



Review Article

Journal of Agricultural Biotechnology (JOINABT) 4(2), 84-98, 2023

Received: 15-Sep-2023 Accepted: 13-Nov-2023

homepage: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/joinabt>

<https://doi.org/10.58728/joinabt.1360882>



SAKARYA UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Fındıkta Tozlanma ve Döllenme Konusunda Son Gelişmeler

Hüseyin İrfan BALIK^{1*} , Tuğba Murat ARİF² 

¹Bahçe Bitkileri, Ziraat Fakültesi, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Türkiye

²Sakarya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Türkiye

ÖZET

Kuzey yarım kürede endemik olan fındık (*Corylus* sp.), özel iklim istekleri nedeniyle dünyada sınırlı bölgelerde yetişmektedir. *Corylus* cinsi içerisinde 20 civarında tür tanımlanmıştır ve kültür çeşitleri *C.avellana* türü içerisinde yer almaktadır. Fındık, monoik çiçek yapısına sahiptir ve tozlanma kış aylarında olmaktadır. Kendine ve karşılıklı uyuşmazlık söz konusu olup, S allelleri ile tek bir lokus tarafından kontrol edilen sporofitik tiptedir. Pistildeki allel genlerin co-dominat, polenekilerin ise dominat ya da co-dominant olduğu belirlenmiş ve uyuşmazlıkla ilgili 33 S alleli tespit edilmiştir. Eşeyssel uyuşmazlık fındıkta melezleme ıslahında ebeveyn seçimini zorlaştırmaktadır. Uyuşmazlık, kontrollü melezlemelerle ya da tozlanmış dişi çiçeklerin stilinde polen tüpünün gelişmesi floresans mikroskopunda izlenerek belirlenebilmektedir. Fındık çeşitlerinde dikogami yaygındır ve protandri sıklıkla görülmektedir. Erkek ve dişi çiçeklerin açım zamanı ve süresi ekoloji, çeşit ve aynı çeşitte yıllara bağlı olarak değişebilmektedir. Küresel iklim değişikliği diğer meyve türlerinde olduğu gibi fındıkta da fenolojik özellikler üzerine etki yapmaktadır. Fındıkta erkek çiçeklerin dişi çiçeklere göre soğuklama ihtiyacı daha az olduğundan bazı yıllar erken çiçeklenmektedir. Bu durum tozlanma eksikliği nedeniyle verim kayıplarına sebep olmaktadır. Bu nedenle dikogami ve eşeyssel uyuşmazlık tozlayıcı çeşit kullanımını zorunlu kılmaktadır. Tozlayıcı çeşit seçimi çalışmalarında yabancı tozlanmanın meyve tutumunu arttırdığı ve verimin de 2.5 kat kadar artış sağladığı ortaya konmuştur. Yabancı tozlanma sonucunda çotanaktaki meyve sayısı artarken boş meyve oranının azaldığı, ayrıca meyve kalitesinin de yükseldiği belirlenmiştir. Bu çalışmada fındığın döllenme biyolojisi bakımından kendine has özelliklerini ortaya koyan araştırmaların yanı sıra son yıllarda yapılan araştırma sonuçları incelenerek derleme haline getirilmiştir. Araştırma sonucunda Türkiye'nin en önemli tarımsal ihracat ürünü olan fındıkta sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi amacıyla çeşitlerin farklı bölgelerdeki performanslarını ortaya koyan adaptasyon projelerine, tozlayıcı çeşit geliştirme çalışmalarına, ilave tozlanma, çiçek tozu muhafazası ve etkili tozlanma periyotları ile ilgili araştırmaların yürütülmesine ihtiyaç olduğu değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *C. avellana*, tozlanma, döllenme, uyuşmazlık, dikogami

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: irfanbalik@subu.edu.tr

Current Developments In Pollination And Fertilization Researches In Hazelnut

ABSTRACT

Hazelnut (*Corylus* sp.), which is endemic to the northern hemisphere, is grown in limited regions in the world due to its special climate requirements. Around 20 species have been described within the genus *Corylus*. Commercial hazelnut cultivars are included in the *C.avellana*. Hazelnuts, which have a monoic, are wind pollinated during the winter months. There is self- and cross incompatibility. The incompatibility in hazelnut is of the sporophytic type, controlled by a single locus with S alleles. It was determined that the allele genes in the pistil were co-dominant, those in the pollen were dominant or co-dominant, and 33 S alleles related to the incompatibility were identified. Sexual incompatibility makes parent selection important in hybridization breeding in hazelnuts. The extent to which pollinators are incompatible with the main cultivar can be determined through controlled crosses. Additionally, the development of pollen tubes in styles can be revealed by monitoring them under a fluorescence microscope. Dichogamy is common in hazelnut cultivars and protandry is frequently observed. The male and female flowering may vary depending on ecology, cultivar and years in the same cultivar. Climate change causes differences in phenological periods in hazelnuts, as in other fruit species. It has been noted that catkins, which require less chilling requirements than female flowers, bloom earlier than the average for many years. Therefore, there are yield losses due to lack of pollination. Dichogamy and incompatibility necessitate the use of pollinators. Pollinator cultivar selection studies have shown that although it varies depending on the cultivar, cross-pollination significantly increases nut set and yield can increase by 2.5 times. It was determined that as a result of cross-pollination, the number of nuts in the cluster increased, the rate of blank nut decreased, and the nut quality also increased. In this study, in addition to the research revealing the unique characteristics of hazelnut in terms of fertilization biology, the results of the research conducted in recent years were examined and compiled. As a result of the research, in order to ensure sustainability in hazelnuts, Turkey's most important agricultural export product, it is evaluated that there is a need for pollinators development studies, which reveal the performances of cultivars in different regions, and the execution of projects related to supplementary pollination, pollen preservation and effective pollination periods.

