

TC.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DÜŞÜK VE YÜKSEK SICAKLIKLARIN BAZI MEYVE
AĞAÇLARINDA İN VİTRO POLEN GELİŞİMİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Semiha YOLAÇTI

Tez Yöneticisi:
Yrd. Doç. Dr. Nazmi GÜR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Bu çalışma, Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetimi Birimi (FÜBAP)
tarafından desteklenmiştir (FÜBAP – Proje No: 1126)

ELAZIĞ,2006

TC.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DÜŞÜK VE YÜKSEK SICAKLIKLARIN BAZI MEYVE
AĞAÇLARINDA İN VİTRO POLEN GELİŞİMİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Semiha YOLAÇTI

Yüksek Lisans Tezi
Biyoloji Anabilim Dalı

Bu tez, tarihinde aşağıda belirtilen jüri tarafından oybirliği /oyçokluğu ile başarılı / başarısız olarak değerlendirilmiştir.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Nazmi GÜR

Üye: Prof. Dr. Dursun ÇOBANOĞLU

Üye:

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
İÇİNDEKİLER	I
TABLolar LİSTESİ	II
ÖZET	III
SUMMARY	IV
1.GİRİŞ	1
2.MATERYAL VE METOT	9
2.1. Araştırma Bölgesi	9
2.2. Araştırma Materyali	9
2.3. Besiyeri	9
2.4. Polen Preperatlarının Hazırlanışı	10
3.SONUÇ VE TARTIŞMA	11
3.1. Farklı Sıcaklıkların Elma Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğuna Etkisi	11
3.2. Farklı Sıcaklıkların Kayısı Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğuna Etkisi	12
3.3. Farklı Sıcaklıkların Erik Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğuna Etkisi	13
3.4. Farklı Sıcaklıkların Armut Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğuna Etkisi	14
3.5. Farklı Sıcaklıkların Ayva Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğuna Etkisi	15
KAYNAKLAR	22
ÖZGEÇMİŞ	28

TABLÖLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
3.1.1. Farklı Sıcaklıkların Elma Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğuna Etkisi	11
3.2.1. Farklı Sıcaklıkların Kayısı Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğuna Etkisi	12
3.3.1. Farklı Sıcaklıkların Erik Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğuna Etkisi	13
3.4.1. Farklı Sıcaklıkların Armut Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğuna Etkisi	14
3.5.1. Farklı Sıcaklıkların Ayva Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğuna Etkisi	15

TEŞEKKÜR

Bu tezin yazımı, düzeltilmesi ve laboratuvar çalışmaları esnasında emeği geçen ve hiçbir yardımı esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Nazmi GÜR' e teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca, bu çalışmayı FÜBAP- no'lu proje ile destekleyen, Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetimi Birimine teşekkürlerimi sunarım.

Semiha YOLAÇTI

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DÜŞÜK VE YÜKSEK SICAKLIK STRESİNİN BAZI MEYVE AĞAÇLARINDA İN VİTRO POLEN GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Semiha YOLAÇTI

FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI
2006, SAYFA:27

Bitkiler için önemli bir stres faktörü olan sıcaklığın armut (*Pyrus comminus* L.), ayva (*Cydonia oblonga* Miller), erik (*Prunus domestica* L.), elma (*Malus sylvestris* Miller), kayısı (*Prunus armenica* L.) bitkilerinin in vitro ortamda polen çimlenmesi ve tüp büyümesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada kirlilik faktörlerinden tamamen uzakta örnekler toplandı. Her bitkinin polenleri 5,10,15,20,25,30,35 ve kontrol gurubu olan 22±1 °C’de Brawbaker ve Kwack besiyerinde 3 saat süreyle inkübe edildi. Sonuçta her türe ait polenlerin sıcaklık değişimlerinden farklı oranlarda etkilendiği gözlemlendi. Polen çimlenmesi bakımından düşük sıcaklıktan en fazla etkilenen %98,73’lük düşüş ile kayısı olmuştur, yüksek sıcaklıktan ise çimlenme oranındaki % 99,43 lük düşüş ile erik olmuştur. Tüp uzunluğu bakımından ise ayva bitkisi polenleri düşük sıcaklıktan en fazla etkilenmiş, yüksek sıcaklık ise en fazla elma bitkisi polenlerini etkilemiştir.

