kontrol olarak daha hassas ve daha dayanıklı olduğu bilinen çeşitler kullanılmaktadır. Bazen labaratuvar şartlarında doğrudan yapraklar kullanılarak lezyon sayısı ve büyüklüğüne göre fikir sahibi olunmaya çalışılmaktadır. Genelde 1-9 skala yöntemine göre hastalık şiddeti belirlenmekte ve hassastan dayanıklıya doğru derecelendirilmektedir. ABD'de tarlada parseller arasındaki etkileşimi engellemek için parseller arasında ortalama 8 sıra mısır ve soya gibi başka bitkiler ekilmektedir (Middleton ve ark., 1994). Hastalıklara dayanıklılık özelliği çok genle kontrol edildiği için çevre etkileşimi çok fazla olmakta ve bunun sonucunda tam dayanıklı çeşit geliştirmek çok zor olmaktadır ve geliştirilen çeşitler belli oranlarda dayanıklılık sağlamaktadır. Yoğun hastalıklarda dayanıklılık yetersiz kalmaktadır (Dang, 2019).

Ülkemizde yerfıstığında görülen en önemli hastalıklar önem sırasına göre kök boğazı çürüklüğü (*Aspergillus niger*), sap çürüklüğü ya da beyaz çürüklük (*Sclerotium rolfsii),* erken ve geç yaprak leke hastalıkları (*Cercospora arachidicola* ve *Cercosporidium personatum*)'dır. Verimde kayba sebep olmasa da kalite ve insan sağlığı açısından kayıplara yol açan *Aspergillus flavus ve A. parasiticus* mantarlarınca üretilen aflatoksin oluşumu da önemli hastalıklardandır. Bu hastalıklar dünyada da en yaygın yerfıstığı hastalığıdır. Bu hastalıklara karşı dayanıklı çeşit geliştirmeye yönelik ülkemizde henüz çalışma bulunmamaktadır. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü'nün tescil denemeleri için hazırladığı Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatında, sadece yaprak leke ve kök boğazı çürüklüğü hastalığına karşı toleransı ölçmek için genel gözlemler vardır. Yaprak leke hastalığı 1-5 skalasına göre (1: dayanıklı, 5:hassas) ve kök boğazı çürüklüğü hastalığı ise parseldeki hastalıklı bitki sayısına göre belirlenmektedir. Bu gözlemler hatların sadece genel toleranslılık durumu hakkında bilgi verebilir. Dayanıklılık ıslahı için bitki koruma uzmanlarıyla işbirliği halinde çalışılmalıdır. Öncelikle bu hastalıkların sörveyi yapılarak ülkemizdeki ırklarının saptanması gerekmektedir. Daha sonra yapay inokülasyonlarla saksılarda ve tarla şartlarında testlemelerin yapıldığı daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır. Dünyada bu konuda yapılmış pek çok çalışmadan birkaçı aşağıda verilmiştir.

Ülkemizde en yaygın ekiliş alanına sahip NC-7 çeşidi yaprak leke hastalığına orta dayanıklı bulunurken diğer çeşitlere göre sap çürüklüğü hastalığına çok hassas olduğu belirtilmiştir (Anonim, 1979). Morfolojik, fizyolojik ve tarımsal özellikler bakımından NC-7 çeşidine benzeyen BATEM-5025 gibi çeşitlerin benzer hastalık reaksiyonu olduğu tahmin edilmektedir.

Hindistan ICRISAT'da pas (rust) dayanıklılığı üzerine yapılan çalışmalarda birçok yabani türün bu hastalığa bağışık olduğu, bu türlerle kültür çeşitlerinin melezlenmesiyle geliştirilen hatların çoğunda da yüksek dayanıklılık belirlenmiştir (Subrahmanyam ve ark., 1983). ICRISAT'da bulunan 12.000'den fazla hattın bu hastalığa dayanıklılığı araştırılmış ve sonuçta 124 hattın bu

hastalığa ve 51 hattın ise geç yaprak leke hastalığına dayanıklı olduğu belirlenmiştir (Nigam ve ark., 1991).

ABD'de 17 adet hastalığın ekonomik olarak zarar yaptığı belirlenmiştir. ABD'de en yaygın yerfıstığı hastalıkları olan cylindrocladium black rot (CBR) (*Cylindrocladium parasiticum*), erken ve geç yaprak leke hastalıkları (*Cercospora arachidicola* ve *Cercosporidium personatum),* sclerotinia blight (*Sclerotinia minor*) ve domates lekeli solgunluk virüsü (TSWV) (Tomato tpotted wilt tospovirus)'e karşı dayanıklık ıslahı kapsamında, çoklu hastalık dayanıklılığına sahip diploit yabani tür olan *Arachis diogoi*'e ait GKP-10602 (PI-276235) hattı ile kültür çeşitleri melezlenmiştir. Elde edilen 90 adet fertil hattın hastalık performansı sera ve tarla şartlarında belirlenmiştir. 14 hat, TSWV ve erken leke hastalığına çok yüksek dayanıklı bulunmuştur. Dayanıklı olarak bilinen kontrollere göre, Sclerotinia blight'a 8 hat ve CBR'e 9 hat daha dayanıklı bulunmuştur. 18 hattın çoklu hastalık dayanımı dayanıklı olarak bilinen kontrollerden daya yüksek bulunmuştur (Hancock, 2017).

ABD'de gen bankasındaki 112 adet mini çekirdek kolleksiyonu içinden seçilen 71 yerfıstığı hattının *Sclerotium rolfsii* ve *Phoma arachidicola* (web blotch) hastalıklarına olan dayanıklılıkları tarla şartlarında 2016 ve 2017 yıllarında araştırılmıştır. Hastalığın yoğun görüldüğü 2017 yılında hatlar arasındaki hastalık şiddeti %0-19 arasında değişmiştir. En yaygın ekilen ve hassas olarak bilinen Georgia-06G çeşidinde hastalık şiddeti 2016 ve 2017'de sırayla %6 ve 16 olarak bulunmuştur. Dayanıklı olarak bilinen Georgia-03L ve Georgia-07W çeşitlerinde ise her iki yıl ortalaması olarak bu değerler sırasıyla %3 ve %2 olarak bulunmuştur. 2017 yılında web blotch hastalığı yoğun olmuş, 13 hattın hastalık şiddeti %37-60 arasında olmuş, diğer 39 hat ve ticari çeşitlerde ise %10'dan daha düşük bulunmuştur (Bennett, 2018).

Daha lokal yayılış gösterdiği için toprak kökenli hastalıklara olan dayanıklılık çalışmaları yaprak hastalıkları kadar çalışılmamıştır. Yine de bu konuda varyasyonlar tespit edilmiştir (Middleton ve ark., 1994). ABD'de *Sclerotium rolfsii'*e karşı dayanıklı hat ve çeşitler belirlenmiştir. Tamrun-95 çeşidi bu hastalığa en dayanıklı çeşit olarak belirlenmiştir (Besler ve ark., 2001). Hindistan'da Chohan ve ark. (1969) tarafından kök boğazı çürüklüğü dayanıklılığı ile ilgili yaptıkları çalışmalarda (toprak ve tohuma bulaştırılarak), dünyanın değişik kesimlerinden toplanan 734 hat içinden 20 hatta bu hastalık hiç saptanmazken, diğerlerinde %3.7-100 arasında hastalık şiddeti belirlenmiştir. Sonra yapılan çalışmalarda bu 20 hat içinden Sudan kökenli EC-21115 hattının en dayanıklı olduğu belirlenmiştir. İsrail'de tarla şartlarında yapılan çalışmalarda toprak kökenli bir hastalık olan beyaz çürüklüğe (*Sclerotium rolfsii)* olan dayanıklılıkta daha dik gelişme formu, kalın kabukluluk, ağsı kabukluluk, ve yüksek yağ içeriğinin tercih edilmesi gerektiği belirlenmiştir. Bu hastalığa karşı istenilen düzeyde genetik dayanıklılık henüz bulunamamıştır (Yelin, 2018).

ABD'de 11 yerfıstığı çeşidinin yaprak leke hastalıkları ve sap çürüklüğüne olan tepkileri görsel skalaya göre tarla şartlarında düşük ve yüksek fungusit uygulamalarında araştırılmıştır. Yaprak leke hastalığı belirlenmesi vejetatif dönemde, sap çürüklüğü belirlenmesi ise sökümden hemen sonra yapılmıştır. Standart olarak ABD'de en yaygın ekilen Georgia-06G çeşidinde yaprak zararlanmaları fazla olduğundan daha düşük verim elde edilmiştir. Yaprak leke hastalığına daha dayanıklı bulunan Georgia-16HO ve sap çürüklüğüne daha dayanıklı bulunan FloRun-331 çeşitleri en yüksek verimi vermişlerdir (Campbell, 2009).

Dünyada yerfıstığında ekonomik olarak zarar yapan birkaç tane virüs hastalığı vardır. Afrika'da yerfıstığı rozet virüsü (groundnut rosette, GRV), Hindistan'da tomurcuk yanıklığı virüsü (bud necrosis virus, BNV), ABD'de domates lekeli solgunluk virüsü (tomato spotted wilt virus,

TSWV), dünya genelinde yerfıstığı beneklilik virüsü (peanut mottle virus, PMV), Doğu ve Güneydoğu Asya'da peanut stripe virüsü (PStV) ve Batı Afrika ve Hindistan'da peanut clump virüsü (PCV) en yaygın virüs hastalığıdır. Yapılan çalışmalarda bu virüslere karşı farkı derecelerde dayanıklılıklar tespit edilmiştir (Middleton ve ark., 1994). ABD'de 1985'den beri en önemli hastalık TSWV olmuştur. PI 203396 hattı hem geç yaprak leke ve hem de TSWV'ye dayanımı iyi olduğundan bu hattın ebeveyn olarak kullanılmasıyla Southern Runner, Georgia Green, Florida MDR98 ve C-99R gibi birçok TSWV'ye dayanıklı çeşit geliştirilmiştir. Ancak epidemi durumunda zararlanmalar daha çok olduğu için hala istenilen düzeyde dayanıklı çeşit geliştirilememiştir (Holbrook ve Stalker, 2003). Yapay inoküle edilmiş tarla şartlarında 474 hattın TSWV'ye dayanıklılık durumları görsel olarak belirlenmiş ve belirti göstermeyen parseller ELISA testi ile kontrol edilmiştir. Hatlar arasında dayanıklılık bakımından önemli farklar belirlenmiştir. PI 261982 hattı en dayanıklı bulunurken bunu PI 497255, PI 476052 ve PI 475952 hatları takip etmiştir. 14 adet yabani hattın dayanıklılığı daha iyi bulunmuştur (Pittman, 2005).

Yerfıstığı endüstrisinde büyük sorunlar yaratan aflatoksin (*Aspergillus flavus*) etmenine arşı dayanıklı bazı genotipler (PI-337394F, PI-337409, UF-71513, J-11, Ah-7223, U-4-47-7, 55-437, 73-30 gibi) bulunmuş ise de, bu hastalığa istenilen ölçüde dayanıklılık kazandırmak çok zor görülmektedir. Çünkü, çevre x genotip interaksiyonu çok fazla olduğundan tarla şartlarında bu hastalığa yakalanmayan bir genotipin tohumları kötü depo koşullarında rahatlıkla yakalanabilmektedir (Baydar, 2018). *Arachis cardenasii* yabani türü ile kültür çeşitleri arasındaki melezlemelerle aflatoksine dayanıklı yerfıstığı hatları geliştirilmiştir. Yaprak leke hastalığına dayanıklı bulunan GP-NC WS-2 hattının aflatoksine dayanımı da en yüksek bulunmuştur. Bu hat ile diğer elit materyaller arasında melezlemelerle bu özelliklerin aktarımı amaçlanmakta ve bu konuda moleküler markörler geliştirilmeye çalışılmaktadır (Milla, 2005). Holbrook ve ark. (1998) tarafından ABD'deki çekirdek koleksiyon üzerinde yapılan çalışmalarda 15 hattın aflatoksin oluşumu hassas olanlara göre %70-90 daha düşük bulunmuştur. Holbrook ve ark. (2000), kuraklığa dayanım ile aflatoksine dayanım arasında pozitif bir ilişki belirlemişlerdir.

ABD'deki yerfıstığı mini çekirdek kolleksiyonda bulunan 112 hattan seçilen 67 hattın *Sclerotinia minör* hastalığına dayanımı tarla şartlarında araştırılmıştır. Kontrol kapsamında hassas çeşit olarak Okrun; dayanıklı olarak Southwest Runner, Tamnut-OL06, Tamspan-90 çeşitleri kullanılmıştır. Hastalığın şiddetli görüldüğü 2014 yılında kontrol çeşitlerden Okrun'da hastalık şiddeti %69 bulunurken diğer kontrol çeşitlerde %6-7 olarak bulunmuştur. 3 yıl ortalamasına göre 35 hattın hastalık şiddeti %10'dan daha düşük bulunmuştur (Chamberlin ve Bennett, 2017).

ABD Texas'ta yerfıstığı ıslah proğramı kapsamında 1990 yılları ortalarında yaprak leke hastalığına dayanıklı YX964117 çeşidi tescil ettirilmiştir. 2000'li yıllardan sonra yüksek oleik çeşitlere talep arttığı için YX964117 ile Tamrun-OL07 hattı melezlenmiş ve sonuçta hem yaprak lekeye dayanıklı hem de yüksek oleik 12 hat geliştirilmiştir (Baring, 2017). Virginia tipi bazı hatların erken ve geç yaprak leke hastalıklarına dayanımında eklemeli gen etkisinin olduğu ve NC-3033 hattının bu hastalıklara en dayanıklı olduğu belirlenmiştir (Kornegay ve ark., 1980).

ABD'de tescilli Runner tipi çeşitlerden bazı hastalıklara dayanıklı olanlar şunlardır: Florida-07, Georgia-06G, Georgia-09B, Georgia-13M, Georgia-16HO çeşitleri TSWV'ye iyi derecede dayanıklıdır. Georgia-14N TSWV ve kök ur nematdona dayanıklıdır. Tamrun-OL07 TSWV ve *Sclerotinia minor*'a dayanıklıdır. Tamrun-OL11 *Sclerotinia minor*'a dayanıklıdır. Tufrunner-

727 ve Tufrunner-297 beyaz çürüklük (*S. rolfsii*) ve TSWV'e dayanıklıdır. Tufrunner-511 beyaz çürüklüğe dayanıklıdır. Tifguard kök ur nematoduna tam dayanıklı ve TSWV'e dayanıklıdır. Virginia tipi çeşitlerden ise Bailey TSWV ve trips zararına dayanıklı; Sugg çeşidi TSWV, CBR, *Sclerotinia minor*'a ve erken yaprak leke hastalığına dayanıklıdır (Anonim, 2017).

10.5. Zararlılara Dayanıklılık

Dünyada yerfıstığının zaman zaman ekonomik zarara yol açan çok sayıda toprak üstü ve toprak altı zararlıları bulunmaktadır. Toprak üstü yani yaprak ve dallara zarar veren zararlıların ekonomik zararları toprak altı yani meyveye zarar veren zararlılardan daha azdır. Çünkü toprak altı zararlıları doğrudan meyve ve tohuma zarar vermektedir. Toprak üstü zararlıların yapraklarda yaptığı zarar yaklaşık 1/3 oranına ulaşıncaya kadar verimde fazla etkilenme olmamaktadır. Spodoptera ve Helicoverpa türü yaprak kurtları, tripsler, kırmızı örümcekler, afidler, cicallid türü yaprak pireleri, galeri sinekleri, beyaz kurtlar, tel kurtları ve nematotlar dünyada en önemli yerfıstığı zararlılarıdır. ABD'de 20 böcek ve 4 nematotun yerfıstığında ekonomik olarak zarar yaptığı belirlenmiştir ((Middleton ve ark., 1994). Yeşil kurt (*Heliothis armigera*), prodenya (pamuk yaprak kurdu) (*Spodoptera littoralis*) ve kırmızı örümcek *(Tetranychus spp.)* ülkemizde yerfıstığında en önemli toprak üstü zararlılarıdır. Bozkurtlar (*Agrotis ipsilon*), telkurtları (*Agriotes lineatus*) ve danaburnu (*Gryllotalpa gryllotalpa*) ise en önemli toprak altı zararlılarıdır.

Dünyada yerfıstığı zararlılarına dayanıklılık hastalıklara dayanıklılık kadar çalışılmamıştır. Hastalıklarda olduğu gibi zararlı dayanıklılığında da yabani türler en önemli gen kaynağını oluşturmaktadır. Ülkemizde ise yerfıstığında hastalık dayanıklılığında olduğu gibi zararlılara dayanıklılık konusunda da çalışma bulunmamaktadır. Dünyada bu konuda yapılmış pek çok çalışmadan birkaçı aşağıda verilmiştir.

NC-6, GP-NC 343, NC-Ac 01705, NC-Ac 02142, NC-Ac 02214, NC-Ac 02230, NC-Ac 02232, NC-Ac 02240, NC-Ac 02242, NC-Ac 02243, NC-Ac 02460 hatlarının birçok yerfıstığı zararlısına karşı dayanıklı olduğu belirlenmiştir (Lynch, 1990; Wightman ve ark., 1990, Nigam ve ark., 1991).

ABD'de en önemli zararlılardan biri olan Lesser Cornstalk Borer (*Elasmopalpus lignosellus*)'a dayanıklı hatların belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada; serada saksılarda yetiştirilen fideler larvalarla bulaştırılmıştır. Bulaşmadan 21 gün sonra zararlanma dereceleri ve larva gelişimleri gözlemlenmiştir. Starr çeşidinin kontrol olarak kullanıldığı çalışmalarda 490 adet çeşit ve hatta değerlendirmeler yapılmıştır. Değerlendirme katagorilerinde 81 çeşitte zararlanma kontrol çeşitten daha düşük bulunmuştur. Early Runner, Florunner ve Virginia Bunch çeşitleri kontrol çeşit olan Starr'dan önemli derecede daha iyi bulunmuştur (Smith ve ark., 1980).