Keywords: *C. avellana*, pollination, fertilization, incompatibility, dichogamy

1. Giriş

Kuzey yarımkürede endemik olan fındık 42-45 enlem derecelerinde ılıman iklim kuşağında yayılış göstermektedir. Yağışın 750mm'nin üzerinde olduğu nemli, ılıman iklim bölgeleri fındık tarımına uygundur. Sert kabuklu meyveler grubunda yer alan, ılıman iklim kuşağında yetişen fındık, kışın yaprağını döker, anemofildir ve monoik çiçek yapısına sahiptir. Çalı ya da ağaç formunda gelişebilmektedir [1].

İnsan diyetinde önemli bir besin kaynağı olan fındığın 100 g'da 634 cal enerji bulunmaktadır [2]. Doymamış yağ içeriği oldukça yüksek olması nedeniyle kandaki kolesterol seviyesini dengelemektedir. Ortalama %60 yağ içeren fındığın yağ asidi kompozisyonunda yüksek oranda oleik asit yer almaktadır. Linoleik, palmitik, stearik ve linolenik asit diğer önemli yağ asitleridir. Ayrıca, %10-22 karbonhidrat, %10-24 protein içermektedir [3].

Dünya'da 1 milyon hektarın üzerinde üretim alanı olan fındık; kaju, badem ve cevizden sonra üretimi en çok yapılan sert kabuklu meyve türüdür. 2021 yılında 1 milyon ton civarındaki fındık üretiminin % 63'ü Türkiye'de gerçekleşmiştir. Fındık üretiminde Türkiye'yi sırasıyla İtalya, Amerika Birleşik Devletleri, Azerbaycan, Gürcistan ve Şili izlemektedir.

Fındığın anavatanı Anadolu'dur. Ekonomik olarak fındık üretiminin yapıldığı Karadeniz Bölgesi aynı zamanda, fındığın ilk kültüre alındığı yer olarak bilinmektedir. Zamanla bölge insanının göç ettiği yeni yerlere fındığı da beraberinde götürmesi, diğer tarım ürünlerinden daha fazla gelir getirmesi ve hemen her koşulda az ya da çok ürün vermesi gibi nedenlerle tüm Karadeniz Bölgesinde ve geçit bölgelerinde hızla yaygınlaşmıştır. Tarım ve Orman Bakanlığı Ordu, Trabzon, Zonguldak, Bartın, Sakarya, Samsun, Giresun, Düzce, Kastamonu, Sinop, Artvin, Rize, Bolu, Kocaeli, Gümüşhane ve Tokat illerine bağlı 123 ilçeyi ruhsatlı fındık üretim alanı olarak belirlemiştir. Türkiye'de 2021 yılında ruhsatlı 740.000 ha alanda 684.000 ton fındık üretilirken; üretimin % 87'si Ordu, Giresun, Trabzon, Sakarya, Düzce ve Samsun illerinde gerçekleştirilmiştir [4].

Türkiye; Japonya, Kore, Çin, İran, Kafkaslar, Avrupa ve Kuzey Amerika ile birlikte fındığın doğal yayılış alanı içerisinde yer almaktadır. Son yıllarda Güney yarımkürede Şili, Yeni Zelanda, Avustralya ve Güney Afrika Cumhuriyeti'nde fındık plantasyonları hızla artmaktadır [3,5,6]. *Corylus* cinsi içerisinde 20 civarında tür tanımlanmıştır. Anadolu'da çalı formundaki *C. avellana* L. ve ağaç formundaki *C. colurna* L. türleri doğal plantasyonda bulunmaktadır. Türk fındık çeşitlerinin büyük kısmının üretici seleksiyonları sonucunda meydana geldiği değerlendirilmekle birlikte, son yıllarda seleksiyon ve melezle ıslahı ile geliştirilmiş Okay 28, Giresun Melezi, Allahverdi, Yomralı çeşitleri tescil edilmiştir [5,7,8].

2. Erkek ve Dişi Çiçek Özellikleri

Monoik çiçek yapısına sahip fındıkta, çiçeklenme çeşit, rakım ve ekolojiye bağlı olarak kasım ayında başlar mart'a kadar devam eder. Sert kabuklu meyvelerin erkek çiçek salkımları literatürde 'kedicik' (İng: catkins) olarak tanımlanmaktadır. Fındıkta çiçek tomurcukları bir yıl önceden oluşmaktadır. Kedicikler mayıs - haziran aylarında mevsim sürgünleri üzerindeki yaprakların koltuklarında görülebilir. Başlangıçta kısa ve yeşil renkte olan kedicikler, gelişmesi ilerledikçe açık yeşil renge dönüşür ve fenerlenme (çiçek tozu yayma) döneminde uzayarak parlak sarı renk alır. Kedicikler olgunlaştığında anterlerin içerisindeki çiçek tozları serbest kalır ve tozlaşma rüzgarla meydana gelir (Şekil 1). Tozlaşma kasım'da başlar. Çeşide ve iklime özellikle sıcaklığa bağlı olarak değişebilir ve mart ortalarına kadar devam edebilir. Erkek çiçekler, 200'e varan sayıda çiçek içeren salkım şeklindedir. Salkımlar ortalama 6-7 kedicik içermekte ve çeşitlere göre değişmekle birlikte 40 milyona kadar çiçek tozu ihtiva edebilmektedir. Çiçek tozu canlılığı çeşitlere göre farklılık göstermektedir. Bazı çeşitlerde çiçek tozlarının %30-50 oranında cansız olduğu tespit edilmiştir. Çeşitlerin çiçek tozu kalitesi genetik yapı, sıcaklık, nem, rüzgar ve kültürel bakım işlemlerine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Yapılan bir araştırmada, fındık çeşitlerinin çiçek tozu canlılığının yıllar itibariyle farklı olabileceği ifade edilmektedir [9].