Anahtar Kelimeler: in vitro, polen çimlenmesi, polen tüp uzaması, sıcaklık stresi.

SUMMARY

MSc Thesis

EFFECTS OF LOW TEMPERATURE STRESS ON IN VITRO POLEN GERMINATION AND TUBE ELONGATION IN SOME FRUIT TREES

Semiha YOLAÇTI

FIRAT UNIVERSITY
SCIENCE INSTITUTE
BIOLOGY DEPARTMENT
2006, PAGE: 27

We investigated the effect of temperature, which is an important stress factor for plants, on in vitro pollen germination. At this study all collected samples were far away from environmental pollutions. Every plant pollens were incubated at 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and control group 22 ± 1 °C temperature on Brewbaker Kwack medium for three hours. It was found that each species pollen was effected with different ratio depend on temperature exposure. In comparison pollen germination between species apricot was the highest effected species compared with others at low temperature. However at high temperature, plum was the highest effected species. When tube elongation compared with each other quince was the highest effected species with others at low temperature, While apple was the highest effected species at high temperature.

Key words: in vitro, pollen germination, pollen tube elongation, heat stress.

1.GİRİŞ

Güneş enerjisi yeryüzüne kısa dalga boyu olarak ulaşır. Bu ışınların bir kısmı atmosfer ve yerin yüzeyinden uzaya geri yansıtılır. Gelen ışınların büyük bir kısmı ise yeryüzü tarafından emilerek dünyamızı ısıtır. Yeryüzü ısındıkça ortaya çıkan enerji, kızıl ötesi radyasyonla yani uzun dalga boyu ışınlımlarla tekrar uzaya gönderilir. Ancak yerkürenin sıcak yüzeyinden salınan uzun dalgalı yer ışınlımının bir bölümü uzaya geri dönmeyen önce; doğal olarak oluşan ve toplam atmosferin binde birinden daha azını meydana getiren sera gazları tarafından emilir ve sonra tekrar yeryüzüne salınır.

Doğal sera gazlarının en önemlileri, başta en büyük katkırı sağlayan su buharı (çok önemli olmasına rağmen insan etkinlikleri su buharı miktarını doğrudan etkilemez), CO₂, CH₄ (metan), N₂O (diazotmonooksit-nitrooksit) ve troposfer ile stratosfer arasında bulunan O₃ (ozon) gazıdır.

Atmosferdeki gazların; gelen güneş ışınlımına karşı geçirgen, buna karşılık geri salınan uzun dalgalı yer ışınlımına karşı çok daha az geçirgen olması nedeniyle yerkürenin beklenenden daha fazla ısınmasını sağlayan ve ısı dengesini düzenleyen bu doğal süreç **sera etkisi** olarak adlandırılmaktadır.

Doğal olarak oluşan sera gazları dünyamızı bir battaniye gibi sarmaktadır. Bu yavaş ve dolaylı süreç bizim için bir şanstır. Çünkü yeryüzünün yüzeyi enerjiyi uzaya hiç engelsiz gönderseydi; yeryüzü bugün olduğundan 30 °C daha soğuk olurdu [1]. Doğal olarak oluşan sera gazları dışında insanlar tarafından atmosfere verilen gazların sera etkisini arttırması sonucunda dünya yüzeyindeki sıcaklığın artmasına **küresel ısınma** denir.

Küresel iklim sistemi, Yerküre'nin 4,5 milyar yıllık tarihi boyunca doğal olarak değişme eğilimi içinde olmuştur. Bu, iklimin kendi doğal değişikliğidir ve doğrudan Güneş'teki, atmosferdeki yada Yerküre atmosfer bileşik sisteminin öteki bileşenlerindeki doğal değişikliklerle ilişkilidir. Ancak, 19. yüzyılın ortalarından beri, iç ve dış etmenlerle ilişkili doğal değişebilirliğe ek olarak, ilk kez insan etkinliklerinin de küresel iklimi etkilediği yeni bir döneme girilmiştir [2].