ABD'de en önemli zararlılardan biri olan Southern Corn Rootworm (*Diabrotica undecimpunctata*) zararlısına yeterince dayanıklı olan ve birçok toprakta ilaçlı mücadeleye gerek kalmayan NC-6 çeşidi geliştirilmiştir. 6 yıl boyunca yapılan testlemeler sonucunda dayanıklı olarak belirlenen ancak agronomik özellikleri iyi olmayan 4 hattın melezlemelere alınmasıyla verimli ve dayanıklı NC-6 çeşidi geliştirilmiştir (Smith, 1976).

Young ve ark. (1972), 872 yerfıstığı hattının ABD'de önemli zararlılardan olan trips dayanıklılığını test etmişlerdir. 50 adet hatta hafiften orta dereceye kadar dayanıklılık

belirlemişlerdir. PI-280688 hattından yapılan seleksiyonla geliştirilen Oklahama hattının en stabil trips dayanıklılığana sahip olduğu belirlenmiştir. Bu hat üzerinde larva canlılığı %30 civarında olmuş ve bu hat larva ve ergin döneminde trips tarafından daha az tercih edilmiştir. Smith (1980), Spanish tiplerinde Valencia ve Virginia'ya göre daha fazla trips dayanıklılığı olduğunu belirlemiştir. Pompeu (1975) tarafından tarla şartlarındaki testlemelerde *A. hypogea* hatları içinde dayanıklılık bulunmazken, *A. repens, A. macedoi* ve *A. benthamii* türlerinin dayanıklı olduğu belirlenmiştir. ABD'de yaygın ekilen Virginia tipi Bailey çeşidi tripslere ve TSWV hastalığına dayanıklıdır.

Patates yaprak piresine (*Empoasca fabea*) karşı, çoğu Virginia tipi olmak üzere 700 hattın dayanıklılığı tarla şartlarında araştırılmıştır. *Hypogea* alt türüne ait 12 hat çok dayanıklı olarak belirlenmiştir. Bu dayanımda epidermis ve yaprak kıllarının yapısının etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Hassas olanlarda epidermis daha ince ve yaprak kılları ise daha küçük bulunmuştur (Campbell ve ark., 1976).

ICRISAT'ta , NCAcc 2214 and NCAcc 2232 hatları trips ve yaprak pirelerine dayanıklı olarak geliştirilmişlerdir ve bu hatlar ıslah çalışmalarında ebeveyn olarak kullanılmaktadır (Nigam ve ark., 2010).

Kök ur nematoduna (*Meloidogyne arenaria*) dayanıklılık konusunda Minton ve Hammons (1975) tarafından sera şartlarında çeşit ve hatlardan oluşan 512 genotipte testlemeler yapılmıştır. Sonuçta hiçbiri dayanıklı bulunmamıştır. Simpson ve ark. (1993), 4n [*A.batizocoi* (*A. cardenasii* x *A. diogoi*)]'nin Florunner çeşidi ile geri melezlemesi sonucunda kök ur nematoduna (*M. Arenaria*) tam dayanıklı COAN ve NemaTAM isimli yerfıstığı çeşitleri geliştirmişlerdir. Daha sonra kök ur nematoduna tam dayanıklı ve TSWV'ye (Tomato tpotted wilt tospovirus) dayanıklı Tifguard çeşidi geliştirilmiştir.

Johnson ve ark. (1982), önemli zararlılardan olan iki noktalı kırmızı örümceğe (*Tetranychus urticae*) karşı terla ve sera şartlarında 40 hatla dayanıklılık çalışmaları yapmışlardır. Orta derecede dayanıklı hatlar tespit etmişlerdir. Birçok yabani türün bu zararlıya karşı bağışıklık derecesinde dayanıklılığı vardır.

Hindistan'da 50 hattın *Helicoverpa armigera, Spodoptera litura* ve *Aproaerema modicella*'a dayanıklılıkları araştırılmıştır. Helicoverpa armigera'a 1 hat çok dayanıklı ve 10 hat dayanıklı bulunmuştur. Spodoptera litura'a 11 hat dayanıklı bulunmuştur. Aproaerema modicella'a 2 hat çok dayanıklı ve 12 hat dayanıklı bulunmuştur (Waykule ve ark., 2020).

10.6. Kuraklığa Dayanıklılık

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de tarımda artan kuraklık tehlikesi en önemli sorunlardandır. İklim değişikliklerine paralel olarak azalan yağış ve artan sıcaklıklar ve artan insan nüfusu ile birlikte, zaten kısıtlı olan sulama kaynaklarımız hızla azalmaktadır. Kısıtlı su kaynaklarının etkin kullanılmasının önemli bir yolu da kurağa dayanıklı çeşitlerin kullanımıdır. Bu nedenle tarımda kuraklığa dayanıklılık ıslahı özellikle son yıllarda büyük önem kazanmıştır.

Dünyada yerfıstığının %70'den fazlası yarı kurak tropik bölgelerde yetiştirilmektedir ve buralarda kuraklık ana sorunlardan biridir. Yetiştirme sezonunda erken, orta ve geç dönemde meydana gelebilecek kuraklıklardan en önemlisi verimi daha çok etkileyen geç dönemde olandır (Pandey ve ark., 2014). Yerfıstığı genel olarak kurağa toleranslı bir bitki olup, dünyada diğer pekçok baklagil bitkisinin yetişmediği yerlerde ürün verebilmektedir. Bununla beraber

meyve bağlama ve doldurma döneminde kuraklığa daha hassastır. Hasata yakın dönemdeki kuraklık sonucunda aflatoksin riski öenemli oranda artmaktadır. Ülkemizde yeterince sulanmadan yerfıstığı tarımı yapmak ekonomik değildir. Uygun zaman ve miktarda sulama yapılamaması durumunda bile kuraklıktan etkilenmeler olmaktadır.

Hindistan (ICRISAT), ABD (USDA-ARS, Tifton, GA) ve Brezilya'daki (CENARGEN) araştırma merkezlerinde yapılan çalışmalar sonucunda kuraklığa dayanıklı pekçok yerfıstığı hattı ve çeşidi geliştirilmiştir. Hindistan'da kuraklığa dayanıklı ICGV-91114 ve ICGV 91114 çeşitlerinin ekim alanları hızla artmaktadır (Hamidou ve ark., 2012; Mayeux ve ark., 2003; Monyo ve Varshney, 2016; Nigam ve ark., 2005; Upadhyaya, 2005). Ülkemizde birçok bitkide kuraklığa dayanıklılık ıslahı konusunda çalışmalar başlatılmış ancak henüz yerfıstığında böyle bir çalışma yoktur. Enstitümüzdeki (BATEM) yerfıstığı araştırmalarında genotipler arasında bu konuda farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Örnek olarak uzun süre sulanmayan bir denemede Halisbey çeşidinin NC-7, Çom, BATEM-5025, Florispan ve Georgia Green gibi çeşitlerden daha iyi kuraklığa tepki verdiği gözlemlenmiştir. Ancak, tüm bunlar genel gözlemlere dayalı olup daha net sonuçlara ulaşılabilmesi için bu konuda projelerin yapılması gerekmektedir.

Kuraklığa dayanıklılık veya toleranslılık ile ilgili özelliklerin kalıtımı komplekstir çünkü bu kantitatif özellikleri kontrol eden genlerin sayısı çok fazla ve sıralanışları çok değişiktir. Bu konudaki ıslah çalışmalarında kurak şartlarda daha stabil bir üretim için en çok verim esas alınmaktadır (Leal-Bertioli ve ark., 2012).

Kuraklığa dayanıklık ıslahında erkencilik ve kuraklığa dayanım veya tolerans mekanizmalarından yararlanılmaktadır. Erkencilik özelliği ile özellikle verimi daha çok etkileyen geç dönem kuraklığından kaçış sağlanabilmektedir. Bu konuda çerezlik Virginia-Runner tipi çeşitlere göre üç hafta kadar daha erkenci olan Spanish-Valencia tipi çeşitler üzerinde durulabilir. Kuraklığa dayanıklı ve tolerans mekanizmalarında öncelikle görsel özelliklerden yararlanılabilir. Yerfıstığı susuzluk durumunda terlemeyi azaltmak için yaprakçıklarını karşılıklı olarak birbirinin üzerine kapattığı için görsel olarak su stresini anlamak kolaydır. Bu konudaki diğer ölçümlerde verim, hasat indeksi, spesifik yaprak alanı, terleme ile kaybedilen toplam su miktarı, terleme etkinliği (terleme ile kaybedilen 1 kg su karşılığında gram olarak üretilen kuru madde), su kullanım etkinliği, su alma kasitesi, kök derinliği, kök yoğunluğu, kök kütlesi, stoma iletkenliği ve ozmotik düzenlemelerden yararlanılmaktadır. Kurak şartlarda terleme etkinliği ile verim arasında pozitif bir korelasyon belirlenmiştir. Su kullanım etkinliği, terleme etkinliği ve kök kütlesinin rutin olarak ölçümü zor olduğundan, bunların yerine spesifik yaprak alanı ve SPAD klorofil okumaları gibi özelliklerden yararlanılmaktadır. Düşük spesifik yaprak alanı ve yüksek SPAD klorofil okumaları her zaman yüksek verimle alakalı olmayabilir (Devi ve ark., 2011; Nageswara Rao ve ark., 2001). Songsri ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmada, SPAD klorofil okumalarının ölçümünün kolay olması, verim ve agronomik özelliklerle pozitif kolerasyon göstermesinden dolayı kuraklığa dayanıklılıkta potansiyel olarak kullanışlı olduğu belirtilmiştir.

11. YERFISTIĞI ISLAH METODLARI

Yerfıstığı yüksek oranda kendine döllenen bir bitki olduğu için kendine tozlanan bitkilerde uygulanan standart çeşit geliştirmeye yönelik ıslah metotları kullanılır. Yerfıstığında heterozis yani melez azmanlığı çok az olarak genellikle Virginia ve Spanish gibi pazar tipleri arasındaki melezlemelerde ortaya çıkmaktadır. Ayrıca bir melez F1'de elde edilen tohum sayısı 1-3 gibi çok az olması nedeniyle pratik olarak hibrit tohum geliştirmeye uygun değildir. Bu nedenle yerfıstığında hibrit tohum ıslahı yapılmamaktadır. Yerfıstığında morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal farklılıklar görülse bile, yerfıstığının orjin merkezinin tek olması ve dışarıdan gen akışını engelleyen iki ayrı kromozom setine (allopoliploid) sahip olması ve kendine tozlanması nedeniyle dar bir genetik tabana sahiptir.

11.1. İntrodüksiyon Islahı

Bu yöntemle yurtiçi ve yurtdışı gen bankalarından yerfıstığı hatları temin edilerek adaptasyon çalışmalarına alınır. En çok başvurulan, kolay ve kısa sürede sonuç almaya dönük ıslah yöntemidir. Islah programlarının ilk başlarında, gerek sonraki ıslah çalışmaları için kolleksiyon (genetik stok) oluşturmak ve gerekse doğrudan çeşit tesciline geçmek için bu yöntemden yararlanılır. Devam eden ıslah çalışmalarında da zaman zaman bu yöntemle genetik materyal zenginleştirilmeye çalışılır. Dünyada gen bankalarınca paylaşılan bu genetik materyallerin kaynağını genellikle çiftçi tarlalarından ya da yabani türlerden yapılan seleksiyonlar oluşturur, ayrıca melezleme ve mutasyon çalışmalarından gelen ileri hatlar da bulunabilir. Bu hatlarla ilgili varsa mevcut bilgiler (orjini, morfolojik ve fizyolojik özellikler gibi) de gönderilir.

İntrodüksiyon materyalleri çeşitli hastalık ve zararlı taşıyabilmektedir. Tohumlar çok az olduğu için ilk yıl birer sıra halinde ekilir. Hastalık ve zararlı görülenler yayılmayı önlemek için yakılarak imha edilmelidir. Morfolojik, fizyolojik ve tarımsal gözlemler alınır. Aynı zamanda tohum da çoğaltılmış olunur. 2. Yılda da gözlem bahçesi kurularak gözlemler alınmaya devam edilerek ümitvar olanlar belirlenir. Ümitvar bulunanlar 3. yılında standart çeşitlerle mikro verim denemelerine alınır. Verim ve kalite gibi istenilen özellikler bakımından öne geçenler 4. yılından itibaren verim denemelerine alınır. Yerfıstığında genetik çevre interaksiyonu fazla olduğu için verim denemelerine en az birkaç yıl ve yerde devam edilmelidir. Şayet tüm bu verim denemelerinde öne çıkan hatlar varsa çeşit adayı olarak tescile sunulabilir. Ayrıca İntrodüksiyon materyalinden seleksiyon yapılarak yeni hat ve çeşit geliştirmek mümkündür.

Gözlem bahçelerinde ve verim denemelerinde ümitvar bulunmadığı için elemine edilen hatların tohumları atılmayarak gen bankasında muhafaza edilmelidir. Çünkü bu materyaller genetik çeşitlilik barındırdığı için sonraki melezleme, hastalık-zararlılara dayanıklılık, mutasyon çalışmalarında kullanılabilir. Normal oda şartlarında kabuklu yerfıstığı tohumları 5 yıla kadar canlılığını devam ettirebilmektedir. Soğuk hava depolarında bu süre 2 katına kadar çıkabilir. Elimizdeki genetik materyalleri kaybetmemek için bu süreler tamamlanmadan bu tohumları tarlaya ekerek tohum yenilemesi yapılmalıdır. Elimizdeki gen bankasında mümkün olduğunca genetik çeşitliliği arttırmamız gerekir. Bunun için sonraki yıllarda da introdüksiyonla yeni materyaller temin edilebilir. Ayrıca melezleme, seleksiyon ve mutasyon yöntemleriyle de yeni ileri saf hatlar geliştirirsek bunların yedek tohumları da gen bankasına dahil edilmelidir. Zenginleştireceğimiz bu gen bankasından diğer araştırıcılara introdüksiyon materyali olarak tohum gönderebiliriz.

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde 1950'den itibaren başlayan ıslah çalışmaları sonucunda 650 civarında hat birikmiştir. Bu hatların çoğunun kaynağı ABD ve Hindistan

kaynaklı introdüksiyon materyali oluşturmaktadır. Ayrıca mutasyon, melezleme ve seleksiyon kaynaklı hatlar da mevcuttur. Yerfıstığı ıslahına başlayan Osmaniye Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü ve Adana Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ne bu hatlardan gönderilmiştir. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde introdüksiyon ıslahıyla Florispan ve NC-7 çeşitleri ABD'den getirilerek adaptasyon çalışmalarına alınmış ve sırasıyla 1986 ve 1991 yıllarında tescil ettirilmiştir. Ülkemizde NC-7'nin %80-90 oranında ekiliş alanı vardır. PEGGY yerfıstığı çeşidi bir özel şirket tarafından introdüksiyonla ABD'den getirilerek 2016 yılında tescil ettirilmiştir.

Dünyada önemli yerfıstığı gen bankaları

Dünyada en büyük yerfıstığı gen bankası Hindistan'da bulunan ICRISAT'tadır (The International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics). Burada 92 ülkeden toplanan 14.310 adet kültürü yapılan yerfıstığı hattı ve 413 adet diğer yabani yerfıstığı türlerine ait hat vardır. İkinci en büyük yerfıstığı gen bankası USDA'dadır (ABD Tarım Bakanlığı). Burada kültürü yapılan *A. Hypogaea* türüne ait 8000 adet hat ve diğer türlere ait 800 hat bulunmaktadır. ICRISAT'da bulunan yerfıstığı hatlarının morfolojik özellikleri, su kullanım etkinlikleri, birçok hastalık zararlılara dayanıklılıkları belirlenmiştir. ABD'deki hatların özellikleri ICRISAT'dakiler kadar belirlenmemiştir. Ayrıca Çin'de (Oil Crops Research Institute of Chinese Academy of Agricultural Sciences and Crops Research Institute of Guangdong Academy of Agricultural Sciences), Brezilya'da (EMBRAPA- CENARGEN ve the Instituto Agronômico de Campinas) ve Arjantin'de (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) and Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE)) yerfıstığı gen bankaları mevcuttur.

Son zamanlarda daha sıkı karantina önlemleri getirildiği için, ülkeler arasında yerfıstığı hattı alışverişi daha zor hale gelmiştir. 1993'teki Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesinden bu yana, uluslararası tohum değişimi önemli ölçüde daha sıkı ve kısıtlı hale gelmiştir. Örneğin sadece Afrika'da bulunan rozet virüsünün (groundnut rosette, GRV) bulaşmasını önlemek için önlemler alınmaktadır. İstenmeyen hastalıkların bulaşmasını önlemek için sera şartlarında 1-2 yıllık gözlemler alınmaktadır. Bu kapsamda değişik ülkelerde yerfıstığı tarlalarından genotip toplanması çalışmalarına da sınırlamalar getirilmiştir.

Yerfıstığı ıslahı çalışmalarında bu gen bankalarındaki çok sayıdaki hattı değerlendirebilmek çok zor olduğundan, tüm çeşitliliği yansıtan daha az sayıda (yaklaşık tüm kolleksiyonun %10'u kadar) çekirdek kolleksiyonlar (Core Collections) oluşturulmuştur. Hatta çekirdek kolleksiyonları da %10'a indirgenerek mini çekirdek kolleksiyonlar (Mini Core Collections) oluşturulmuştur.