Şekil 1. Farklı gelişme dönemlerindeki erkek çiçek salkımları (kedicik)

Karanfil adı verilen dişi çiçek kümeleri temmuz-ağustos aylarında gelişmeye başlamaktadır. Ancak çiçeklenme döneminde stiller gözükmeğe başlayana kadar vejetatif gözlerden ayırt edilmesi oldukça zordur. Bistüri yardımıyla tomurcuktan kesit alınarak dişi çiçekler görülebilmektedir. Bir dişi çiçek kümesi muhtelif sayıda dişi çiçekten meydana gelmektedir. Dişi çiçek sayısı 20'ye kadar çıkabilir ve her dişi çiçeğin 2 stili bulunmaktadır [10] (Şekil 2).



Şekil 2. Dişi çiçeklerin görüntüsü

3. Tozlanma

Dişi çiçek kümeleri iklim koşullarına bağlı olarak kasım-aralık aylarında olgunlaşmakta ve tozlanma için uygun hale gelmektedir. Başlangıçta pembe olan stil rengi, olgunlaşmanın ileri safhalarında parlak kırmızı hale gelmektedir. Türk fındık çeşitleri genellikle bu renk skalasına uymakla birlikte Foşa çeşidinin stili çiçeklenme dönemi boyunca sarı renge sahiptir (Şekil 3). Karanfillerin ucundaki kırmızı stillerin bulunduğu aşama fındık çeşitlerinde dişi çiçeklerin reseptif, yani çiçek tozu kabul edebilir aşamada olduğu anlamına gelmektedir. Stillerin, henüz tomurcuk içerisinde olmasına rağmen çiçek tozu kabul edebileceği yönünde de değerlendirmeler bulunmaktadır. İdeal tozlanma ve döllenme süreçlerinin ardından dişi çiçek sayısı fazla olan çeşitlerin çotanaktaki meyve sayılarının da fazla olduğu önemli tespitler arasında yer almaktadır. Kalınkara, İncekara, Kara ve Mincane çeşitleri bu duruma örnek gösterilebilir. Bir araştırmada, kontrollü şartlarda yapılan kendilemelerde çotanaktaki meyve sayısının daha düşük olduğu, yabancı tozlanmanın ise çotanaktaki meyve sayısını artırdığı ve kendilemede Tombul'da 2.23, Palaz'da 1.33, Çakıldak'ta 1.85, Foşa'da 2.92 ve Allahverdi'de 2.36 adet olan çotanaktaki meyve sayısının, tozlayıcı çeşitlere göre değişmekle birlikte sırasıyla 4.11, 3.36, 2.97, 4.31 ve 4.91 adete kadar artabileceği belirlenmiştir [3]. Çotanaktaki meyve sayısının ideal tozlayıcı çeşitler kullanıldığında çeşitlere göre değişmekle birlikte %47-252 arasında artabileceği ortaya konmuştur [9].



Şekil 3. Kırmızı (Tombul) ve sarı (Foşa) renge sahip stiller

Fındıkta stigmanın üç ay kadar reseptif kalabildiği kaydedilmiştir. Ancak çiçeklenmenin ilk 15 günü çiçek tozu çimlenmesi için en ideal dönem olarak ifade edilebilir. Tozlanmadan sonra çiçek tozları stigma yüzeyinde çimlenir, yaklaşık bir hafta içerisinde stil içerisine girişi tamamlanır. Esasında fındıkta stilin neredeyse tamamı çiçek tozlarının tutunması ve çimlenmesine uygundur. Bu nedenle fındıkta '*stigmatik stil*' ifadesi yaygın olarak kullanılmaktadır. Polen tüpü, stil tabanına ulaştığında genişler ve ince bir kallus tabakası ile örtülmektedir. Ovaryum dokusu gelişene kadar beklemektedir. Tozlanma ve çim borusunun uzaması tohum taslağının gelişmesini teşvik eder [10,11,12]. Tozlaşma neticesinde çiçek tozu ile temas eden stigmalar siyah-kahverengi arasında bir renge dönüşmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Tozlanmış dişi çiçek kümeleri (karanfil)

4. Döllenme

Yumurtalık tabanına ulaşan çim boruları yumurtalığın gelişmesine kadar 3–4 ay beklemektedir. Tozlanmanın ardında yumurtalık mayıs'a kadar normal büyüklüğünün % 10'u kadar gelişme gösterir ve akabinde hızlı bir gelişme periyodu içerisine girmektedir (Şekil 5). 3–4 hafta içerisinde yumurtalığın gelişmesi büyük oranda tamamlanır ve iki tohum taslağı oluşur. Tohum taslaklarından genellikle bir

tanesi döllenmekte ve gelişmekte, diğer yumurtalık dumura uğramaktadır. Eğer her ikisi döllenip gelişirse çift iç meydana gelmektedir [13].

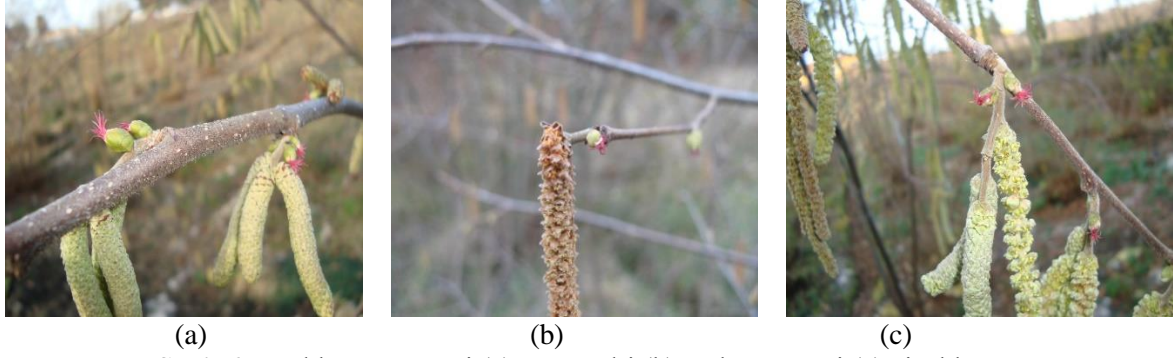


(a) (b) (c)
Şekil 5. Palaz fındık çeşidinde döllenme sonrası iç gelişimi (a: 13 Haziran, b: 20 Haziran, c: 30 Haziran)

5. Dikogami

Fındık, diğer bitkilerden farklı olarak kış aylarında çiçeklenmektedir. Çiçeklenme çeşit, rakım, yöney ve iklim koşullarına bağlı olarak kasım ile mart ayları arasında gerçekleşir. Erkek çiçeklenme 'fenerlenme' olarak tanımlanmaktadır [10]. Karışık tomurcuk yapısına sahip olan fındıkta tomurcuklar haziran'da oluşmaya başlamaktadır. Dişi çiçekler kasım ayından itibaren görülmeye başlar. Kasım ayından itibaren stiller tomurcuktan dışarı çıkmaya başlar ve artık vegetatif tomurcuklardan ayırt edilebilir. Bu andan itibaren dişi çiçekler artık reseptiftir yani, çiçek tozu kabul edebilmektedir.

Dişi ve erkek çiçeklerin farklı zamanlarda olgunlaşmasına *dikogami* denir. Erkek çiçeklerin dişi çiçeklerden erken olgunlaşmasına *protandri*, dişi çiçeklerin erkek çiçeklerden erken olgunlaşmasına ise *protogeni* denilmektedir [14,15] (Şekil 6). Dikogami; sıcaklık, oransal, nem, genetik yapı, bitkinin yaşı, tozlayıcı vektörler ve anaçlara bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Dikogami (özellikle protogeni) genellikle kendine tozlanmayı sınırlandıran bir faktör olarak yorumlanmaktadır. Protogeni çiçeklenmede dişi çiçekler başka çeşitlere ait çiçek tozları ile tozlanırlar. Çiçek tozu uzun süre canlı kalabilen bazı protandri türlerde de az miktarda kendine tozlanma olmaktadır [16]. Dişi çiçeklerde meyve oluşumu üzerine; çiçek tozunun canlılık durumu, çimlenme yüzdesi, çim borusunun embriyo kesesine ulaşması ve eşeyssel uyumsuzluk etki etmekle birlikte, temel şart tozlanmadaki başarıdır. Başarılı bir tozlanma, ancak dişi organ reseptif durumda iken çiçek tozunun stigmaya ulaşması ile mümkündür.



Şekil 6. Fındıkta protogeni (a), protandri (b) ve homogami (c) çiçeklenme

5.1. Dikogami derecesi

Bir araştırmada, dikogami derecesi çiçek tozu yayılımı ile stigmanın reseptiflik döneminin çakıştığı gün sayısı stigmanın reseptiflik süresine oranlanması ile belirlenmiş ve yüzde (%) olarak ifade edilmiştir. Araştırmacıya göre dikogami derecesinin artması sebebiyle tozlanma eksiklikleri meydana gelmekte meyve tutumu az ve verim düşük olmaktadır. Bu durumun önüne geçmek için bahçelerde farklı zamanlarda çiçeklenen en az 2 tozlayıcı çeşit kullanılmalıdır [17].

6. Çiçek tozu uyumsuzluk indeksi

Fındıkta kontrollü melezlemeler sonucunda elde edilen karanfilin çotanağa dönüşüm oranı, açıkta tozlama sonucunda elde edilen karanfilin çotanağa dönüşüm oranına oranlanarak çiçek tozu uyumsuzluk indeksi belirlenmektedir (Şekil 7). Uyuşmazlık indeksi ≤ 0.2 ise karşılıklı uyumsuz; 0.2-1 arasında ise kısmen uyumsuz; ≥ 1 ise kendine verimli olarak kabul edilmektedir [18]. Bir araştırmada, çiçek tozu uyumsuzluk indeksi Tombul'da 0.72, Çakıldak'ta 0.67, Foşa'da 0.68 ve Allahverdi'de 0.53 olarak belirlenmiş ve bu çeşitlerinin 'kısmen uyumsuz' olduğunu ortaya konmuştur. Palaz çeşidi ise 0.12 uyumsuzluk indeksi ile 'mutlak uyumsuz' olarak değerlendirilmiştir [9].



Şekil 7. Fındıkta melezlemede izolasyon yöntemleri (a- ocak izolasyonu, b- bitki/dal izolasyonu)

7. Etkili tozlanma periyodu

Etkili tozlanma periyodu, stigma yüzeyinin şişkinleşip genişleyerek çiçek tozu kabul edebilecek duruma (reseptif) gelme zamanı ile bu zamanın sona ermesi arasında geçen süreci kapsamaktadır. En fazla meyve teşekkülü için stigma yüzeyinde belirli oranda çiçek tozu birikimine ihtiyaç vardır. Yeterli çiçek tozu birikimi için etkili tozlanma periyodu döneminde anterleri olgunlaşmış olan ve çiçek dağılımını gerçekleştiren tozlayıcı çeşitlere ihtiyaç vardır. Aksi takdirde düzensiz ve az verim ile karşı karşıya kalınmaktadır. Elma ve bademde yapılan bir araştırmada meyve teşekkülü üzerine ağaçtaki çiçek sayısı ve etkili tozlanma periyodunun etkili olduğu belirlenmiştir. Armutlarda erkek organların erken olgunlaştığı durumlarda (Protandri) etkili tozlanma periyodunun sınırlandırıldığı ifade edilmektedir [19]. 3 ay kadar reseptif kalabilen fındığın dişi çiçekleri, uzun çiçeklenme döneminin hangi aşamasında tozlandığında meyve tutumu ve kalitesinin yüksek olduğu araştırılması gereken konulardandır.