İntrodüksiyon amaçlı en çok kullanılan yurtdışı yerfıstığı gen bankası ABD'de USDA ve Hindistan'da ICRISAT'tır. ABD'de Tarım Bakanlığı'na (USDA) bağlı Georgia Eyaletinde bulunan gen bankasında bulunan yerfıstığı hatlarını internet üzerinden incelemek ve istenilen özelliklerdekileri talep etmek mümkündür. Bunun için internet üzerindeki GRIN (The Germplasm Resource Information Network) adresi (http://www.ars-grin.gov) kullanılır. Burada hatlarla ilgili bazı morfolojik özellikler ve orjin bilgileri verilmektedir. Burada sadece istenilen bir ya da birkaç özelliğe sahip (örneğin yağ içeriği %50'nin üzerinde olanlar gibi) hatlar otomatik olarak belirlenebilmektedir. ICRISAT'da da internet üzerinden istenilen özellikte hatlar belirlenerek e-posta ile talep edilebilir. ABD'den introdüksiyon materyali temin etmek daha kolaydır.

Yurtdışından gönderilen tohumların teslim alınması

Yurdışından introdüksiyonla gönderilen tohumlar ilgili ilin PTT şubesine gelmektedir. Buradan tohumların alınabilmesi için bazı işlemlerin yapılması gerekmektedir. İlk olarak İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'ne ilgili bazı evraklarla (çalıştığımız kurumun imzasıyla) yurtdışından ıslah amaçlı tohum getirileceği konusunda başvurulur. Sonra Zirai Karantina Müdürlüğü'nde bazı işlemler tamamlanır. Buralarda tamamlanan belgelerle Gümrük Müdürlüğü'ne başvurulur. Gümrük Müdürlüğünde birçok işlem tamamlandıktan sonra ilgili PTT şubesinden tohumlar alınabilir. Gümrük Müdürlüğünde işlemler çok fazla olduğundan müşavir tutmak gerekebilir. Tüm bu işlemler ile ilgili aşamalarda bazı ücretler talep edilmektedir.

11.2. Seleksiyon Islahı

İntrodüksiyon ıslahından sonra yeni hat ve çeşit geliştirmenin en kolay yolu seleksiyon ıslahıdır. Doğada kendiliğinden oluşan çeşitlilikten faydalanma yöntemidir. Yerfıstığı %99 kendine tozlanan bir bitki olduğundan doğal olarak varyasyon ortaya çıkma ihtimali çok azdır. Ancak zaman zaman doğal mutasyonlarla çiftçi tarlalarında farklı özellikte bitkiler ortaya çıkabilir. Ayrıca yıllar içinde çiftçiler tarafından yurtdışından getirilerek üretime kazandırılan kaynağı belirsiz hale gelmiş değişik tipte bitkiler bulunabilmektedir. Seleksiyon ıslahı kapsamında öncelikle çiftçi tarlaları ve yerel tohum pazarları gezilerek farklılık gösterenlerden tohum numuneleri toplanır. Islah çalışmaları kapsamında ekilen çeşit ve saf hatlar içinde de zaman zaman tip dışı bitkiler ortaya çıkabilir. İyi bir ıslahçı bu farklılıkları iyi gözlemleyerek değerlendirebilir. Seleksiyonla toplanan bu tohumlar gözlem bahçelerinde ekilerek farklı ve üstün özelliktekiler sonraki denemeler için seçilir. Yerfıstığında genotip çevre interaksiyonu çok fazla olduğundan seleksiyonla toplanan materyaller çok yıl ve yerde iyice denenmelidir. Toplu ve teksel seleksiyon olmak üzere iki şekilde seleksiyon yapılır. Melezleme ıslahı sonucunda oluşan açılan materyallerdeki seleksiyon yöntemlerini bu yöntemle karıştırmamak gerekir.

11.2.1. Toplu (Mass) Seleksiyon

Fenotipik olarak birbirine benzeyen bitkilerin seçilerek birlikte hasat edilmesi ve denemelere alınmasıdır. Genetik yapının homozigot mu heterozigot mu olduğuna bakılmaz. Pozitif veya negatif seleksiyonlarla genetik çeşitlilik azaltılır. Standart bir çeşitle bu toplu hasat edilen tohumlar denemeye alınarak yeni çeşide gidilmeye çalışılır. Toplu seleksiyonda genotipe göre değil fenotipe göre seleksiyon yapıldığından beklenen genetik ilerleme çoğu zaman gerçekleşmez. Bu nedenle kalıtım derecesi yüksek olan özelliklerin seleksiyonunda daha etkili bir yöntemdir. Tohum verimi gibi çok genlerle idare edilen kantitatif özellikler için yapılan toplu seleksiyonun etkinliği daha düşüktür. Çünkü kalıtım derecesi düşük olan karakterler çevreden çok etkilendiklerinden fenotipin kalıtsal mı yoksa çevresel mi olduğu tam olarak anlaşılamaz. Bu nedenlerden dolayı bu yöntemle yeni bir çeşit geliştirmeden ziyade mevcut çeşitlerin ve hatların genetik saflığı sürdürülmeye ve belirli bazı özellikler yönünden seviyesi yükseltilmeye çalışılır. Burada standart çeşit olarak saflığı sürdürülmeye çalışılan çeşit baz alınır. Örneğin, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde tescilli 6 adet yerfıstığı çeşitinin elit tohumluk üretimi toplu seleksiyona göre yapılmaktadır. Çeşitlere ait tohumlar tarlaya ekildikten sonra morfolojik, fizyolojik ve tarımsal özellikler bakımından çeşitin özelliklerine tam uyan bitkiler seçilerek istenilen miktarda tohum alınmaktadır. Böylece çeşitlerin kendilerine özgü saflıkları devam ettirilmektedir.

11.2.2. Saf Hat Seleksiyonu (Teksel Seleksiyon)

Populasyonlardan seçilen her bir bitkiyi ayrı ayrı test etme ilkesine dayanır. Seçilen bitkilerin değeri standart çeşitlere göre belirlenir. Bu nedenle diğer bir adı da döl kontrollü tek bitki seleksiyonudur. Toplu seleksiyon fenotiplerin, teksel seleksiyon ise genotiplerin seleksiyonudur. Doğal popülasyonlar ve yerel çeşitler genetik çeşitlilik barındıran en önemli kaynaklardır. Kendine döllenenlerde dominant özelliklerin seleksiyonunda teksel seleksiyon toplu seleksiyona göre daha etkilidir. Yerfıstığı gibi kendine tozlanan bitkilerde yeni hat ve çeşit geliştirmede çokça kullanılır.

İlk olarak kaynağı yerel çeşitler gibi yerlerden morfolojik olarak farklı bulunan çok sayıda tek bitki seçilir. İlk yıl her bir bitki ayrı sıralara ekilerek gözlemler alınır. Daha güvenilir bir seçim için satandart çeşitlerle birlikte ekilebilir. Amacımıza uygun olanlar seçilerek ayrı ayrı hasat edilir ve diğerleri atılır. Genellikle %80-90'ı elemine edilir. Çünkü bunların çoğu birbirinin aynısıdır. Amacımıza uygun olmasa bile gerçekten farklı özelliklerde olanlar atılmayarak gen bankamıza dahil edebiliriz. Bunların farklı özellik gösterip göstermediklerini iyice belirleyebilmek için birkaç yıl daha denenmesinde fayda vardır. 2. Yılda 1.yılda seçilen sıralara ait tohumlar satandartlarla mikro verim denemelerine alınır. Denemelere göre seleksiyonlara devam edilir ve sayı daha da azaltılır. 3. Yılda da aynen denemelere ve seleksiyona devam edilir. 4. Yıldan itibaren standartları geçerek ümitvar bulunanlar bölge verim denemelerine alınır ve sonrasında duruma göre tescile aday olarak sunulabilir. Yerfıstığında genetik çevre interaksiyonu fazla olduğundan verim denemelerini daha da arttırmakta fayda vardır. Çoğu zaman istediğimiz sonuçlar gerçekleşmeyebilir. Arazide farklı zannederek topladığımız bitkiler standartlardan farklı çıkmayabilir veya standartlardan daha düşük performansta olabilir.

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünde, 1955-1956 yıllarında Osman Çiftçioğlu tarafından Anamur çiftçi tarlalarından teksel seleksiyon yöntemiyle geliştirilen Anamur-B hattının bölge şartlarına daha uygun olduğu ortaya çıkmıştır. Bu hat 1986 yılında ÇOM ismiyle tescil ettirilmiştir. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünde, Cihangir Kayganacı tarafından 1977 yılında Antalaya'nın Gazipaşa ilçesindeki üretici tarlalarından teksel seleksiyonla Gazipaşa hattı geliştirilmiştir. Bu hat için 1982'de 4 yıllık üretim izni alınmış ve 1986'da GAZİPAŞA ismi ile tescil ettirilmiştir. Adana çiftçi tarlalarından teksel seleksiyonla geliştirilen 5025 yerfıstığı hattı 2005 yılında Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü adına BATEM-5025 adıyla tescil ettirilmiştir.

11.3. Mutasyon Islahı

Mutasyonun genel tanımı bir canlı organizmanın fenotipinde (dış görünüş) ortaya çıkan ani kalıtsal değişikliklerdir. Moleküler olarak mutasyon, canlı DNA'sını oluşturan nükleotitlerin sayısı veya sıralanışının nadiren de olsa kalıcı olarak değişimidir. Mutagen, mutasyona yol açan fiziksel veya kimyasal nedenlerdir. Mutasyon ıslahı, mutagenler ile yapay mutasyon oluşturmaktır. Meydana gelen mutasyonların ancak %0.1 gibi çok düşük bir oranı istenilen özelliklere sahip olabilmektedir. Birçok istenilen özelliklerdeki mutasyonlar istenmeyen özelliklere de sahip olabilmektedirler. Çoğu mutasyonlar çekinik karakterdedir. Bu nedenlerden dolayı mutasyon ıslahında geniş bir popülasyondan seçim yapılmak zorundadır. Doğada canlı organizmalardaki genetik bozuklukların tamiri sırasındaki hatalardan dolayı kendiliğinden doğal mutasyonlar nadiren görülebilmektedir.

Yerfıstığında dar olan genetik tabanda varyasyonun kısa yoldan arttırılma yolu olarak yapay mutasyonlardan yararlanılmaktadır. Örneğin yerfıstığında mutasyon ıslahıyla yüksek oleik asit

ihtiva eden hatlar geliştirilmiş ve bu yüksek oleik hatlar ile normal çeşit ve hatlar melezlenerek yüksek oleik çeşitler geliştirilmiştir. Yerfıstığında yüksek oleik asit özelliği ilk kez 1987'de doğal mutant bir hatta belirlenmiştir.

X ışınları, gamma ısınları ve nötron ışınları fiziksel; etil metan sülfanat (EMS), etilemin (EI), nitroetil üretan (NEU) gibi meddeler ise kimyasal mutasyon oluşturmada etkin mutagenlerdir. 200-300 Gy dozunda gamma ışını ve %0.5'lik etil metan sülfanat (EMS) ile en etkili mutagenler olarak belirlenmiştir. Mutagenin çeşidi, dozu, uygulama süresi, mutagenin uygulandığı genetik materyalin tipi, yaşı, yapısı, ortamın oksijen konsantrasyonu ve sıcaklığı gibi pek çok faktör mutasyon frekansını etkilemektedir. Doz ve süre arttıkça mutasyonun frekansı da artmaktadır. Mutasyon frekansı arttıkça fizyolojik ve morfolojik zararlanmalar çoğalmaktadır. Fizyolojik zararlanmalar mutagen uygulanmasından sonraki ilk kuşakta (M1 generasyonu) çok şiddetli olarak ortaya çıkar ve sonraki kuşaklarda kaybolur. Örneğin, tohumların çimlenme ve çıkış oranı düşmekte, büyüme hızı azalmakta, klorofil sentezi azalmaktadır. Bu nedenle ıslahçılar %20-50'den daha fazla ölümle sonuçlanmayacak dozları önerirler.

Mutagenler bitkilerin her hangi bir organına (polen, çiçek organları, yaprak, sap, tohum gibi) uygulanabileceği gibi tüm bitkiye de uygulanabilir. Pratikte en çok tohum uygulaması yaygındır. Tohumların kimyasal mutagen uygulanmasından hemen önce ıslatılması ve uygulamadan hemen sonra yıkanıp kurutulması mutasyon başarısını arttırmaktadır.

Ülkemizde Nükleer Enerji Araştırma Enstitüsü (eski ismi Türkiye Atom Enerjisi Kurumu) ve Akdeniz Üniversitesi gibi bazı üniversitelerle işbirliği yapılarak ^{60}Co kaynaklı gamma ışınları yöntemine göre tohuma mutasyon uygulanması en yaygın yöntemdir.

Üremeyle ilgili hücrelerde görülmeyen mutasyonlar ileri generasyonlara aktarılmazlar. Mutasyon bir tohumun farklı hücrelerinde etkili olabildiğinden, M1 bitkileri genetik olarak farklı dokuların bileşiminden meydana gelebilir (kimerik bitkiler). Bu nedenle M1'de ortaya çıkan fenotipik mutasyonların çoğu M2'de ortaya çıkmayabilir. Polenlere mutagen uygulamaları kimera oluşumunu engellemesi bakımından daha avantajlıdır ancak polenlerin ömürlerinin kısa olması dezavantajdır.

Mutagen uygulamasından sonra yetiştirilen ilk generasyon M1 ve sonraki her bir yıldaki generasyonlar M2, M3, M4…olarak sembolize edilir. Mutasyon ıslahında yı1llara göre yapılacak seleksiyonlar şu şekildedir:

1. Yıl: M1 generasyonunda mutagene maruz kalmış tohumların hepsi ekilir ve her bir bitki ayrı hasat edilir.

2. Yıl: M2 generasyonunda M1'den gelen her bitki ayrı sıralara ekilir ve tek bitki seleksiyonuna başlanır. Normal ve sağlıklı bitkilerden de seleksiyon yapılmalıdır çünkü mutasyonlar kendini belli etmemiş olabilir.

3.Yıl: M3 generasyonunda M2'den gelen her tek bitki ayrı sıralara ekilir ve tek bitki seleksiyonuna devam edilir.

4.Yıl: M4 generasyonunda M3'den gelen her tek bitki ayrı sıralara ekilir ve amacımıza uygun sıralar toplu hasat edilir. Açılım gösterenler atılır.

5.Yıl: M5 generasyonunda M4'den gelen hatlarla ve kontrol bir çeşitle çeşit ön verim denemesi kurularak öne çıkan hatlar belirlenir.

6. ve 8. Yıllarda: M6-M8 generasyonlarında M5'den seçilen hatlarla ve kontrol çeşitlerle birlikte farklı lokasyonlarda çeşit verim denemeleri kurulurarak tescile aday hatlar belirlenir.

Gen mutasyonları baskın (dominant) veya çekinik (resesif) olabilir. Baskın olanlar ilk döllerde çekinik olanlar sonraki döllerde ortaya çıkar. Kalitatif karakterleri idare eden genlerdeki mutasyonlar (makro mutasyonlar) fenotipik olarak kolaylıkla test edilebilirken, verim ve kalite gibi kantitatif karakterdekiler (mikro mutasyonlar) kolaylıkla test edilemez. Çünkü kantitatif karakterler üzerine çok gen etkili olduğu için ancak bu genlerin çoğunda mutasyon olursa etkisi görülebilir. Mikro mutasyonların etkilerini ortaya çıkartabilmek için biyometrik analizlerden yararlanılır ve çevrenin etkisi içinde kaybolmaması için tekerrürlü denemeler kurulur. Makro mutasyonlar olumsuz bazı özelliklerle (pleiotropik etkiler) görülebilir. Bu pleiotropik etkileri kırmak için iki mutantın melez dölleri arasından arzulanan özellik için çok sayıda seleksiyon yapılması gerekir. Fiziksel mutagenler genelde makro, kimyasal mutagenler ise genelde mikro mutasyonlara yol açar.

Dünyada fiziksel ve kimyasal mutagenlerle varyasyon oluşturularak yeni çeşitlerin geliştirilmesi yerfıstığı ıslahında yaygın olarak kullanılmıştır. Dünyada yaklaşık 68 adet yerfıstığı çeşidi mutasyon yöntemiyle geliştirilmiştir. Hindistan'da yapılan mutasyon çalışmaları sonucunda yüksek yağ içeriğine sahip, yüksek oleik, değişik gelişme formunda, erkenci, kuraklığa dayanıklı, daha verimli, değişik tane renginde, yaprak lekesi gibi bazı hastalıklara dayanıklı 23 adet yerfıstığı çeşidi geliştirilmiştir (Singh ve Oswalt, 1991). ABD'de 1950-1970 yılları arasında mutasyon ıslahı yaygın olarak kullanılmıştır. Ancak, bu yöntemle geliştirilen çeşitler üreticiler tarafından yaygın şekilde kullanılmamıştır (Holbrook ve Stalker, 2003). Bu nedenle ABD'de günümüz ıslahçıları tarafından çok az kullanılan bir ıslah yöntemidir. 1996'ya kadar Çin'de geliştirilen yerfıstığı çeşitlerinin yaklaşık %15'i mutasyon yoluyla geliştirilmiştir ve bu çeşitler Çin'deki toplam yerfıstığı ekim alanlarının %19.5'luk kısmını oluşturmaktadır (Qui ve ark, 1998).

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde 1994-1996 yılları arasında mutasyon çalışmaları yapılmıştır. Virginia tipi ICGV-88426 ve GK-3 yerfıstığı hatlarına ^{60}Co kaynaklı gamma ışınlarının 15, 20, 25 ve 30 krad dozları uygulanmıştır. M2, M3 ve makro mutant koleksiyonunda incelenen özelliklerde, kontrol çeşit ortalamasına göre mutant popülasyon ortalamalarının çoğunda düşmeler görülmesine rağmen önemli varyanslar elde edilmiştir. Genetik kazancın negatif yönde olması, bazı popülasyonlarda beklenen genetik kazanç formülünde yer alan kalıtım derecesi hesabını engellemiştir. Bu çalışmalarda meydana gelen varyasyon sonucunda seçilen 46 hat gen bankasına dahil edilmiştir (İpkin, 1997).