8. Eşeyssel Uyuşmazlık

Erkek ve dişi gametlerin birleşmemesi sonucunda zigotun oluşmaması eşeyssel uyuşmazlık olarak adlandırılır. Fındıkta kendine ve melezlemede uyuşmazlık söz konusudur. Uyuşmazlık, S alleleri ile kontrol edilen sporofitik tiptedir. Fındıkta uyuşmazlığa sebep olan 33 S alleli belirlenmiştir [20]. Pistildeki allel genlerin co-dominat, çiçek tozlarındakilerin ise dominat ya da co-dominant olduğu belirlenmiştir. Uyuşmazlık durumunda stigmada çiçek tozunun çimlenemediği ve çim borusunun kıvrık geliştiği ve stil içerisine giremediği gözlenmektedir. Türk fındık çeşitlerinin çiçek tozlarında S2, S5, S8, S10, S12, S21, S24 alleleri bulunmaktadır [21]. Kendine verimli olan ve kendine uyuşmazlık gösteren türlerin dikogami eğilimleri arasında farklılıklar olabilmektedir. Protogeni türlerde tam dikogami durumunda kendi çiçek tozları ile tozlanamayacağı için kendine uyuşmazlık söz konusu olmamaktadır [22].

Fındıkta boş meyve oluşumunun kendine uyuşmazlıkla ilgili olduğu ve uyuşmaz kombinasyonlarda boş meyve oranının yüksek olduğu belirlenmiştir. Eşeyssel uyuşmazlığın diğer bir sonucu olarak, kendilemede çotanaktaki meyve sayısının düşük olduğu belirlenmiştir. Fındık tarımında, karanfilin çotanağa dönüşüm oranı ve çotanaktaki meyve sayısı yüksek, boş meyve oranının düşük olması yüksek verimin bileşenlerini oluşturmaktadır. Bu nedenle, fındıkta bahçe tesisinde, uygun tozlayıcı çeşitlerin kullanılması gerekmektedir [9].

9. Soğuklama İstekleri

Kültür bitkilerinin, yüksek verim ve kalitede ürün vermesi, tomurcuklanması, çiçeklenmesi, sürgün ve yaprak oluşturması için belli bir süre düşük sıcaklığa ihtiyacı vardır. Bir çeşidin soğuklama ihtiyacı, 0 ile 7°C sıcaklıklar arasında geçen saatlerin toplamı olarak ifade edilir. Bir çeşidin herhangi bir ekolojide başarılı olarak yetiştirilebilmesini belirleyen en önemli faktörlerden biri de soğuklama ihtiyacıdır.

Fındıkta yaprak tomurcuklarının soğuklama sürelerinin Tombul, Sivri, Palaz ve Foşa çeşitlerinde 350-550 saat, Uzunmusa'da 600-900 saat, Çakıldak'ta 750-1050 saat arasında olduğu, tomurcuk sürme zamanları açısından fındık çeşitleri arasında oldukça büyük farklılıkların bulunduğu belirtilmektedir. Ayrıca Palaz, Kalıncara, Sivri ve Yassı Badem çeşitlerinin yaprak tomurcuklarının soğuklama süresi en az iken, Çakıldak çeşidinin ise soğuklama isteğinin fazla olduğu belirtilmektedir. Erkek çiçeklerin soğuklama ihtiyacı dişi çiçeklerden daha azdır [23].

Bahçe tesisinde çeşit seçimi en önemli hususlardan biridir. Çeşitlerin soğuklama gereksiniminin bulunduğu ekolojide karşılanabilmesine dikkat edilmelidir. Erkenci çeşitler ilkbaharda orta (250-500m) ve yüksek kolda (500-750m) bazı yıllarda zirai donlardan etkilenmektedir ve verim düşük olmaktadır. Karadeniz Bölgesinde uzun yıllar meteorolojik verilere göre nisan ortalarına kadar zirai don riski bulunmaktadır. Bu nedenle riskli bölgelerde soğuklama isteği fazla olan çeşitler kullanılmalıdır. Ilıman iklim meyve türleri kış dinlenme döneminde -20°C'ye kadar zarar görmezken, ilkbahardan itibaren sıfırın altındaki sıcaklık derecelerinde bile zarar görebilmektedir. Fındıkta kış dinlenme döneminde tomurcularda -10°C'ye kadar zarar görülmemekte, -15°C'den itibaren tomurcularda zararlanma başlamaktadır. Buna karşın, tomurcukların kabarmaya ve açmaya başladığı şubat-mart aylarında -4°C'den itibaren zararlanma başlamaktadır. Düşük sıcaklığın meydana geldiği fenolojik devre, düşük sıcaklığın şiddeti ve süresi zararın boyutlarını artırabilmektedir [24].