Poliploidy

Mutasyonun diğer bir şeklidir. Nadir olarak kullanılan bir yöntemdir. Poliploidy, doğal veya yapay olarak bitkilerde orijinal kromozom setinin katlanması veya çoğaltılması durumudur. Örneğin, diploid (2n) bir bitkinin kromozomları katlanarak tetraploidler (4n) ve bir tetraploid bitkinin kromozomları katlanarak oktoploidler (8n) elde edilir. Poliploid türler, autopoliploidler ve allopoliploidler olarak iki gurupta incelenir. Autopoliploidler bir türün kendi kromozomlarının katlanmasıyla meydana gelirken, allopoliploidler iki farklı türün önce

melezlenip sonra kromozomlarının katlanmasıyla meydana gelir. Örneğin, autotetraploid bir türün genomu AAAA olarak, allotetraploid bir türün genomu ise AABB olarak gösterilir.

Kültürü yapılan yerfıstığı doğal olarak allotetraploid (AABB, 4n=40) olup, büyük ihtimalle yerfıstığına ait *Arachis duranensis* ile *Arachis ipaensis* yaban türlerinin kromozomlarının doğal olarak birleşmesiyle oluşmuştur. Kültürü yapılan yerfıstığı zaten allotetraploid olduğu için, poliploidi ıslahı 2n kromozomlu yabani yerfıstığı türlerinde uygulanmaktadır. Yapay olarak elde edilen tetraploid bitkilerle kültürü yapılan yerfıstığı bitkileri melezlenebilmekte ve böylece hastalıklara dayanıklılık gibi birçok özellik yabani türlerden kültürü yapılan yerfıstığı türüne aktarılabilmektedir.

Yapay olarak poliploidy bitkilerin elde edilmesi ilk kez 1937'den itibaren güz çiğdemi bitkisinden elde edilen bir alkoloid olan kolhisin'in poliploidiye neden olduğu anlaşıldıktan sonra başlanmıştır. Kolhisin'in %0.1-1.0'lık konsantrasyonlarında hazırlanan çözeltisi meristamatik olarak hızlı bölünen dokulara uygulandığında, mitoz bölünmeler sırasında disülfit bağlarını kırarak iğ iplikçiklerinin oluşumunu engellemekte, böylece mitozun anafaz safhasında iki ayrı kutba çekilmeyerek aynı hücrede kalan kromatitler kromozom sayısını ikiye katlamaktadır. Kolhisin'in belirli bir konsantrasyonu doğrudan çimlenmekte olan tohuma uygulandığında yüksek oranda poliploid bitkiler elde edilebilmektedir. Örneğin saf suda 24 saat kadar şişirilen tohumlar kolhisin çözeltisi (%0.1-0.5) içinde 24 saat kadar 25 ^{0}C'de ve karanlıkta çimlendirilir ve elde edilen mutant fideler saksılara aktarılır. In Vitro koşullarında kolhisin içeren besi yerinde büyütülen eksplantlardan da poliploidi üretilebilir. Poliplodi olduğundan emin olmak için sitogenik analizlerle kromozom sayıları belirlenir. Poliploidi bitkiler fenotipik olarak yaprak dokuları kalınlaşmakta, çiçekler, meyveler irileşmekte, daha yavaş gelişmektedirler.

11.4. Melezleme Islahı

Yerfıstığında amacımıza uygun yeni varyasyonlar oluşturmak için, doğal olarak yaklaşık %1 oranında gerçekleşen yabancı tozlaşmanın yapay olarak uygulanmasıdır. Bir ıslahçı olarak introdüksiyon, seleksiyon ve mutasyon gibi ıslah yöntemleriyle geliştirdiğimiz hat ve çeşitler arasında verim, kalite, biyotik ve abiyotik streslere dayanıklık gibi bazı özellikler yönünden daha üstün hatlar oluşturmak için melezleme yöntemiyle varyasyonlar oluşturmaya çalışılır. Bunun için yapay olarak iki ebeveyn bitkinin çiçekleri melezlenir. Bu yöntemle bir melez kombinasyonundan yeni çeşit geliştirmek 8-10 yıl gibi uzun süre alsa da, devamlı ıslah çalışmalarının yürütüldüğü merkezlerde en yaygın kullanılan ıslah yöntemidir. Soya, susam, aspir, pamuk gibi kendine tozlanan bitkilerde yapılan melezleme ıslahı yöntemi yerfıstığı ile aynıdır.

Her melez kombinasyonundan istenilen özelliklere sahip hat ve çeşitlerin çıkma garantisi yoktur. Melezlemelerden bir sonuca ulaşmak çoğu zaman bir şans işidir. Bu şansı arttırmak için daha çok melezleme kombinasyonu yapmak, açılan generasyonlarda daha çok ve dikkatli seleksiyonlar yapmak bu şansı arttıracaktır. Devamlı ıslah çalışmalarının yapıldığı merkezlerde bir taraftan yeni melezler yapılırken, bir taraftan tescile aday aşamasına gelmiş veya saflaşmaya başlamış hatlar bulunur. Yani sadece bir yıl melezleme yapılarak 8-10 yıl beklenmez, yıllar içinde yeni melezlemeler devam eder.

Melezleme yapmadan önce hedefimizi iyi belirlememiz ve bu hedefe uygun ebeveynleri (ana ve baba hattı) belirlememiz çok önemlidir. Birbirine yakın özellikler gösteren ebeveynler arasında yapılacak melezlemelerden önemli işe yarar varyasyonlar ortaya çıkması düşük bir

ihtimaldir. Genellikle elimizde bulunan bir çeşidin eksik olan bir yönünü geliştirmek için bu eksik yönlere sahip diğer bir çeşit veya hat melezlenir ve açılan generasyonlarda istediğimiz özellikleri birleştiren hatlar (rekombinant genotipler) seçilmeye çalışılır. Melez kombinasyonlarda resiprokal melezleme ile (ana ve babanın yer değiştirmesi) anadan gelen bazı özelliklerin ortaya çıkması sağlanabilir.

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde yapılan melezleme ıslah çalışmalarında, standart olarak yaygın ekilen çerezlik kalitesi yüksek ancak demir noksanlığına hassas NC-7 çeşidi (ana olarak) ile meyve kalitesi düşük, verimli, kırmızı tohumlu, demir noksanlığına dayanıklı 75/1073 hattı (baba olarak) melezlenmiştir. Yıllar içinde elde edilen varyasyonlar içinden pedigri yöntemine göre yapılan seleksiyonlarla daha verimli, kuraklığa daha dayanıklı, demir noksanlığına dayanıklı ancak biraz daha kalın kabuklu Halisbey, Osmaniye-2005 (kırmızı tohumlu), Sultan çeşitleri tescil ettirilmiştir. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünde yüksek oleik çeşit geliştirme çalışmaları kapsamında NC-7 gibi verimli ve kaliteli standart Virginia tipi çeşitlerle ABD'den introdüksiyonla getirtilen Runner tipi PI-599592 hattı (%80 oleik asit) melezleme kapsamına alınmıştır. Elde edilen varyasyonlar içinden Virginia tipi, verimli, kaliteli, yüksek oleik hatlar çeşit verim denemelerine alınmıştır. Buna benzer melezleme çalışmaları yerfıstığı ıslahı çalışan kurumlarda devam etmektedir.

Genetik açılımların olduğu generasyonlarda sadece rekombinant bireyler değil, transgresif açılmalar nedeniyle ebeveynin her ikisinde fenotipik olarak görülmeyen özelliklere sahip yeni bireyler ortaya çıkabilir. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünde Virginia tipi, verimli ve çerezlik kalitesi yüksek BATEM-5025 çeşidi ile Spanish tipi Florispan çeşidi (küçük tohumlu, dik gelişme formunda, erkenci, gineforları güçlü) melezlenmiştir. Açılan generasyonlarda ana ve babaya benzemeyen beyaz tohumlu, kırmızı tohumlu, şekli bozuk kapsüllü gibi bireyler ortaya çıkmıştır. Bu melezlemede amacımıza uygun olarak verimli, iç oranı yüksek, erkenci, gineforları güçlü gibi özellikleri birleştiren hatların geliştirilmesi mümkün olmamıştır.

Yerfıstığında melezlemenin yapılışı

Yerfıstığında melezleme yapmak diğer susam, soya, pamuk gibi birçok kültür bitkisine göre daha zordur. Yerfıstığında melezleme yapılan bir çiçekten en fazla 1-2 adet tohum alınabilmesi nedeniyle daha çok melezleme yapılmasına ihtiyaç duyulur. Yerfıstığı yerde gelişen ve meyvelerini toprak altında oluşturan bir bitki olduğu için tarla şartlarında melezleme yapmak zahmetlidir. Ayrıca tarla şartlarında düşük nem ve yüksek sıcaklık gibi polenlerin çimlenmesi için uygun şartlar bulunmadığı için yapılan melezlerin tutma ihtimali yaklaşık %5 gibi çok düşüktür. Bu nedenlerle yarı gölge ortamlardaki saksı ortamlarında yetiştirilen bitkilerde melezleme yapmak hem kolay ve hem de melezin tutma ihtimali %60-70 gibi çok yüksek olabilmektedir. Ayrıca yapılan melezlerin takibini yapmak saksılarda çok daha kolaydır.

Saksıların yerden 1-1.m yüksekte olması melez yapanların eğilmeden kolayca çalışabilmeleri için uygundur. Saksı toprağının kum, torf veya perlit ile karıştırılarak (bunlar sırasıyla 4:2:1 oranında karıştırılabilir) hazırlanması verilen suyun kolay emilmesi, meyve gelişimi ve hasat bakımından daha uygundur. Saksı toprağı makro ve mikro elementleri içeren gübrelerle ekim öncesi ve çiçeklenme döneminde olmak üzere gübrelenmelidir. Saksılar en az 15-20 lt hacminde olmalıdır. Saksı yerine kasa gibi değişik ortamlar da kullanılabilir. Her saksıda 3 civarında bitki olması yeterlidir. Bir saksıya sadece bir çeşit ya da hat ekilmelidir, böylece her melez için melezleme kombinasyonunu belirten etiket asmaya gerek kalmaz (Şekil 11.4.1).

Melezleme yapılacak her saksı üzerine melezleme kombinasyonunu yazılması yeterli olur Bir melez kombinasyonu için genellikle 3 saksıda ana ebeveyn ve 1 saksıda baba ebeveyn ekilmesi yeterli olacaktır. Ana ve baba bitkiler aynı dönemde çiçeklenmelidirler. Her bir kombinasyon için ortalama 100 civarında melez yapmak yeterlidir.

Şekil 11.4.1 Melezleme için saksılarda yetiştirilen yerfıstığı bitkileri

Şayet imkanlar gereği tarla şartlarında melezleme yapılacaksa her ebeveyn ayrı bir sıraya ekilmeli, kolay çalışmak için sıralar arasında yeterli boşluk bırakılmalı, her sırada yalnız bir kombinasyonda melezleme yapılmalıdır. Melezleme sırasında toprak yüzeyinin sulanması melezlerin tutma şansını arttırır.

Her tutan melezin gerçekten melez olup olmadığının garantisi yoktur. Bunu anlamanın yolu elde edilen melez tohumların (F1) ertesi yıl ekilerek dış özelliklerine (fenotip) bakılmasıdır. Dış görünüş bakımından baskın kalitatif bir özelliğe sahip ebeveyn baba olarak kullanılmalıdır. Yerfıstığında bu tip belirleyici markör özellikler azdır. Yerfıstığının Önemli Özellikleri ve Kalıtım Durumu bölümünde bu özellikler verilmiştir. Örnek olarak yatık gelişme özelliğine sahip olan baba, dik gelişme özelliğine sahip olan ana olarak kullanılabilir. Soya bitkisinde olduğu gibi çiçek rengi, yaprak şekli gibi bariz markör özellikler yerfıstığında bulunmadığı için, pratikte ebeveyn seçiminde markör bir özellik kullanımı çoğu zaman kullanılamamakta, yapılan tüm melezler gerçek melez olarak kabul edilmektedir. Zaten açılan generasyonlarda istenmeyenler eleneceği için gerçek melez olmayanlar da elenmiş olacaktır.

Yerfıstığında mümkün olduğunca ilk açacak çiçek tomurcuklarında melezleme yapılmalıdır. Çünkü ilk çiçekler köke ve toprağa yakın olduğu için daha sağlıklı meyve oluşturma şansı daha yüksek olacaktır. Ekimden yaklaşık 30-40 gün sonra ilk çiçeklenmelerin başladığı dönemden itibaren yaklaşık 1 ay boyunca melezleme yapmak uygundur.

Kendi kendine tozlanmayı önlemek için açmamış yani sarı renkli taç yapraklarını göstermemiş yeşil renkli çanak yaprak kılıfı içindeki çiçek tomurcuğunda melezleme yapılmalıdır (Şekil 11.4.2). Çiçek açımından 24 saat önce çiçek tomurcukları yaklaşık 1 cm uzunluğunda görünmeye başlar. Daha sonra çiçek tomurcuğu sapları uzayarak boyu 2 cm kadar uzar. Çiçek açımı gün ışığı ile başlar. Her yaprak koltuğunda 2-3 adet çiçek olabildiğinden melezleme yapılacak çiçek haricindekiler temizlenmelidir (Şekil 11.4.3). Melezleme yapıldıktan sonra da

aynı koltuktan yeni çiçekler oluşabilir, bunu önlemek için melezleme yapılan çiçeğin dibinin kenarlarındaki dokular pensle (cımbız) kazınmalıdır. Melezlemeden çok daha sonraları da aynı koltuktan fazla çiçek gelişebilir, dikkatli davranarak bu çiçekler tozlanmadan kopartılmalıdır.

Şekil 11.4.2 Melez yapılacak açmamış yerfıstığı çiçek tomurcuğu

Şekil 11.4.3 Aynı koltuktaki birden fazla çiçek tomurcuğunun temizlenmesi

Melezleme iki aşamalıdır. Önce çiçek tomurcuğunda emaskülasyon yapılmalıdır yani kendi kendine tozlaşmayı önlemek için açmamış çiçekte erkek organların (anter) henüz polen üretmeden önce kopartılarak uzaklaştırılmasıdır. Çiçek açımından 5-6 saat önce polenler

serbest bırakıldığından dolayı daha öncesinden emaskülasyon yapılmalıdır. Emaskülasyon işlemi bir gün önce ikindi vakti 17:00'den sonra yapılmalıdır. Emaskülasyon işleminde önce çiçek tomurcuğu sol elimizin baş ve işaret parmaklarıyla tutulur. Daha sonra sağ elimizle tuttuğumuz sivri uçlu bir pens yardımıyla çiçek tomurcuğunun dışı çizilerek dıştaki yeşil renkli çanak kılıf, içerdeki sarı renkli bayrak ve kanatçık yapraklar kopartılmadan dışa doğru açılmaları sağlanır (Şekil 11.4.4). En içte bulunan dişi ve erkek organları zarf şeklinde tamamen saran daha açık renkli kayıkçık yaprağı, pensle erkek ve dişi organlara zarar vermeden uzaklaştırılır (Şekil 11.4.5). En ortada beyaz renkli bir iplikçik şeklindeki erkek organlardan biraz daha uzun duran dişi organa zarar verilmemelidir. Dişi organın çevresini saran erkek organlar (10 adet anter) pensle dikkatlice kopartılarak uzaklaştırılır (Şekil 11.4.6). Bir tane dahi erkek organ kalmamasına dikkat edilmelidir aksi halde kendini tozlayacaktır.

Şekil 11.4.4 Çiçek tomurcuğunda çanak ve taç yaprakların pens ile açılması

Şekil 11.4.5 Dişi ve erkek organları saran kayıkçık yaprağının çıkartılması

Şekil 11.4.6 Erkek organların temizlenmesi

Emeskülasyon işlemi bittikten sonra emesküle edilmiş çiçeğin bulunduğu yaprak koltuğunun ince tel gibi bir şeyle sağlı sollu sarılarak işaretlenmesi gerekir. Bunun için telefon kablolarının

içindeki renkli çok ince plastik kaplı teller çok uygundur (Şekil 11.4.7). Böylece hasatta melez meyvelerle melez olmayanlar kolayca ayırt edilebilir.

Şekil 11.4.7 Emasküle edilmiş çiçeğin telle işaretlenmesi

İkinci aşama tozlama aşamasıdır. Tozlama, emasküle edilmiş çiçeklerde ertesi gün öğleden önce 7:00-10:00 saatleri arasında yapılmalıdır. Bu sürede dişi organ biraz daha olgunlaşmış olur (Şekil 11.4.8). Tozlamada kullanılacak baba ebeveyne ait tam açmış çiçeklerde taç yapraklar pensle uzaklaştırılarak veya geriye kıvrılarak erkek organlar iyice ortaya çıkarılır (Şekil 11.4.9). Ana olarak kullanılacak emasküle edilmiş çiçekte taç yapraklar içindeki dişi organ ortaya çıkarılır ve daha sonra babaya ait çiçeğin erkek organları dişicik tepesine hafifçe sürtülerek tozlama gerçekleştirilmiş olur (Şekil 11.4.10). Diğer bir yöntem olarak, erkek organların pens ucu ile hafifçe sıkılmasıyla pens ucuna polenlerin yapışması sağlanır, daha sonra pens ucundaki polenler dişicik tepesi üzerine hafifçe sürtülürek işlem tamamlanır. Çiçekten toplanan polenler normal oda şartlarında 8 saate kadar canlılıklarını sürdürebilirler. Baba çiçekte yeterince toz olmalıdır, bu durum erkek organlara değdirildiğinde parmaklarımıza ya da pens ucuna sarı renkli polen tozlarının gözle görülebilecek şekilde bulaşmasıyla anlaşılabilir. Tozlama yapıldıktan sonra taç yaprakların hafifçe dişi organa doğru itelenmesi polenlerin kurumaması bakımından önerilebilir. Tozlama sırasında ve sonrasındaki 1-2 saat boyunca ortamın gölge olması ve toprağın nemli olması melezin tutma şansını arttırır. Melezlemeden 1-2 hafta sonra tutan melezlerde gineforlar görünmeye başlar (Şekil 11.4.11).

Şekil 11.4.8 Emaskülasyon sonrası iplikçik şeklindeki dişi organ

Şekil 11.4.9 Tozlamada kullanılacak erkek çiçekte erkek organların çıkartılması

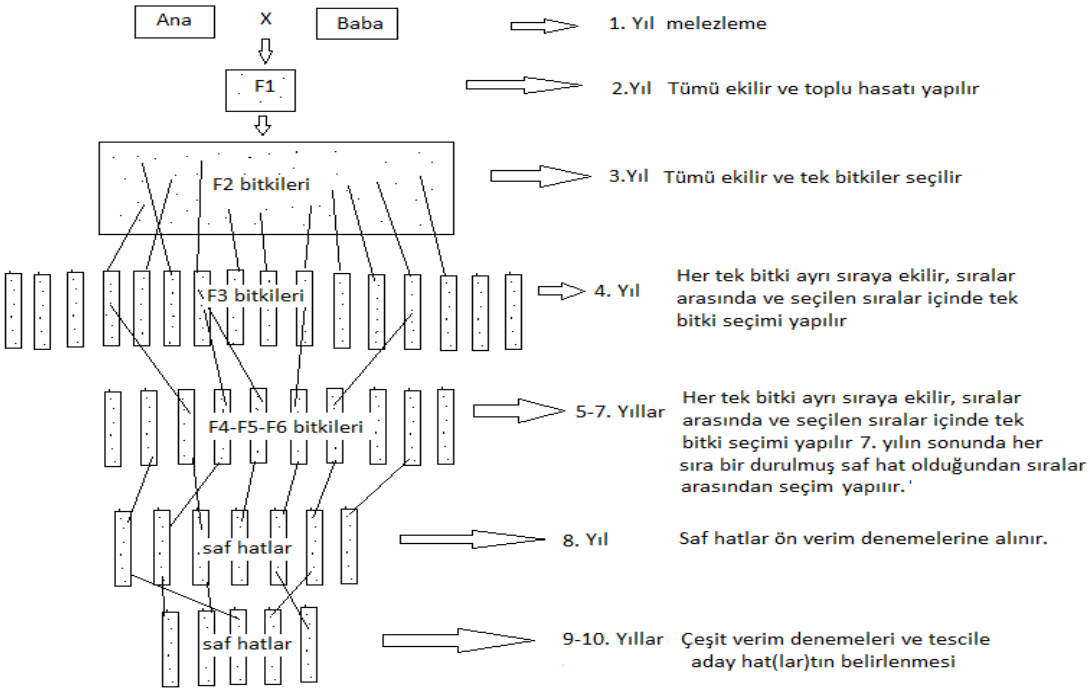
Şekil 11.4.10 Erkek organdaki polenlerin dişicik tepesine sürtülmesi

Mümkün olduğunca melez yapılmayan çiçeklerin veya meyvelerin kopartılması gerekir, böylece melez olanlar daha iyi olgunlaşabilir. Yine de hasatta çok sayıda melez olmayan kapsüller olacaktır. Melezleme yapılan bitkilerin hasatı çok dikkatli yapılmalıdır. Toprak iyice sulandıktan sonra bitkiler saplarından tutularak yavaşça köklenmelidir. Aksi halde söküm sırasında gineforlarda kopma olur ve melez meyvelerin toprakta kalmasına neden olur ve bu melez meyvelerin diğer meyvelerden ayırt edilmesi mümkün olamaz. Köklenen bitkiler hafifçe silkelenir ve çamursa dikkatlice yıkandıktan sonra ters yüz edilir. Telle işaretlenmiş yaprak koltuklarından oluşan meyveler toplanır. İşte bunlar melez F1 meyveleridir. Bu melez meyvelerin gelecek yıllardaki genetiksel açılımları içinden aşağıdaki yöntemlere göre amacımıza uygun seleksiyonlar yapılır. Açılan materyallerde daha iyi bir seleksiyon yapabilmek için bitkiler arasında yeterince mesafe bulunmalıdır.

Şekil 11.4.11 Melezleme sonrasında gineforun gelişimi

11.4.1. Melezleme Islahında Pedigri Seleksiyonu

Melezleme ıslahı çalışmalarında en fazla kullanılan seleksiyon yöntemidir. Melezlemeden sonra 3. yılda yani F2 generasyonundan itibaren seleksiyonlar başlar ve teorik olarak genetik durulmanın olacağı F6 generasyonuna kadar tek bitki seleksiyonları devam eder. Yıllara göre yapılacak işlemler aşağıdaki gibidir (Şekil 11.4.1.1).



Şekil 11.4.1.1 Melezleme ıslahında pedigri seleksiyonu

1. Yıl: Melezleme sonucunda elde edilen tohumlar (yaklaşık 10-25 adet) F1 generasyonudur (F1 dölü).

2. Yıl: Melezlemeden gelen F1 tohumlarının tümü karışık olarak ekilir ve topluca hasat edilir. Hasat edilen bu tohumlar F2 generasyonudur.

3. Yıl: F2 tohumlarının tümü karışık olarak ekilir. Daha iyi gözlem ve seleksiyon yapmak için uygun aralıklarla ekilmelidir. Bu generasyonda seleksiyona başlanır. Islah amacımıza uygun bitkiler tek tek belirlenerek ayrı ayrı hasat edilir. Genel olarak F2'lerin %90-95'i tarla ve tohum odasında elemine edilir. Yüksek oleik ıslahı gibi çekinik iki genle kontrol edilen özelliklerde bu aşamada tohum analizleri yapılarak seleksiyon yapılır. Birbirine yakın özellikler gösteren bitkilerde aşırı seleksiyon yapılmamalıdır, çünkü gelecek yıllarda genetik açılımlar devam edeceği için bunlar içinden farklı bitkiler ortaya çıkabilir. Bu yılda seçilen bitkiler ayrı ayrı hasat edilirler (yaklaşık 300-500 adet) ve bunlar F3 generasyonunu oluşturur.

4. Yıl: F3'den gelen her bitki ayrı tek sıralara ekilir. Her sırada ve sıra içindeki bitkilerdeki genetik açılımlara bakılarak, önce sıralar arasında ve sonrasında seçilen her bir sıra içindeki bitkiler içinden ıslah amacımıza uygun tek bitki seçimleri yapılır. Yaklaşık 50-100 adet bitki seçilerek (bu rakamlar çok daha az vaya fazla da olabilir) ayrı ayrı hasat edilir ve bunlar F4 generasyonunu oluşturur.

5. Yıl: F4'den gelen her bitki ayrı tek sıralara ekilir. Önceki yılda olduğu gibi sıralar arasında ve seçilen sıralar içinde tek bitki seçimine devam edilir. Yaklaşık 25-50 adet bitki seçilerek (bu rakamlar çok daha az vaya fazla da olabilir) ayrı ayrı hasat edilir ve bunlar F5 generasyonunu oluşturur.

6. Yıl: F5'den gelen her bitki ayrı tek sıralara ekilir. Önceki yılda olduğu gibi sıralar arasında ve seçilen sıralar içinde tek bitki seçimine devam edilir. Yaklaşık 15-20 adet bitki seçilerek (bu rakamlar çok daha az vaya fazla da olabilir) ayrı ayrı hasat edilir ve bunlar F6 generasyonunu oluşturur.

7. Yıl: F6'den gelen her bitki ayrı tek sıralara ekilir. Bu aşamada artık genetik açılmalar tamamlanmış ve durulma olmuştur. Bu nedenle tek bitki seçimi yapılmaz sadece sıralar seçilir. Yaklaşık 5-10 adet sıra seçilerek (bu rakamlar çok daha az vaya fazla da olabilir) her sıradaki bitkiler toplu hasat edilir ve bunlar saf hat olarak F7 generasyonunu oluşturur.

8. Yıl: Önceki yıldan gelen saf hatlar standart bir çeşitle çeşit ön verim denemelerine alınarak ıslah amacımıza uygun olanlar belirlenir. Nadiren de olsa ortaya çıkabilecek tip dışı bitkiler atılmalıdır.

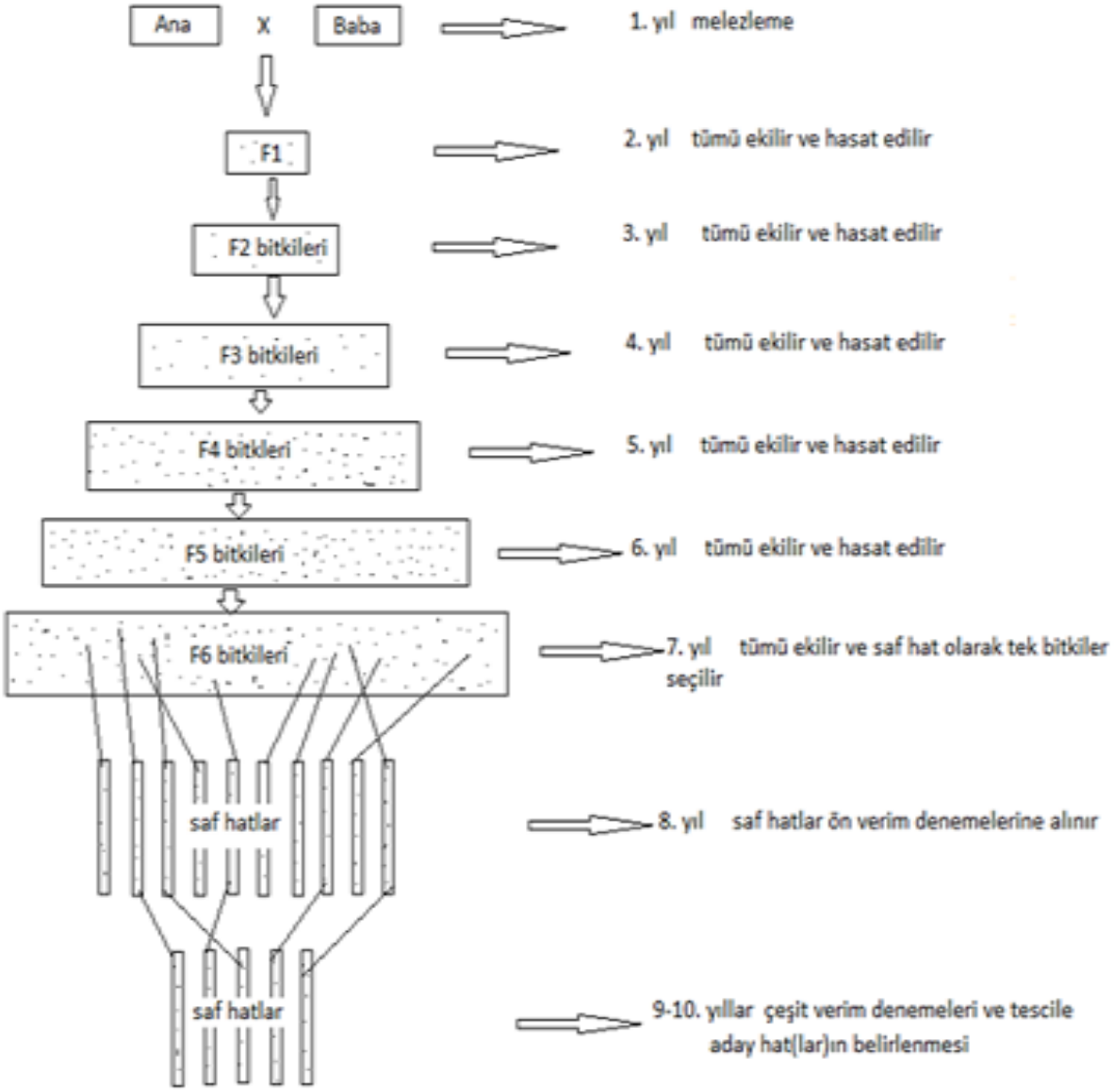
9. Yıl: Geçen yılda ümitvar bulunan hatlarla standart çeşitlerle birlikte çeşit verim denemeleri kurulur ve ümitvar bulunanlar belirlenir. Nadiren de olsa ortaya çıkabilecek tip dışı bitkiler atılmalıdır.

10. Yıl: Geçen yılda ümitvar bulunan hatlarla farklı lokasyonlarda çeşit verim denemeleri kurulur. Bu denemeler sonucunda verim, kalite, biyotik ve abiyotik streslere dayanıklılık gibi bir özellik bakımından standarları geçen hatlar ortaya çıkarsa, bunların tescil edilmesi için Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Müdürlüğü'ne başvurulabilir.

F6 Kademesinden sonra birbirine çok yakın özellikler gösteren saf hatlar belirli oranlarda karıştırılarak adaptasyon ve stabiliteleri daha yüksek olan çok hatlı çeşitler de geliştirilebilir. Örneğin yerfıstığında Florispan çeşidi dört ayrı saf hattın karışımı ile geliştirilmiştir. Çok hatlı çeşitlerin, tek saf hatlı çeşitlere göre daha heterojen olmalarından dolayı tohumluk üretimlerini sürdürmek daha zor olabilir.

11.4.2. Melezleme Islahında Bulk Seleksiyonu

Pedigri yönteminden farkı F6 kademesine kadar hiç seleksiyon yapılmaması ve bu kademeye kadar her yıl tohumların karışık ekilerek karışık kaldırılmasıdır. F6 kademesinde bitkilerin genetik olarak durulduğu düşünüldüğünden bu kademede saf hat haline gelmiş bitkiler arasından amacımıza uygun bitkiler seçilir. Bundan sonraki işlemler aynen pedigri yönteminde olduğu gibidir, yani çeşit ön verim denemeleri ve çeşit verim denemeleri şeklindedir (Şekil 11.4.2.1). Verim denemelerinde nadiren de olsa ortaya çıkabilecek tip dışı bitkiler atılmalıdır.

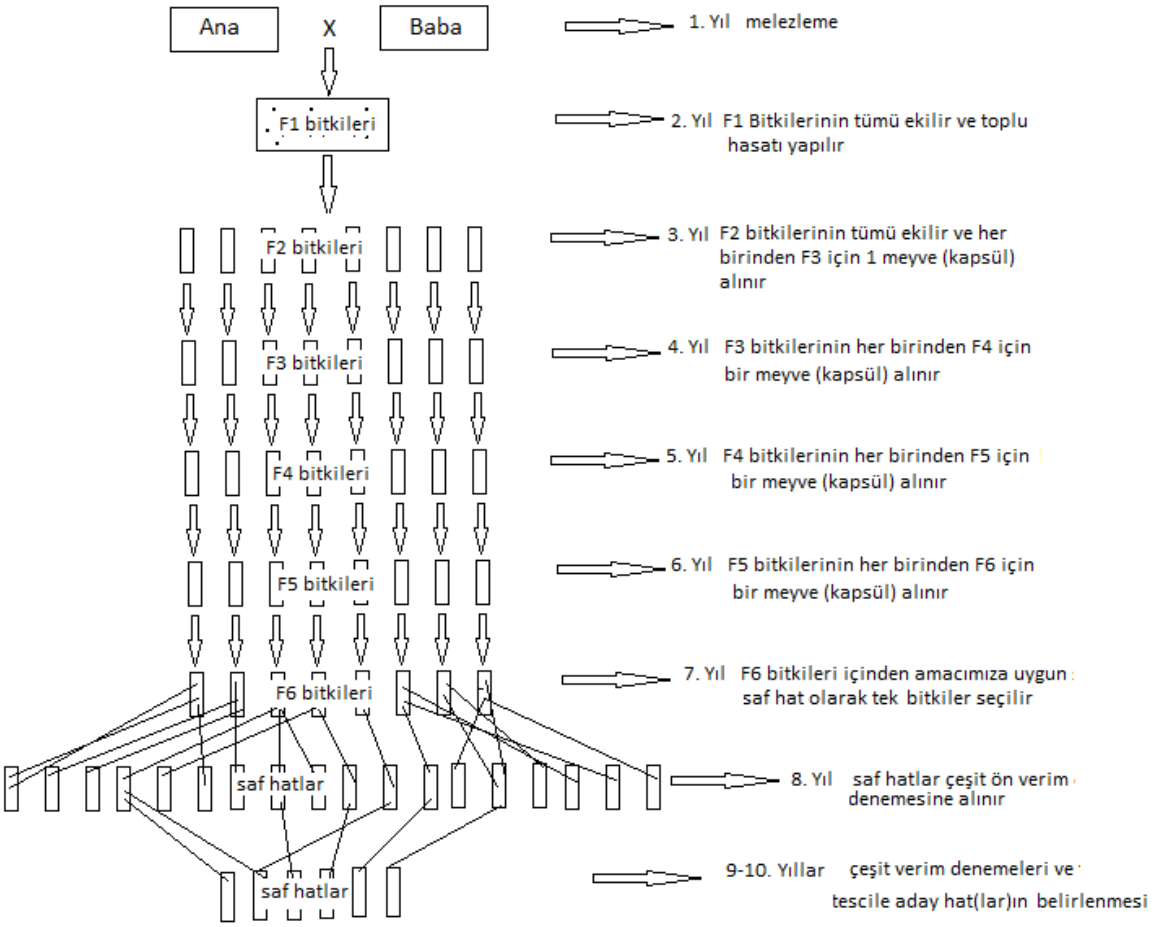


Şekil 11.4.2.1 Melezleme ıslahında bulk seleksiyonu

Pedigri seleksiyonuna göre bu yöntemle gözden kaçan genotiplerin korunması ve doğal seleksiyonun daha iyi çalışması sağlanır. F6'ya kadar hiç seleksiyon yapılmaması ve her yıl tohumların devamlı karışık ekilerek karışık kaldırılması sonucunda, giderek çok geniş alanlara ihtiyaç duyulması bu yöntemin uygulanmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle pek tercih edilen bir yöntem değildir. Bunun yerine modifiye edilmiş bulk yöntemi olan tek tohum nesli seleksiyonu geliştirilmiştir.