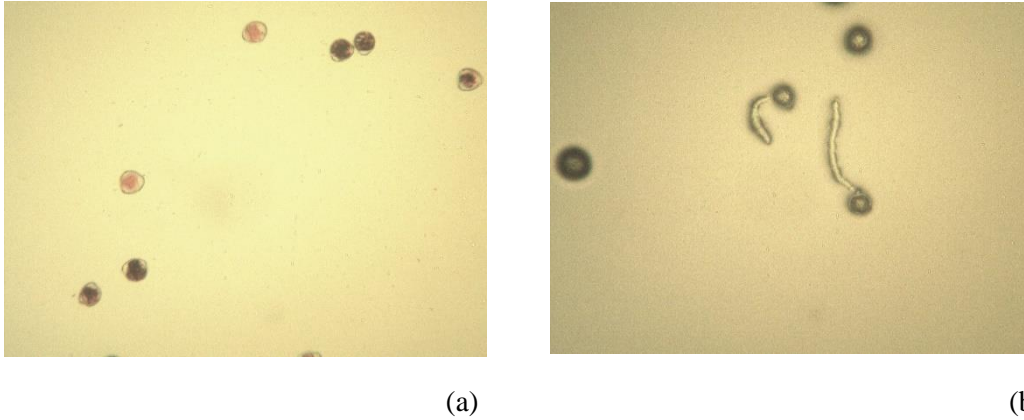
10. Çiçek Tozu Kalitesi

Fındıkta tozlanma ve döllenme süreçlerindeki başarı, çiçek tozu kalitesi ile orantılıdır. Çiçek tozu canlılık ve çimlenme oranları çeşide, yıla ve ekolojiye bağlı olarak farklılık göstermektedir [25]. Çiçek tozlarının rüzgarla ya da böceklerle stigmaya ulaşması ve burada çimlenmesi sayesinde meyve tutumu gerçekleşmektedir. Tozlayıcı çeşitlerin ana çeşitle çiçeklenme zamanlarının uyumlu olmasının yanı sıra çiçek tozu kalitesinin yüksek olması istenmektedir.

Asetokarmin, anilin mavisi, FDA (fluorescein diacetate), TTC (2, 3, 5- triphenyl tetrazolium chloride) gibi kimyasal maddeler çiçek tozu canlılığının belirlenmesi amacıyla kullanılan boyalardır [26]. Çiçek tozlarının çimlenmesi için ihtiyaç duyduğu su, organik tuzlar ve şeker gibi bileşenler kullanılarak in vitro çimlenme ortamları hazırlanmaktadır. Çiçek tozu çimlendirme denemelerinde 'doymuş petri', 'asılı damla', 'agar-agar' ve 'petride agar' metotları yaygın olarak kullanılmaktadır [27]. (Şekil 8).

Bir araştırmada, Tombul, Palaz, Çakıldak, Foşa, Allahverdi, Sivri, Kalıncara ve Yassı Badem fındık çeşitlerinin çiçek tozu canlılık ve çimlenme düzeyleri araştırılmış ve TTC testine göre çiçek tozu canlılığının %1.61-71.03, petride agar yöntemine göre çiçek tozu çimlenme oranının

%7.42-53.12 arasında olduğunu belirlenmiştir. Çiçek tozu kalitesinin çeşitlere ve yıllara bağlı olarak farklılık gösterebildiği bildirilmiştir [9].



Şekil 8. Çiçek tozu canlılık (a-TTC) ve çimlendirme testleri (b-petride agar, %20 sükröz konsantrasyonu)

11. Tozlayıcı Çeşit

Dikogami ve eşeyssel uyumsuzluk, fındık yetiştiriciliğinde tozlayıcı çeşit kullanımını gerektirmektedir. Fındıkta tozlanma rüzgarla gerçekleşmektedir. Çiçek tozları 25-40 mikron, oldukça küçük ve rüzgarla çok uzaklara taşınabilecek özelliktedir. Ancak ideal bir tozlanma için, tozlayıcı çeşitlerin ana çeşitlere uzaklığının en fazla 18-20 m olması gerektiği vurgulanmaktadır. Fındıkta bahçe tesisinde yeterli meyve tutumu için en az 2 tozlayıcı çeşide yer verilmesi gerektiği bildirilmektedir. Tozlayıcı çeşitler ana çeşit ile uyumsuzluk göstermemeli, ana çeşit ile çiçeklenme zamanları uyumlu, çiçek tozlarının canlılık oranı yüksek olmalı, meyve şekli ve kalitesi ana çeşitle benzerlik göstermeli, fenerlenmesi uzun sürmelidir [28]. Bu özelliklere sahip tozlayıcılar bahçede 1/10 oranında olmalı ve homojen şekilde bulunmalıdır. Fındıkta yabancı tozlanma meyve tutumunu arttırmakta, boş meyve oranını ise azaltmaktadır. Yabancı tozlanma, meyve ve iç özelliklerinde farklılıklara sebep olmaktadır [9]. Kseni olarak adlandırılan bu durum, tohum ve meyvede şekil, renk, olgunlaşma zamanı ve kimyasal içerikte farklılıklar ortaya koyabilmektedir [29]. Fındıkta karşılıklı tozlanmanın karanfilin çotanağa dönüşüm oranını, çotanağdaki meyve sayısını ve sağlam iç oranını artırdığı, boş meyve oranını ise azalttığı, ayrıca kseni etkisi ile meyve özelliklerinde önemli farklılıklara sebep olduğunu belirtilmektedir. Tozlayıcı çeşit çalışmalarında melezleme kombinasyonlarında uyumsuzluk olup olmadığı kontrollü melezlemelerle belirlenebileceği gibi, tozlanmış karanfillerin stilinde polen tüpünün gelişmesi floresans mikroskopunda izlenerek de belirlenebilmektedir. Yapılan bir araştırmada, tozlayıcı çeşitlerin karanfilin çotanağa dönüşüm oranı ve meyve özelliklerine etkileri ile çiçeklenme zamanları birlikte değerlendirildiğinde Tombul çeşidi için Allahverdi, Palaz çeşidi için Foşa, Çakıldak çeşidi için Tombul, Foşa çeşidi için Çakıldak ve Allahverdi, Allahverdi çeşidi için ise Foşa'nın en uygun tozlayıcılar olduğu belirlenmiştir [9].

12. Boş meyve oluşumu

Fındıkta boş meyve oluşumu sitomiksis, eşeyssel uyumsuzluk, kendine tozlama, anöploidi, çift döllenme eksikliği, iklim ve kültürel bakım işlemlerinden kaynaklanmaktadır [30]. Tozlayıcı çeşitlerin eksikliği durumunda fındıkta boş meyve oranı yüksek olmaktadır. Giresun'daki fındık bahçelerinin hakim çeşidi Tombul ve Ordu ilinde yaygın çeşidi Çakıldak ile tesis edilmiş bahçelerde tozlayıcı çeşit eksikliği ya da uygun tozlayıcı çeşitlerin kullanılmaması bazı yıllarda verimin düşük olmasına sebep olmaktadır.

13. Karanfil ve Çotanak Dökümleri

Fındıkta tozlanamayan karanfiller nisan- mayıs aylarında, döllenmeyen çotanaklar ise haziran ve temmuz aylarında dökülmektedir. Döküme sebep olan faktörler; biyolojik, fizyolojik, ekolojik, entomolojik ve fitopatolojik olmak üzere gruplandırılabilir [31]. Dikogami, çiçek tozunun stigma üzerinde çimlenememesi, eşeyssel uyumsuzluk, tozlanma eksikliği, çiçek tozu kalitesinin düşük olması gibi etmenler biyolojik faktörler olarak değerlendirilmektedir. Küresel iklim değişikliği nedeniyle erkek ve dişi çiçeklenme zamanlarındaki farklılıklar oluşmakta, çeşitlerin dikogami dereceleri artmakta ve verim kayıpları yaşanmaktadır. Türk fındık çeşitlerinin adaptasyon denemeleri henüz sonuçlanmadığı için çeşitlerin iyi gelişme gösterebileceği, verim ve kalite özelliklerini en üst düzeyde sergileyebileceği lokasyonlar henüz bilinmemektedir [32]. Su ve besin kısıtı fındıkta bitki gelişiminin yanı sıra çiçek ve çiçek tozu kalitesini de olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle çiçek tozu kalitesini artıran ve boş meyve oluşumunu azaltan bor ve çinko gübrelemesine önem verilmelidir [33]. Bor noksanlığı genel olarak ılıman iklime sahip ve bol yağış olan bölgelerde görülmektedir. Ordu yöresinde yıllık yağış miktarının yüksek olmasıyla ilişkili olarak en fazla noksanlığı görülen mikro elementlerden çinko ve borun ön plana çıktığını ifade etmektedir. Beslenme noksanlığı gerek çiçek, gerekse de çotanak dökümüne sebep olduğu gibi çiçek tozu çimlenme oranını düşürerek verim kaybına sebep olabilmektedir [34]. Erkek ve dişi çiçekler üzerinde kuvvetli rüzgar, fazla yağış, kar, don, kuraklık, nisbi nem azlığı ve sis gibi muhtelif etkenler zarar meydana getirerek döküme sebep olabilmektedir [35].

14. Sonuç

Türkiye'de fındık tarımının en önemli problemi verim düşüklüğüdür. Verim düşüklüğünün sebepleri arasında kültürel uygulamaların eksikliği ile birlikte, tozlanma ve döllenme problemleri ilk sıralarda yer almaktadır. Tozlayıcı çeşit kullanımı ile ilgili olarak üreticilerdeki bilgi eksikliği nedeniyle bahçe tesisinde tozlayıcı çeşitlere yer verilmemektedir. Eski bahçelerde tozlayıcı olarak dikilmiş yabancı fındık tipleri ise meyve kalite özelliklerinin iyi olmadığı gerekçesi ile kesilmektedir. Bu durum, fındıkta verim kayıplarına neden olmasının yanı sıra, fındık genetik kaynaklarının da yok olmasına sebep olmaktadır. Ülkemizde tozlayıcı çeşit konusunda yapılan araştırmaların yetersiz olduğu görülmektedir. Örneğin tescilli tozlayıcı çeşidimiz henüz bulunmamaktadır. Yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan fındık çeşitleri

ile eş zamanlı çiçeklenen, uyumsuzluk göstermeyen, kedicik miktarı fazla, çiçek tozu kalitesi yüksek ve geç dönemde fenerlenen tozlayıcı çeşitlerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Küresel iklim değişikliği fındığın çiçeklenme zamanlarında önemli değişikliklere sebep olmakta ve çeşitlerin dikogami derecesi artmaktadır. Bu nedenle çiçek tozu muhafazası, tamamlayıcı tozlama ve etkili tozlanma periyodu konularında araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Çıkar Çatışması

"Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur"

Yazarların Katkıları

Hüseyin İrfan Balık (sorumlu yazar); makale için fikir oluşturulması, literatür bildirişlerinde akışın planlanması, bulguların açıklanması ve sunumu için sorumluluk almak, yazının tümü için sorumluluk almak,

Tuğba Murat Arif; makale ile ilgili literatürün taranması, tasnifi, çevrilmesi

Kaynakça

- [1] İslam, A. 2019. Fındık ıslahında gelişmeler. Akademik Ziraat Dergisi Cilt: 8 Özel Sayı: 167-174 (2019) Derleme ISSN: 2147-6403 e-ISSN: 2618-5881 DOI: <http://dx.doi.org/10.29278/azd.667662>.
- [2] Baysal, A. 1993. Genel Beslenme (8.Baskı), Hatipoğlu Kitabevi, 194, Ankara.
- [3] Balık H.İ (2018). Fındıkta kseni ve metakseni üzerine araştırmalar. (Doktora Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- [4] TÜİK, 2023. Türkiye İstatistik Kurumu web sayfası. <https://www.tuik.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 04.09.2023).
- [5] Thompson, M.M., Lagerstedt, H.B. and Mehlenbacher, S.A. 1996. Hazelnuts. In: Janick J, Moore JN (eds), *Fruit Breeding*, 3: 125-184.
- [6] Molnar, T.J. 2011. *Corylus. Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, Forest Trees*, Springer, 15-48, doi 10.1007/978-3-642-21250-5_2.
- [7] Boccacci, P., Akkac, A. and Botta, R. 2006. DNA typing and relations among European hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars using microsatellite markers. *Genome*, 49: 598-611.
- [8] TTSM, 2023. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=85> Erişim Tarihi: 04.09.2023
- [9] Balık Hİ, Beyhan N. 2019. Pollen compatibility in Turkish hazelnut cultivar. *Turkish J Food Agri Sci*, 1, 12-17.
- [10] Beyhan, N. (2000). Fındığın Döllenme Biyolojisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15: 116-122.
- [11] Germain, E. (1994). The reproduction of hazelnut: a review. *Acta Horticulturae* 351:195-209.
- [12] Liu, J., Zhang, H., Cheng, Y., Wang, J., Zhao, Y., Geng, W. (2014). Comparison of ultrastructure, pollen tube growth pattern and starch contain in developing abortive ovaries during the progamic phase in hazel. *Frontiers in Plant Science* 5, 528.