11.4.3. Melezleme Islahında Tek Tohum Nesli Seleksiyonu

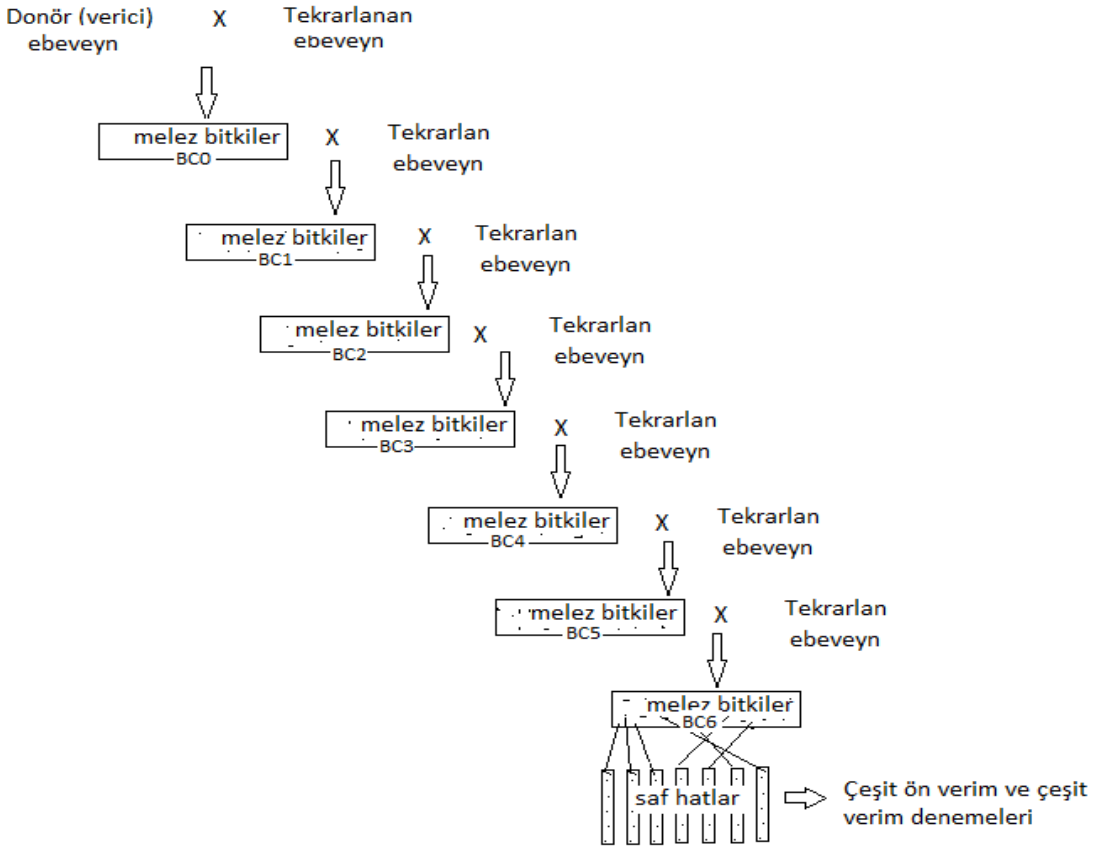
Bir tür modifiye edilmiş bulk yöntemidir. Uygulama kolaylığı bakımından son yıllarda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemle düşük kalıtımlı özelliklerin varyansları kolayca devam ettirilebilmektedir. Yılda birden fazla generasyon atlatma imkanı olan yerlerde bu yöntemden daha etkin faydalanılmaktadır. F2 kademesinden başlamak üzere F5 kademesine kadar her bir melez bitkiden hiçbir seleksiyon yapılmaksızın tek bir meyve (kapsül) alınarak ertesi yıl ekilir. Böylece çok az bir bitki ile çalışılması büyük bir avantajdır. Durulmanın gerçekleştiği F5'den sonraki aşamalar pedigri ve bulk yöntemiyle aynıdır. Yani, F5 bitkileri içinden amacımıza uygun tek bitkiler (saf hatlar) seçilerek ertesi yıl standartlı çeşit ön verim denemelerine alınır. Ümitvar bulunan hatlar sonraki yıllarda çeşit verim denemelerine alınarak çeşit adayları belirlenmeye çalışılır (Şekil 11.4.3.1).



11.4.4. Geriye Melezleme Islahı

Özellikleri iyi bir çeşit veya hatta istenilen başka bir özelliğin (kalite, hastalıklara dayanıklılık gibi) kazandırılması amacıyla yapılır. İlk yıl, istenilen özelliğe sahip çeşit veya hat (devamlı baba olan tekrarlanan ebeveyn) ile aktarılması istenilen özelliğe sahip ebeveyn hat veya çeşit (donör) melezlenir. Donör ebeveyn yalnızca bir kez melezlemeye girmiş olur. Sonraki 6 yıl boyunca her yıl elde edilen melezler üstün özellikli tekrarlanan ebeven ile tekrar melezlenir. Durulmanın olduğu 7. yıldan itibaren amacımıza uygun saf hatlar seçilir (Şekil 14.4.4.1). Her yıl melez yapılması bu yöntemin zor tarafıdır. Her geriye melezleme generasyonunda (BC) tekrarlanan ebeveynin genetik payı %50 artar. Her yıl kaç tane melez bitki ile tekrarlanan ebeveynin melezleneceği aktarılmak istenilen özelliğin kalıtımına göre değişir. Aktarılmak istenilen özellikler bir veya birkaç genle kontrol edilen dominant (baskın) kalitatif özellikler olursa yapılması daha kolay ve başarı şansı daha yüksek olur. Çünkü generasyonlarda görsel olarak istenilen özelliğe sahip bitkilerin takibi kolayca yapılabilir.

Örneğin verimli ve kaliteli standart NC-7 çeşidine yüksek oleik özelliği kazandırılmak istendiğinde bu yöntem kullanılabilir. Bunun için 1. yılda NC-7 çeşidi ile Runner tipi PI-599592 hattı (%80 oleik asit) melezlenir. 2. Yılda, geçen yılda elde edilen melez bitkiler ile NC-7 tekrar melezlenir. 3. Yılda da bir önceki yılda elde edilen melez bitkiler NC-7 ile tekrar melezlenir. Bu şekilde işlemler 7. Yıla kadar devam eder. 7. Yılda artık melez yapılmaz, amacımıza uygun (NC-7 gibi ve ayrıca yüksek oleik) saf hatlar seçilir. Burada yüksek oleik özelliği 2 genle kontrol edildiğinden başarı şansı yüksektir. Bu yöntemle dünyada yüksek oleik birçok yerfıstığı tescil ettirilmiştir. Ayrıca dünyada yaprak leke hastalığı ve rozet virüsü hastalığı gibi hastalıklara karşı dayanıklılık kazandırılması çalışmalarında bu yöntemden yararlanılmaktadır.



Şekil 11.4.4.1 Yerfıstığında geriye melezleme ıslahı

11.4.5. Türler Arası Melezleme

Yerfıstığının ana vatanı olan Güney Amerika'dan toplanan yerfıstığının yabani türleri, özellikle hastalık ve zararlılara dayanıklılık gibi tarımsal öneme sahip bazı özelliklerin kültürü yapılan çeşitlere aktarılmasında kaynak olarak değerlendirilmektedir. Kültürü yapılan yerfıstığı (*Arachis hypogaea* L.), çok büyük ve karmaşık bir genoma sahip allotetraploid (4n kromozomlu) bir türdür. Kültürü yapılan bu türün germplazm koleksiyonunda biyotik ve abiyotik streslere karşı orta derecede dayanıklılığa sahip genotipler bulunmaktadır. Buna karşın, 81 yabani türden birkaçında yüksek derecede dayanıklılıklar tespit edilmiştir.

Farklı kromozom sayısı, genomik uyumsuzluk ve genetik farklılıklardan kaynaklı kısırlık problemlerinden dolayı, melezleme uyumluluğuna sahip türler arası melezlemelerde bile istenilen genlerin kültürü yapılan *A. Hypogaea*'ya aktarılabilmesi çok zordur. Hibrit bitkilerin elde edilmesinde tozlanma döneminde, embriyonun ilk ve sonraki gelişimlerinde engeller ortaya çıkabilmektedir. Hibrit bitkiler elde edilse bile genetik rekombinasyon genellikle sınırlıdır ve istenilen özellikler *A. hypogaea* genomuna aktarılamayabilir.

Yabani türlerdeki geniş çeşitliliğe rağmen yerfıstığı ıslah proğramlarında melezleme uyumluluğu bakımından az sayıda yabani genotipler kullanılmaktadır. Yerfıstığı türleri dokuz seksiyona ayrılmıştır ancak sadece Arachis seksiyonundaki türler kültütü yapılan *A. hypogaea* ile melezlenebilmektedir. Bu türlerin çoğu diploiddir, ancak iki aneuploid ve iki tetraploid de bulunur.

Diploid yabani türlerle melezleme daha başarılı olmaktadır. Bununla birlikte, genomik ve ploidi farklılıklarından kaynaklanan sterilite bariyerleri nedeniyle diploidlerden faydalı genlerin introgresyonu (aktarılması) zor olmuştur. Arachis seksiyonunda diploidleri kullanmak için, *A. hypogaea* ve diploid türleri arasında doğrudan melezler yapılmış, kromozom sayısı hekzaploid seviyesine iki katına çıkmış ve daha sonra nematodlara, yaprak lekelerine, pasa ve bazı böcek zararlılarına karşı dirençli tetraploidler geri kazanılmıştır.

Yabani türlerden kültürü yapılan yerfıstığına istenilen genlerin aktarımı 2 aşamalıdır. İlk olarak istenilen genler *A. Hypogaea* genomuna aktarılır ki bu durumda birçok istenmeyen özelliklerde aktarılabilir. İkinci aşama olarak, verim ve kalite yanında aktarılması istenilen özelliklere sahip bitkilerin geliştirilmesi için kültürü yapılan bir çeşitle hibrit bitkiler melezlemeye alınır. Türler arası melezlemede başarı şansını arttırmak için kültürü yapılan çeşit ana olarak kullanılmalıdır. Diploid yabani türlerle doğrudan melezleme sonucunda triploid kısır hibritler elde edilmektedir. Vejetatif dokulara kolşisin uygulaması sonucunda kromozom katlanması sonucunda fertil hekzaploid bitkiler elde edilmektedir. Kromozom sayısının tetraploid olarak 40'a düşürülmesi kendi kendine tozlanma sonrasındaki kromozom kayıpları ile veya kültürü yapılan çeşit ile geri melezleme sonucunda sağlanabilmektedir.

Diploid yabani türlerle melezlemede ikinci yol, ilk olarak diploid türlerin kolşisin uygulanarak kromozom sayısının katlanmasını sağlamaktır. Çimlenen tohumlara kolşisin uygulanarak kolaylıkla kromozom katlaması sağlanabilmektedir. Arachis seksiyonunda en az 8 diploid (2n) türde kromozom katlamasıyla autotetraploid (4n) bitkiler elde edilebilmektedir. Ancak elde edilen bu bitkiler zayıftır ve bir yetiştirme sezonundan fazla hayatta kalamaz. Bu nedenle elde edilen bu autotetraploid bitkilerle kültür çeşitler ile hemen melezlenmelidir. Bu yöntemle herhangi bir yerfıstığı hattı geliştirilmemiştir. 3. yöntem olarak, iki veya daha fazla diploid türün melezlenmesi sonucunda sağlanan kromozom katlanmaları ile elde edilen amphidiploid bitkiler ile kültürü yapılan çeşitler melezlenebilir. Kültürü yapılan *A. hypogaea* ile amphiploid (*A.*

batizocoi x *A. duranensis*; *A. correntina* x *A. batizocoi*) melezleri sonucunda pas hastalığına dayanıklı hatlar geliştirilmiştir (Holbrook ve Stalker, 2003). Simpson ve ark. (1993), 4n [*A.batizocoi* (*A. cardenasii* x *A. diogoi*)]'nin Florunner çeşidi ile geri melezlemesi sonucunda kök ur nematoduna (*M. Arenaria*) dayanıklı COAN ve NemaTAM isimli yerfıstığı çeşitlerini geliştirmişlerdir.

Türler arası melezlemelerden sonra tescil ettirilen ilk yerfıstığı çeşitleri, 1970'lerde *A. hypogaea* ve onun tetraploid progenitörünün (gen kaynağı) çaprazlanmasından ortaya çıkan "Spancross" ve "Tamnut 74" çeşitleridir. Yaygın olarak yetiştirilen Virginia tipi 'Bailey' çeşidi bu materyallerden tescil ettirilmiştir ve geliştirilen diğer çeşitler Asya ve Güney Amerika'da yetiştirilmektedir. Alternatif olarak, Arachis seksiyonunda diploid A ve B genom türleri arasında melezler yapılmış, kromozom sayısı ikiye katlanmış ve nematod direncine sahip çeşitler geliştirilmiştir. Yabani Arachis türünden kültürü yapılan *A. hypogaea*'ya gen aktarımı, tek genler yerine büyük bloklar halindedir ve yeni genotipleme stratejileri geliştirilerek yabani yerfıstığı genetik kaynaklarının kullanımını artırmalıdır (Stalker, 2017).

Kültürü yapılan yerfıstığı ile aynı seksiyon ve seride bulunan *A. Monticola'*nın kültürü yapılan çeşitlerle mlezlenebilirliği nisbeten daha yüksektir. Ancak bu türün hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık özelliklerinin olmaması, tek tohumlu olması, gineforlarının zayıf olması ve uzun dormansiye sahip olması nedeniyle ıslah çalışmalarında az kullanılmaktadır. Bu melezden ortaya çıkan 2 çeşidin ekim alanı yaygınlaşmamıştır (Hammons 1970). *A. hypogaea* ve *A. cardenasii* arasındaki melezlemeleri sonucunda yaprak leke hastalıklarına, kök nematoduna, mısır kök kurduna (southern corn rootworm), patates yaprak piresine ve aflotoksine dayanıklı hatlar geliştirilmiştir (Holbrook ve Stalker, 2003).

Aynı yabani tür içinde de hastalık ve zararlılara dayanıklılık konusunda geniş varyasyonlar bulunabilmektedir. Kültürü yapılan yerfıstığı ile melezleme mümkünse yabani türlerden hastalık ve zararlılara dayanıklılık genleri kültür çeşitlerine aktarılabilir. Bunun en güzel örneği ABD'de ıslah proğramlarında erken ve geç yaprak leke hastalığı, nematot ve böceklere dayanıklılık özelliklerinin kültür çeşitlerine aktarılmasında *A. cardenasii* yabani türüne ait GKP10017 (PI 262141) hattının kullanılmasıdır. Singh ve Oswalt (1991), *A. duranensis*, *A. stenosperma*, *A. Cardenasii* ve *A. villosa* türlerine ait hatların erken ve geç yaprak leke, pas, domates lekeli virüs, trips ve afite karşı dayanıklı olduklarını rapor etmişlerdir.

Birçok özellik için yerfıstığının yabani akrabalarının kapsamlı fenotopik karakterizasyonu yapılmıştır. Arachis cinsine ait farklı yabani türlerde hastalık ve zararlılara dayanıklılıklar tanımlanmıştır (Upadhyaya ve ark., 2011a). Bazı hastalık ve zararlılara bağışık ve dayanıklı olduğu belirlenen yabani türler Çizelge 11.4.5'de verilmiştir.

Çizelge 11.4.5. Bazı hastalık ve zararlılara dayanıklı yabani yerfıstığı türleri (Singh ve Oswalt, 1991)

Seksiyon	Tür	Hastalıklar								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Arachis	*A. duranensis*	B		D			D			
	A. villosa	B						D	D	D
	A. correntina	B				D	D	D	D	D
	A. cardenasii	B	B			D	D	D		D
	A. chacoense	B	D	B/D		D	D	D	D	
	A. stenosperma	D	D	D						
Erectoides	*A. appressipila*	B	D							
Rhizomatosae	*A. qlabrata*	D	B	D	D	D		D	D	D

1: Pas (*Puccinia arachidis*), 2: Geç yaprak leke hastalığı (*Phaeoisariopsis personata*), 3: Erken yaprak leke hastalığı (*Cercospora arachidicola*), 4: Yerfıstığı cüce virüs hastalığı (peanut stunt virüs), 5: Yerfıstığı benek virüs hastalığı (Peanut mottle virüs), 6: Domates lekeli solgunluk hastalığı (Tomato spotted wilt virüs), 7: Tripsler, 8: afitler, 9: Yaprak pireleri. B: bağışık, D: dayanıklı

Çok genle kontrol edilen ve çevre genotip etkileşimi daha fazla olan kuraklık gibi abiyotik streslere dayanıklılık konusunda, yerfıstığı yabani türlerinde çok az çalışma yapılmıştır ve bu çalışmalar sera şartlarında morfolojik ve fizyolojik özelliklere dayalı olarak yapılmıştır. Upadhyaya ve ark. (2011a), 20 yabani türde 269 hat ile yaptıkları çalışmalar sonucunda kuraklığa dayanıklı ve yüksek tarımsal özelliklere sahip 20 hattın ıslah proğramlarında kullanılabileceğini belirlemişlerdir. Leal-Bertioli ve ark. (2012), diploit (2n) *A. duranensis* ve *A. İpaensis* türlerine ve bu türlerin melezlenmesi ile yapay olarak olarak elde edilen tetraploit bitkilerde (4n) kuraklıkla ilgili özellikleri araştırmışlardır. Yaprak alanı, stoma büyüklüğü ve terleme oranı gibi kuraklığa dayanıklılıkla ilgili özellikler yapay tetraploit bitkilerde daha fazla değişim göstermiş ve böylece kuraklığa dayanıklılıkla ilgili özelliklerin kültür çeşitlerine aktarılmasında yapay tetraploit bitkilerden daha çok faydanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Stalker ve ark. (1989)'nın *Arachis, Heteranthae, Caulorrhizae* ve *Procumbentes* seksiyonlarında *ve* Grosso ve ark. (2000)'nın *Arachis, Extranervosae, Erectoides* ve *Triseminatae* seksiyonlarında yaptıkları çalışmalar sonucunda kimyasal içerik ve yağ stabilitesi bakımından kültür çeşitlerini geçen yabani türler olmamıştır. Upadhyaya ve ark. (2011a), 20 yerfıstığı yabani hattının (*A. Stenosperma, A. Monticola, A. pusilla , A. kuhlmannii, A. villosa , A. batizocoi , A. duranensis , A., dardani* ve *A. paraguariensis* türlerine ait) yağ, protein ve şeker içeriklerini araştırmışlardır. İçerik bakımından kültür çeşitlerinden farklı sonuçlar bulunmamıştır.

11.5. Yerfıstığı Islahında Moleküler Tekniklerin Kullanımı

Son yıllarda moleküler biyolojide yani DNA ile ilgili genetik çalışmalarda görülen hızlı ilerleme, bitki genetiği çalışmalarında ve ıslahında çok büyük katkı sağlamıştır. Bunun için değişik yöntemlerle moleküler markör sistemleri (RFLP, RAPD, AFLP, SSR, SNP gibi) geliştirilmiştir. Moleküler markörler (DNA markörleri), genomda herhangi bir gen bölgesi ya da gen bölgesi ile ilişkili DNA parçasıdır. Moleküler markörler; genetik markörlerin, DNA tabanlı tipini oluşturduklarından, DNA markörleri olarak da bilinirler. Moleküler markörler genellikle herhangi bir biyolojik etkileri olmadığı için normal bir gen gibi düşünülmemelidir. Bunun yerine genom içinde sabit kilometre taşı olarak düşünülmelidir. Bu markörler tanımlanabilir DNA dizileridir, genomun spesifik lokasyonlarında bulunurlar ve standart kalıtım kurallarına bağlı olarak bir generasyondan diğerine aktarılırlar. DNA markörleri farklı genotiplere ait DNA diziliş farklılığını çeşitli şekillerde ortaya koyan markörlerdir. Islah çalışmalarında DNA markörleri kullanılarak ıslah materyallerinin birbirine olan akrabalık dereceleri belirlenebilir böylece duplikasyonlar elemine edilebilir. Melezlemelerde akrabalık derecelerine göre ebeveyn seçimi daha iyi yapılabilir. Yüksek oleik asit özelliği gibi markörü belirlenmiş olan özelliklerde erken generasyonlarda daha iyi seleksiyon yapılabilir (Yorgancılar ve ark. 2015).

Zaman içerisinde moleküler destekli seleksiyon (MAS) uygulanan bitki ıslahı çalışmaları, klasik çalışmalardaki seleksiyon hızını ve etkinliğini arttırma yönünde daha çok önemli katkılar sağlamaktadır. Moleküler markör uygulamaları tek başına klasik ıslahın yerine kullanılamamakla birlikte, klasik ıslahın başarısını artıran tamamlayıcı ve destekleyici teknikler

olarak kabul edilmektedir. Moleküler tekniklerin avantajları şunlardır: 1. Geleneksel ıslah yöntemleriyle az ya da hiç düzeltilemeyen, çok genle kontrol edilen ve çevre x genotip interaksiyonunun olduğu ekonomik öneme sahip bazı özelliklerde önemli bir araçtır. Kantitatif özelliklerle ilgili genomik bölgelerin tespiti mümkündür, böylece bir özelliği barındıran genomik bölge seleksiyonu ile kantitatif bazı özelliklere göre genetik ilerleme sağlanabilmektedir. 2. Moleküler markörler ile yabani türlerden veya onların melezlerinden istenilen özelliklerin transferinde istenmeyen özelliklerin transferi azaltılabilmektedir. 3. Erken generasyonlarda ve erken bitki gelişim dönemlerinde istenmeyen özelliklere sahip bitkiler atılarak zaman ve kaynak tasarrufu sağlanmış olur. 4. Genotipik bilgiye göre ilerleme sağlandığı için her generasyonda fenotipik bilgilerin toplanmasına gerek yoktur. 5. Moleküler markörler daha güvenilir olduğundan çevreden etkilenmedikleri için daha güvenilirdir. Klasik ıslahta tarlada gözden kaçan fenotipler daha güvenli bir şekilde tespit edilebilmektedir. 6. Yerfıstığında fazla kullanılmayan klasik geriye melezleme ıslahında moleküler tekniklerin kullanımıyla, belli bir özelliğe göre daha kolay çeşit geliştirilebilmektedir. 7. Hedef genotipe bazı çekinik genlerin dahil edilmesinde zamandan büyük ölçüde tasarruf sağlanır. 8. Her bir özellik genetik markörlerla takip edilebildiği için istenilen çok özelliklere sahip genotip oluşturulması mümkündür.

Yerfıstığında ilk kullanılan markörler izoenzimler ve proteinlerdir. İzoenzimler ve proteinler türler arasında belli ölçüde varyasyon ortaya koysa da kültürü yapılan türde çok az varyasyon ortaya koymaktadır. Bunun yerine daha sonra, kesilmiş parça uzunluğu polimorfizmi (restriction fragment length polymorphisms-RFLP), rastgele çoğaltılmış poliformik DNA (random amplified polymorphic DNA—RAPD) ve çoğaltılmış parça uzunluğu polimorfizmi (amplified fragment length polymorphism—AFLP) markörleri kullanılmıştır. Fakat bu markörlerin hiçbiri kültürü yapılan yerfıstığında yeterince bilgilendirici olmamıştır (Rami ve ark. 2018).

RFLP, dolaylı seleksiyon stratejilerini uygulamak ve bağlantı haritaları (linkage maps) oluşturmak için kullanılabilen ve çok sayıda polimorfizme sahip olan ilk markör sistemini temsil etmektedir. RFLP teknolojisi ile kültürü yapılan *A. hypogea* türü içinde az sayıda ve türler arasında ise daha fazla varyasyon ortaya konmuştur. Diploid *A. stenosperma ve A. cardenasii* türleri arasındaki F1 melezlerinde RFLP haritaları geliştirilmiştir. Tetraploid türler arasındaki melezlerde (Florunner x (*A. batizocoi x (A. cardenasii* x *A. diogoi*) 380 RFLP markörleri kullanılarak ikinci bir RFLP haritası yapılmıştır. Ayrıca her iki haritada da nematod dayanıklığı markörü olan R239 aynı bağlantı grubunu haritalamıştır.

Kültürü yapılan yerfıstığı ile pedigrisinde nematota dayanıklı *A. cardenasii* türü bulunan bir tetraploit ıslah hattı ile melezlenmiş ve açılan materyallerde RAPD markörleri kullanılmıştır. Bir markör (Z3/265) *M. Arenaria* nematoduna dayanıklılıkla sıkı bir şekilde bağlantılı bulunmuştur ve sonuçta *A. cardenasii* genlerinin bulunduğu bilinen bir yerdeki geri melezleme haritasında bağlı gruplar (linkage group) haritalanmıştır.

Pedigrisinde *A. cardenasii* türü bulunan türler arası melezde yaprak leke hastalığına (*C. arachidicola)* dayanıklılık özelliklerini kontrol eden genlerle RAPD markörleri arasındaki ilişki ortaya konmuştur. Bir markör aynı zamanda mısır kök kurduna (southern corn rootworm) dayanıklılıkla ilişkili bulunmuştur. Dayanıklılık genleri muhtemelen yabani türdeki ebeveynden kaynaklanmaktadır. Aynı zamanda bu markörler *Cylindrocladium* siyah çürüklük (*Cylindrocladium* black rot) hastalığına dayanıklılıkla da ilişkili bulunmuştur.

Bazı çalışmalarda AFLP markörleriyle daha fazla varyasyon ortaya konmuştur. Ancak bazı çalışmalarda ise bu yöntemle kültürü yapılan çeşitlerde daha az varyasyon meydana gelmiştir (Holbrook ve Stalker 2003).

Son yıllarda, basit dizi tekrarları (microsatellite veya simple sequence repeat-SSR) markörleri yerfıstığı genetik çalışmalarında kullanılmaya başlanmıştır. Çünkü bunlar, multiallelic, ko-dominant, polimorfik, ilgili türler arasında transferi mümkün, PCR (polymerase chain reaction) bazlı ve tetraploid genomlarda kullanımı mümkündür. Sonuç olarak, farklı araştırıcılar tarafından yapılan yerfıstığında mikrosatelit markör geliştirme çalışmaları sonucunda şimdiye kadar 15.000 SSR markörü geliştirilmiştir. Çok sayıdaki mikrosatelit markörlerinin kullanılabirliği sonucunda kültürü yapılan yerfıstığının düşük genetik varyasyonuna erişim mümkün olmuştur. Son zamanlarda, Shirasawa ve ark. (2012) tarafından transposon-enriched genomic kütüphaneden türetilen 535 markör geliştirilmiştir. Bu MITE markörleri genomic microsatellite markörlerindan daha fazla polimorfizim yakalayabildikleri için büyük bir potansiyel göstermektedir. ABD'de yerfıstığı gen bankasındaki çekirdek koleksiyonda (core collection) varyasyonu belirlemek için 22 adet SSR ile başarılı sonuç alınmıştır. Yüksek oleik asit özelliğini kontrol eden ahFAD2 allellerinin değişkenliği de belirlenmiştir. Hiçbiri yüksek oleik asit özelliğine sahip bulunmamış, ancak hatların %36'sı ahFAD2a mutasyonuna sahip bulunmuştur.

Son olarak, tek nükleotid poliformizim (single nucleotide polymorphism-SNP) markörleri genomda en fazla bulunan markörler olması nedeniyle daha fazla genotipleme başarısına sahiptir. SNP markörleri birçok bitki türünde geniş çapta kullanılmıştır. Ancak şimdiye kadar polyploid bikilerde uygulanmasının zorluğundan dolayı bu markörler yerfıstığında kullanılmamıştır (Rami ve ark. 2018).

Uluslararası bir ekip olan The International Peanut Genome Initiative (IPGI) tarafından 2 Ocak 2018'de yerfıstığı genetik kodunun tamamen belirlenme çalışmaları tamamlanmıştır. Bu sayede yaprak leke hastalığı, beyaz çürüklük, domates lekeli solgunluk hastalığına ve kök ur nematoduna dayanıklılık genleri ile ilgili moleküler markörler geliştirilmiştir. Yüksek oleik asit sentezinden sorumlu FAD gen allellerine bağlı markörler belirlenmiştir. Ancak bu markörler içinde sadece kök ur nematoduna dayanıklılık ve yüksek oleik markörleri en doğru sonucu verdiği için ıslah çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Çünkü bu özellikler 2 genle kotrol edilmektedir. Diğer özellikler çok genle kontrol edildiği için sadece dayanıklılık özelliğinden sorumlu çok sayıda genin bulunduğu kromozomlardaki genomik bölgeler (QTLs) belirlenebilmektedir (Anonim, 2018)

ABD'de entegre moleküler markör destekli seleksiyon (MAS) ile ilk geliştirilen yerfıstığı çeşidi kök ur nematoduna dayanıklı olan NemaTAM'dır. Ancak bu çeşit domates lekeli solgunluk hastalığına (TSWV) hassas olduğu için, bu çeşidin klasik ıslah yöntemleriyle ıslah edilmesiyle hem TSWV'ye hem de kök ur nematoduna dayanıklı olan Tifguard çeşidi geliştirilmiştir. 3 aşamalı hızlı markör destekli geri melezlemede Tifguard çeşidinin tekrarlayan ebeveyn olarak kullanılmasıyla nematoda ve TSWV'ye dayanıklılığın yanında yüksek oleik oranına sahip "Tifguard High O/L" çeşidi geliştirilmiştir.

Hindistan'da bulunan ICRISAT'da geri melezleme ıslahında markör seleksiyonu (MAS) ile yaprak pas hastalığı (rust, *Puccinia arachidis*) ve geç yaprak leke hastalığına (LLS, *Phaeoisariopsis personata*) dayanıklı çeşit geliştirme çalışmaları devam etmektedir. Pas hastalığına karşı %82.96 oranında fenotipik değişimi belirleyen genomik bölgenin (QTLs) tespiti ile markör destekli geri melezleme (MABC) ile popüler hale gelen pasa dayanıklı ICGV-

91114, JL 24 ve TAG 24 çeşitleri tescil ettirilmiştir. AhXII hattında LLS'ye dayanıklı genomik bölgelerin tespitiyle hem pasa hem de LLS'ye dayanıklı genotip geliştirme çalışmaları devam etmektedir (Janila ve ark. 2013).

Ülkemizde Antalya'da Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesinde ve Adana'da Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünde yerfıstığı ıslahında klasik ıslah çalışmalarının yanında moleküler tekniklerden de yararlanılmaktadır. Genetik materyallerin tarlada morfolojik karakterizasyonun yanında, moleküler tekniklerle moleküler karakterizasyonu da yapılarak akrabalık dereceleri ortaya konmaktadır. Melezleme çalışmalarında F2 generasyonunda yaprak örneklerinde yapılan moleküler analizlerle %100 doğrulukla yüksek oleik olan materyaller belirlenebilmektedir. Pas (rust) hastalığına dayanıklılık markörleriyle %83 oranında dayanıklı genotipler erken generasyonda belirlenebilmektedir.

12. ÇEŞİTLERİN KAYIT ALTINA ALINMASI VE TOHUMLUK SERTİFİKASYONU

Diğer bitkilerde olduğu gibi yerfıstığında da bu konuda 5553 Sayılı Tohumculuk Kanunu kapsamında Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü (TTSM) tarafından belirlenen talimat ve yönergelere göre işlemler yapılmaktadır. Ayrıntılı bilgi ve belgelere TTSM'nin internet sitesinden (https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM) öğrenilebilir. Aşağıda, bu konudaki genel esaslar verilmiştir.

Çeşitlerin Kayıt Altına Alınması (Tescili)

Çeşit; kendine özgü morfolojik, fizyolojik ve sitolojik özellikleri bulunan, generatif veya vejetatif yoldan üreyerek kendine özgü özelliklerini koruyan ve bilinen bir ıslah yöntemiyle geliştirildikten sonra tescili yapılarak üretime alınan bitki topluluğudur. Çeşit tescili, Bitki Çeşitlerinin Kayıt Altına Alınmasına İlişkin Yönetmelik kapsamında yürütülmektedir. Tohumluk üretici kuruluşlar, gerçek kişiler (ziraat fakültesi mezunu, 3 yıl ıslahta çalışmış ya da 3 ay ıslah kursu almış, bir kamu veya özel araştırma kuruluşunda çalışmayan) veya araştırma kuruluşları tarafından ıslah edilen bitki çeşitlerini kayıt ettirebilirler. Bu amaçla kayıt ettirecekleri çeşit adayının, başvuru öncesi denemelerini bir araştırma kuruluşuna yaptırarak, başvuru öncesi deneme raporunu bu kuruluştan temin ederler. Başvuru öncesi denemeler bir yılda en az iki lokasyonda veya tek lokasyonda en az 2 yıl olmalı ve denemelerde standart çeşitlerler de kullanılmalıdır.

Çeşit sahibi, çeşidin kayıt altına alınması (tescili) talebi ile başvuru dilekçesi, çeşide ait teknik bilgiler ve belgeler, ücret dekontundan oluşan başvuru dosyası hazırlayarak her yıl aralık-ocak ayları arasında TTSM'ne başvurur. Başvuru sahibi tarafından gönderilen tohumlarla (en az 3 kg) en az 1 lokasyonda Yeknesaklık Durulmuşluk (FYD) Testleri ve en az 3 lokasyonda Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri (TDÖ) denemeleri TTSM tarafından kurulur veya kurdurulur. Bu denemeler TTSM tarafından hazırlanan Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatına göre kurularak ölçüm ve gözlemler alınır. Deneme sonuçları, farklı sektör temsilcisinden oluşan tescil komitesinde görüşülür. Tesciline karar verilen çeşitler resmi gazetede yayınlanarak milli çeşit listesinde yer alır. TTSM'ce hazırlanan Kayıt Süresi Uzatımı Talimatı'na göre her 10 yılda bir çeşitlerin kayıt süreleri uzatılmalıdır, aksi halde milli çeşit listesinden düşer.

5042 sayılı Yeni Bitki Çeşitlerine Ait Islahçı Haklarının Korunmasına İlişkin Kanun ve bu kapsamda hazırlanan yönetmenlik çerçevesinde yapılacak başvurularla yeni kabul edilen bir

çeşit ıslahçı hakkı verilerek koruma altına alınabilir. Islahçı hakkına hak kazanan bir çeşitin ticarete konu olması durumunda ıslahçılarına belli oranlarda prim verilir (Anonim, 2021c).

Tohumluk Sertifikasyonu

Tohum; çiçeklerin tozlanma ve döllenmesinden sonra meydana gelen, embriyosu ve yedek besin deposu bulunan generatif üreme organıdır. Tohumluk üretmek isteyenlerin tohumluk yetiştirici, üretici veya araştırıcı kuruluş yetki belgesi almış olmaları gerekmektedir. Elit veya orijinal tohumluk üretimleri ıslahçı, çeşit sahibi veya bunların yetki verdiği araştırma kuruluşları tarafından üretilir ve pazarlanır.

Tohumluk yetiştirmek isteyen kişi ve kuruluşlar, beyanname ile birlikte ekeceği tohumluğun orijinini (sınıfını ve kademesini) gösterir sertifikayı vermek zorundadır. Yurt içi amaçlı sertifikasyonlarda başvuru işlemi üretimin yapıldığı ilin başvuru kuruluşuna (üretimin yapıldığı ildeki Bakanlık il müdürlüğü veya Bakanlık tarafından beyanname kabulü ve tarla kontrolleri için yetkilendirilen kuruluşları) yapılır. Tohumlukların sertifikalandırılabilmesi için tohumluk beyannamesi verilir. Tohumluğun ait olduğu tür ve çeşit adı Resmi Gazetede yayımlanan Milli Çeşit Listesindeki ile aynı olmalıdır. Tarla kontrolü, Bakanlıkça yetkilendirilen kontrolörler tarafından beyanname bilgileri ve tarla kontrol standartları göz önünde bulundurarak yapılır. Depolarda tohumluk numuneleri, Bakanlıkça belirlenen tohumluk numunesi alma esaslarına uygun olarak alınır ve ilgili sertifikasyon kuruluşuna gönderilir. Tohumlukların laboratuvar analizleri Bakanlıkça görevlendirilen veya yetki verilen tohumluk sertifikasyon kuruluşları tarafından yapılır. Tohumluklar, laboratuvar kontrolleri sonucunda en az ilgili yönetmelik eklerindeki standartlara uygun olmak zorundadır.