- [13] Bostan, S.Z. 2019. Fındıkta kabuklu ve iç meyve kusurları. Akademik Ziraat Dergisi Cilt:8 Özel Sayı: 157-166 (2019). ISSN: 2147-6403 e-ISSN: 2618-5881 DOI: <http://dx.doi.org/10.29278/azd.644005>.
- [14] Routley, B.M., Bertin, R.J., Husband, B.C., 2004. Correlated evolution of dichogamy and self-incompatibility: A phylogenetic perspective. Int. Journal of Plant Science. 165 (8):983-993.
- [15] Balık, H.İ., Beyhan, N., 2011. Meyve Türlerinde Dikogami. Türkiye 6. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Bildiriler Kitabı, Sayfa 964-969. 4-8 Ekim 2011, Şanlıurfa.
- [16] Sargent, R.D., Otto, S.P., 2004. A phylogenetic analysis of pollination mode and the evolution of dichogamy in angiosperms. Evolutionary ecology research. 2004, 6:1183-1199.
- [17] Kumar, K., Sharma, R., Sharma, S.D., 2005. Homogamy in Persian Walnut Selections of Indigenous Origin From Himachal Pradesh, India, Adv. Hort. Sci., 2005 19 (1):29-33.
- [18] Hosseinpour, A., Seifi, E., Javadi, D. and Ramezanzpour, S.S. 2015. A preliminary study on pollen compatibility of some hazelnut cultivars in Iran. Advances in Horticultural Science, 29:1, 13-16.
- [19] Sanzol, J., Herrero M., 2001. The effective pollination period in fruit trees. Scientia Horticulturae 90 (2001) 1-17.
- [20] Mehlenbacher, S. A. (2014). Geographic distribution of incompatibility alleles in cultivars and selections of european hazelnut. Journal of the American Society for Horticultural Sciences, 139(2), 191-212.
- [21] Erdoğan, V., Mehlenbacher, S. A., Köksal, A. İ., & Kurt, H. (2005). Incompatibility alleles expressed in pollen of Turkish hazelnut cultivars. Turkish Journal of Biology, 29, 111-116.
- [22] Bertin, R.I. and Newman, M.C., 1993. Dichogamy in angiosperm. *The Botanical Review*. 59: 112-152.
- [23] Çakırmelikoğlu, C., Kaya, A. (1993). Yoğun olarak üretimi yapılan bazı önemli fındık çeşitlerinin dişi çiçeklerinin soğuğa mukavemet durumlarının belirlenmesi üzerine araştırmalar. Araştırma proje özetleri. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı.
- [24] Anonim (1992). Fındık Araştırmaları Ülkesel Projesi. Tarım ve Orman Bakanlığı, Fındık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Giresun.
- [25] Beyhan, N. Odabaş, F. (1995). Bazı Önemli Fındık Çeşitlerinde Çiçeklenme Dönemlerinin Çevresel Faktörlerle İlişkileri Üzerinde Bir Araştırma. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 3-6 Ekim, Adana.
- [26] Bolat, İ.Pırlak, L. (1999). An investigation on pollen viability, germination and tube growth in some stone fruits. Turkish Journal of Agricultural and Forestry, 23, 383-388.
- [27] Koç, N., & Kılavuz, F. H. (1999). Seleksiyon sonucu elde edilen ana tiplere tozlayıcı seçimi ile fındık çeşit ve tiplerinin pollen kalitesinin tespiti üzerine araştırmalar, Fındık Araştırma Enstitüsü Yayınları, 19, 1-9.
- [28] Olsen, J., 2013. Pollination and nut development. Growing hazelnuts in the pasific northwest. Em 9074, OSU Extension services, November 2013.
- [29] Denney, J.O. (1992). Xenia includes metaxenia. Hortscience, 27(7): 722-728.
- [30] Lagerstedt, H.B. 1977. The occurrence of blanks in the filbert (*Corylus avellana*) and possible causes. *Economic Botany*, 31:2, 153-159.
- [31] Beyhan N. Demir T ve Turan A. (2007). İlkbahar Dönemi İklim Koşullarının Fındığın Verim ve Gelişmesi Üzerine Etkileri, Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 04-07 Eylül, Cilt: 1 Meyvecilik, 459-463, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Erzurum.
- [32] FAE, 2023. Fındık Araştırma Enstitüsü Resmi Web Sayfası. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/findik/Menu/45/Devam-Eden-Projeler> (Erişim Tarihi: 14.09.2023).
- [33] Balık Hİ, Beyhan N. 2021. Effect of pollinator cultivars on nutrient content in some Turkish hazelnut cultivars. Turkish J Food Agri Sci, 3 (1): 13-19.
- [34] Özkutlu F., Aydemir, Ö. E., Akgün, M., & Özcan, B. (2019). Ordu ilinde fındık (*Corylus avellana* L.) tarımı yapılan toprakların çinko (Zn) beslenme durumu ve potansiyel beslenme problemlerinin belirlenmesi. Akademik Ziraat Dergisi, 8(Özel Sayı), 131-140.

[35] Topçuoğlu, G. (2008). Uluslararası Piyasada Fındığın Türkiye Ekonomisine Katkısı ve Sorunları. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Tekirdağ.



© 2020 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).