Tohumluk sertifikasyon kuruluşları tarafından yapılan laboratuvar analizleri sonucunda tohumluklara sertifika veya rapor düzenlenir. Tohumluklar resmi olarak belirlenen şartlara uygun şekilde ambalajlanarak ve etiketlenerek satışa arz edilir. Ambalajlama ve etiketleme ile ilgili şartlar ilgili yönetmeliklerinde belirtilmiştir. Etiketler TTSM veya Bakanlık tarafından yetki verilen kuruluştan tarla kontrol raporu sonuçlarına göre temin edilir. Tohumluklarda kullanılan etiketlerin basım ve dağıtımı TTSM ve TÜRKTOB (Türk Tohumcular Birliği) tarafından yapılmaktadır. Sertifikalı tohumların döl ve kademeleri vardır. Yerfıstığı için orijinal kademede 2 yıl (Orijinal I ve Orijinal II), sertifikalı kademede ise 3 yıl (Sertifikalı I, Sertifikalı II ve Sertifikalı III) üretilebilmektedir (Anonim, 2021b).

13. KAYNAKLAR

Anonim, (1979). Application for Plant Variety Protection Certificate. Plant Variety Protection Office, USDA.

Anonim, (2011). Peanut Company of Australia. *https://www.pca.com.au/wp-content/uploads/2016/11/tingoora.pdf, Erişim tarihi: 21.5.2021.*

Anonim, (2017). *https://peanutgrower.com/uncategorized/2017-runner-type-varieties/, Erişim tarihi: 15.6.2021.*

Anonim, (2018). *www.peanutusa.com/phoadomload/Genome, Erişim tarihi: 18.7.2021.*

Anonim, (2021a). Wikipedia, peanut. *https://en.wikipedia.org/wiki/Peanut, Erişim tarihi: 25.6.2021.*

Anonim, (2021b). The International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics *https://www.icrisat.org/, Erişim tarihi: 21.7.2021.*

Anonim, (2021c). Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü. *https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM, Erişim tarihi: 15.6.2021.*

Arıoğlu, H. (2017). Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı. Çukurova Üniversitesi Ders Kitapları, Yayın No: A-70, s:81-82.

Baydar, H. (2018). Yerfıstığı Bilimi ve Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, ders notları.

Bennett, R.S. (2018). Resistance to *Sclerotium rolfsii* and *Phoma arachidicola* in the U.S. mini-core collection. American Peanut Research and Education Society (APRES). Proceedings, Volume 50, s:140.

Baring, M.R. (2017). Progress in breeding for early leafspot resistance over the past two decates for the TAMU Agrilife Peanut Program. American Peanut Research and Education Society (APRES) Proceedings, Volume 49, s:175.

Besler, B. A., Grichar, W. J., Smith, O. D., Jaks, A. J. (2001). Response of peanut cultivars to full and reduced spray programs of tebuconazole for control of southern stem rot. *Peanut Science,* 28:5–8.

Campbell, W.V., Emery, D.A., Wynne, J.C. (1976). Resistance of peanut to patoto leafhopper. *Peanut Science,* 3:40-43

Campbell, H.L. (2009). Disease and yield response of selected peanut cultivars to low and high ınput fungucide programs in Southeast Alabama. American Peanut Research and Education Society (APRES). Proceedings, Volume 51, s:151.

Chamberlin, K.D., Bennett R.S. (2017). Screeninig of US peanut germplasm mini-core collection for resistance to sclerotinia blight. American Peanut Research and Education Society (APRES). Proceedings, Volume 49, s:155.

Chohan, J.S., Sandhu, R.S., Dalal, J.L. (1969). Screening of world collection of groundnut germplasm for resistance to collar rot disease caused by *A. Niger* in Punjab. *Indian J. Agr. Sci*. 40(6):546-551.

Coffelt, T.A., Seaton, M.L., VanScoyoc S.W. (1989). Reproductive efficiency of 14 virginia type peanut cultivars. *Crop Science* 18:1015-1020.

Dang, P.M. (2019). Evaluation of peanut breeding lines to identify differential expressed genes involved in leaf spot resistance. American Peanut Research and Education Society (APRES), Proceedings, Volume 51, s:82.

Devi, M. J., Bhatnagar-Mathur, P., Sharma, K. K., Serraj, R., Anwar, S. Y., Vadez, V. (2011). Relationships between transpiration efficiency and its surrogate traits in the rd29A:DREB1A transgenic lines of groundnut. *J. Agronomy Crop Science*, *197*, 272–283.

Duncan W.G., McCloud D.E., McGraw R.L., Boote K.J. (1978). Physiological aspects of peanut yield improvement. *Crop Science* 29:1217-1220.

Emery, D.A., Norden, A.J., Wyne, J.C., Mozingo, R.W. (1974). NC-FLA-14: An early maturing large seeded virginia bunch peanut variety. North Carolina Agric. Exp. Sta. Bul. 448, 15 pp.

FAOSTAT, (2020). http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL, *Erişim tarihi: 12.11.2020*

FAOSTAT, (2021). http://www.fao.org/faostat/en/#data, *Erişim tarihi: 12.6.2021*

Gibbons, R. W. (1976). Groundnut improvement programme. Priorities and Strategies, pp 1-26. ICRISAT mimeo.

Godoy, I.J., Santos, J.F., Micheletto, M.D., Moreas, A.R.A. (2014). IAC OL 5 - new high oleic runner peanut cultivar. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 14:200-203.

Grosso, N.R., Nepote, V., Guzmán C.A. (2000). Chemical composition of some wild peanut species *Arachis* L. seeds. *J Agric Food Chem* 48:806–809

Hamidou, F., Ratnakumar, P., Halilou, O., Mponda, O., Kapewa, T.V. (2012). Selection of intermittent drought tolerant lines across years and locations in the reference collection of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Field Crops Research*, *126*, 189–199.

Hammons, R. O. (1970). Registration of spancross peanuts. *Crop Sci*. 10: 459–460.

Hammons, R.O. (1982). Origin and early history of the peanut. In: Peanut Science and Technology, Ed.: Pattee, H.E., Young, C.T. 1-15 pp.

Hammons, R.O. (1994). The origin and history of the groundnut. In: The Groundnut Crop, Ed.: Smartt J. 24-39 pp.

Hancock, W.G. (2017). Evaluating an *Arachis hypogeae x Arachis diogoi* interspecific hybrid derived population for multiple disease resistance. American Peanut Research and Education Society (APRES). Proceedings, Volume 49, s:23.

Holbrook, C. C., Wilson, D. M., Matheron, M. E. (1998). Sources of resistance to preharvest aflatoxin contamination in peanut. *Proc. Am. Peanut Res. Educ. Soc.* 30:54.

Holbrook, C. C., Kvien, C. K., Ruckers, K. S., Wilson, D. M., Hook, J. E. (2000). Preharvest aflatoxin contamination in drought tolerant and intolerant peanut genotypes. *Peanut Sci.* 27:45–48.

Holbrook, C.C., Stalker, H.T. (2003). Peanut breeding and genetic resources. U.S. Department of Agriculture–ARS P.O. Box 748 Tifton, Georgia 31793. Department of Crop Sciences North Carolina State University P.O. Box 7620 Raleigh, North Carolina 27695.

Isleib T.G., Wynne J.C., Nigam, S.N. (1994). Groundnut breeding. In: The Groundnut Crop. Department of Biology, Southampton University, UK. Ed.: J. Smartt. 558-559 pp.

İpkin, B., (1997). Yerfıstığı mutant populasyonlarında uygulanan iki yönlü seleksiyonun tarımsal özellikler üzerine etkisi. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Janila1, P., Nigam, S.N., Pandey, M.K., Nagesh, P., Varshney, R.K. (2013). Groundnut improvement: use of genetic and genomic tools. *Frontiers in Plant Science*, Volume 4, Article 23.

Johnson, D.R., Campbell, W.V., Wynne, J.C. (1982). Resistance of peanuts to the twospotted spider mite. *Journal of Economic Entomology*, 75:6 1045–1047.

Kadiroğlu, A. (2015). Dünyada yüksek oleik asit içeren yerfıstığına talep giderek artmaktadır. Harman Time, 34:104-110.

Kadiroğlu, A. (2018). Yerfıstığı yetiştiriciliği. BATEM Teknik Bilgiler. *https://arastirma.tarimorman.gov.tr/batem/Menu/57/Teknik-Bilgiler, Erişim tarihi: 12.6.2021*

Kadiroğlu, A. (2020). Batı akdeniz yerfıstığı ıslah çalışmaları projesi. Yıllık Gelişme Raporları, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü-Antalya.

Kornegay, J.L., Beute, M.K., Wynne, J.C. (1980). Inheritance of resistance to *Cercospora arachidicola* and *Cercosporidium personatum* in six virginia type lines. *Peanut Science*, 7:4-9.

Leal, S.C.M., Bertioli, D.J., Guimarães, P.M., Pereira, T.D. (2012). The effect of tetraploidization of wild Arachis on leaf morphology and other drought-related traits. *Environ. Exp. Bot.*, 84:17–24.

Lynch, R.E. (1990). Resistance in peanut to majör arthropod pests. *Florida Entomologist*, 73: 422-445.

Mayeux, A.H., Waliyar, F., Ntare, B. R. (2003). Groundnut varieties recommended by the Groundnut Germplasm Project (GGP) for West and Central Africa. ICRISAT, Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India. 80 pp.

Middleton, K.J., Pande, S., Sharma, S.B., Smith, D.H. (1994). Diseases. Chapter 10. In: The Groundnut Crop, Ed.: Smartt J. 336 pp.

Milla, S.R., Isleib, T.G., Tallury, S.P. (2005). Identification of AFLP markers linked to reduced aflatoxin accumulation in *A. cardenasii*-derived germplasm lines of peanut. American Peanut Research and Education Society (APRES). Proceedings, Vulume 37, s:90.

Minton, N.A., Hammons, R.O. (1975). Evaluation of peanut for resistance to the peanut root-knot nematode. *Plant Dis. Reptr*. 59:944-945.

Monyo, E. S., Varshney, R. K. (2016). Seven seasons of learning and engaging smallholder farmers in the drought-prone areas of sub-Saharan Africa and South Asia through Tropical Legumes, 2007–2014. Patancheru 502 324, Telangana, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. ISBN 978-92-9066-568-7. 236 pp.

Moore, K. M., Knauft, D. A. 1989. The inheritance of high oleic acid in Peanut. *J. Hered*. 80:252–253

Nageswara, R. C., Talwar, H. S., Wright, G. C. (2001). Rapid assessment of specific leaf area and leaf N in peanut (*Arachis hypogaea* L.) using chlorophyll meter. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 189:175–182.

Nigam, S.N., Dwivedi, S.L., Gibbons, R.W. (1991). Groundnut breeding: constrains, achievements and future posibilities. *Plant Breeding Abstracts*, 61:1127-1136.

Nigam, S.N., Diwivedi, S.L., Gibbons, R.W. (2010). Groundnut breeding at ICRISAT. ICRISAT Mimeo.

Nigam, S. N., Chandra, S., Sridevi, K. R., Bhukta, M. R., Reddy, A. G. S., Rachaputi, N. R., Nagda, A. K. (2005). Efficiency of physiological trait-based and empirical selection approaches for drought tolerance in groundnut. *Annals of Applied Biology*, *146*:433–439.

O'Bryne, D.J., Knauft, D.A., Shireman, R.B. (1997). low fat monounsaturated rich diets containing high-oleic peanuts ımprove serum lipoprotein profiles. *Lipids* 32:687–695.

Pandey, M. K., Wang, M. L., Qiao, L., Feng, S., Khera, P., Wang, H., Guo, B. (2014). Identification of QTLs associated with oil content in RIL populations and mapping FAD2 genes and their relative contribution towards oil quality. *BMC Genetics*, 15:133.

Patil, A., Salunke, M.D. (2014). Breeding for quality traits in groundnut. *Popular Kheti*, Volume-2, Issue-2 (April-June).

Pittman, R.N., Todd, J.W., Culbreath, A.K., Gorbet, D. (2005). Evaluation of cultivated and wild peanuts for tomato spotted wilt virus resistance._American Peanut Research and Education Society (APRES), Proceedings, Vulume 37, s:86.

Pompeu, A.S. (1975). Peanut research in the Sao Paulo State, Campinas, Brazil. *Unpub. Rept.* 2 pp.

Qui, Q. S., Li, Z. C., Shen, Y. F., Wang, C. T., Miao, H. R. (1998). Groundnut breeding through mutation techniques in China. *Int. Arachis Newsl.* 18-17.

Rami, J.F., Soraya, C.M., Bertioli, L., Fonceka, D., Moretzsohn, M.C. (2018). Groundnut, Chapter 12, Avenue Agropolis , Montpellier 34398 , France.

Sanders, T.H., Williams, E.J., Schubert, A.M., Southeast, I. (1980). Peanut maturity method evaluations. *Peanut Science*, 7:78-82.

Shirasawa, K., Koilkonda, P., Aoki, K., Hirakawa, H., Tabata, S. (2012) In silico polymorphism analysis for the development of simple sequence repeat and transposon markers and construction of linkage map in cultivated peanut. *BMC Plant Biol.*, 12:80.

Simpson, C. E., Nelson, S. C., Starr, J. L., Woodard, K. E., Smith, O. D. (1993). Registration of TxAG-6 and TxAG-7 peanut germplasm lines. *Crop Sci*. 33:1418.

Singh, F., Oswalt, D.L. (1991). Genetics and breeding of groundnut. Skill Development Series no. 4, Human Resource Development Program, ICRISAT.

Smith, K. (1976). New variety gives corn rootworm resistance. *Peanut Farmer*, 12:38

Smith, J.W. (1980). Arthropod resistance in peanut. Texas Agric. Exp. Sta. MP-1451, 605 pp.

Smith, J.W., Posada, J. L., Smith, O.D. (1980). Greenhouse evaluation of 490 peanut lines for resistance to the lesser cornstalk borer. Texas Agric. Exp. Sta. MP-1464 42 pp.

Songsri, P., Jogloy, S., Kesmala, T., Vorasoot, N. (2008). Heritability of drought resistance traits and correlation of drought resistance and agronomic traits in peanut. *Crop Science*, 48:6.

Stalker, H.T. (2017). Utilizing wild species for peanut ımprovement. *Crop Science*, Vol. 57.

Stalker, H.T., Young, C.T., Jones, T.M. (1989). A survey of the fatty acids of peanut species. *Oléagineux*, 44:419–424

Subrahmanyam, P., Moss, J.P., Rao, V.R. (1983). Resistance to peanut rust in wild arachis species. *Plant Disease*, 67:209-212.

Tillman, (2015). Breeding peanuts: the story of a lowly groundnut. North Florida Research and Education Center Agronomy Department.

Upadhyaya, H. D. (2005). Variability for drought resistance related traits in the mini core collection of peanut. *Crop Science*, *45*:1432–1440.

Upadhyaya, H. D., Dwivedi, S., Nadaf, H., Singh, S. (2011a). Phenotypic diversity and identifi cation of wild *Arachis* accessions with useful agronomic and nutritional traits. *Euphytica*, 182:103–115.

Upadhyaya, H.D., Sharma, S., Dwivedi, S.L. (2011b). *Arachis* . In: Kole C (ed) Wild crop relatives:genomic and breeding resources. Springer, Heidelberg, pp 1–19.

Waykule, P.K., Mutkule, D.S., Jadhav, A.S., Mahajan, R.S., Bharadwaj, G.S. (2020). Screening of groundnut (*Arachis hypogaea*) genotypes against lepidopteran (*Helicoverpa armigera*, *Spodoptera litura*, *Aproaerema modicella*) insect pests. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(6):1229-1236.

Wang, M.L., Grusak, M.A., Chen, C.Y., Tonnis, B., Barkley, N.A., Eyans, S. (2016). Seed protein percentage and mineral concentration variability and their correlation with other seed quality traits in the U.S. peanut mini-core collection. *Peanut Science*, 43 (2): 119–125.

Wells, R., Anderson W.F., Wynne J.C. (1991). Peanut yield as a result of fifty years of breeding. *Agronomy Journal*, 83:957-61.

Wightman, J.W., Dick, K.M., Ranga Rao, G.V. (1990). Pests of groundnut in the semi-arid tropics. Insect Pests of Food Legumes, 243-322 pp.

Wynne, J.C., Gregory, W.C. (1981). Peanut breeding. *Advances in Agronomy*, Volüme 34.

Wynne, J.C., Coffelt, T.A. (1982). Genetics of *Arachis hypogea* L. In: Peanut Science and Technology, ed.: Harold E. Pattee, 52-87 pp.

Yelin, M.D. (2018). Evaluation of virginia-type germplasm for *Sclerotium rolfsii* tolerance in field conditions. American Peanut Research and Education Society (APRES), Proceedings, Volume 50, s:106.

Yorgancılar, M., Yakışır, E., Erkoyuncu, M.T. (2015). Moleküler markörlerin bitki ıslahında kullanımı. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, Journal of Bahri Dagdas Crop Research, 4(2):1-12.

Young, S., Kinzer, R.E., Walton, R.R., Matlock, R.S. (1972). Field screenining of tobacco thrips resistance in peanuts. *J. Econ. Ent*. 65:828-832.