Atmosferdeki sera gazı birikiminin artmasına; en başta fosil yakıt kullanımı, sanayi, (enerji üretimi, kimyasal süreçler, çimento üretimi vb.), ulaştırma (kara, hava taşıtları, deniz taşımacılığı), kimyasal zirai ilaçların bilinçsizce kullanılması, bilinçsiz avlanmalar, ormanların tahrip edilmesi, plansız kentleşme, sanayi ve ev atıklarının çevreye rasgele bırakılması, nükleer çalışmalar ve deneyler gibi insan etkinlikleri yol açmış, ekonomik büyüme ve nüfus artışı bu süreci daha da hızlandırmıştır.

İnsan etkinliklerinin iklim üzerindeki etkilerine ilişkin ilk kanıtlar 1979 yılında 1.Dünya İklim Konferansı (WCC) sırasında ortaya çıktı. 80’li yıllarda insanların çevreye duyarlılığının artması sonucu hükümetler iklim ile ilgili konularla daha fazla ilgilenmeye başladılar ve 1988 yılında Hükümetler Arası İklim Paneli (IPCC) adı altında yeni bir yapı oluşturuldu. IPCC insan kaynaklı iklim değişikliği riskinin anlaşılması konusuna ilişkin bilimsel, teknik ve sosyoekonomik bilgilerin değerlendirilmesi amacına yönelik çalışmaktadır.

1992 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) kabul edildi ve 188 devletin yanı sıra AB ülkelerinin sözleşmeyi onaylamasıyla birlikte sözleşme 1994 yılında yürürlüğe girdi (Türkiye EK-1 ülkeleri grubunda 24 Mayıs 2004’te UNFCCC’ye taraf oldu).

Sözleşmenin amacı “atmosferdeki sera gazı birikimlerini, iklim sistemleri üzerindeki tehlikeli insan kaynaklı etkiyi önleyecek bir düzeyde durdurmayı başarmak” olarak belirlenmiştir [3]. Sözleşmenin iki eki bulunmaktadır. Ek-1’de Pazar ekonomisine geçmiş Doğu Avrupa ve eski Sovyet ülkeleri ile OECD (ekonomik işbirliği ve kalkınma örgütü) üyesi ülkeler bulunmaktadır. Ek-2’de ise sadece OECD ülkeleri bulunmaktadır. Ek-1 ülkelerinin temel sorumluluğu, küresel ısınmayı önlemek amacıyla sera gazı emisyonlarının azaltıcı politikalar uygulamak ve 2000 yılına kadar toplam sera gazı emisyonlarını 1990 seviyesine indirmektir. Ek-2 ülkeleri ise Ek-1’de belirtilen yükümlülüklerle ilave olarak, Ek-1 dışında yer alan gelişmekte olan ülkelere iklim değişikliğinin önlenmesi konusunda finansal ve teknolojik destek sağlamakla yükümlü kılınmıştır.

Sözleşmenin yürürlüğe girmesinden bu yana sözleşmeyi benimseyen taraflar, Taraflar Konferansı yada kısaca COP olarak adlandırılan yıllık toplantılarla bir araya gelmeye başladılar. COP’ un Aralık 1997’de Japonya’nın Kyoto kentinde yapılan 3. konferansında (COP3) **Kyoto Protokolü** kabul edildi.

Kyoto Protokolü’nün en önemli maddesinde EK-1’e dahil olan ülkelerin sera gazı salınımlarını 2005-2012 yılı bütçe döneminde 1990 yılı seviyesinin %5 altına indirmeleri öngörülmüştür. Belirtilen bu hedef UNFCCC bağlamında iklim değişikliğini önlemeye yönelik atılan ilk esaslı adım olarak görülmektedir.

Protokolün uluslar arası geçerlilik kazanması için ön koşul global alanda sera gazı emisyonunun %55’ine tekabül eden ve en az 55 ülkenin bu yükümlülük altına girmesi gerekmektedir. Dünya nüfusunun %4’üne sahip olmasına rağmen dünyadaki sera gazı emisyonunun %36.1’ine tek başına sebep olan Amerika Birleşik Devleti; Bill CLINTON döneminde Kyoto Protokolünü imzaladı. Ancak Mart 2001’de Bonn’da yapılan Taraflar Konferansı’nda George W. BUSH, Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan ülkelerin iklim değişikliği ile mücadelede bir yükümlülüğü olmadığını ve Protokolün yükümlülüğü sadece

gelişmiş ülkelere verdiği gerekçesiyle Protokolden çekilme kararı aldı. Dünya nüfusunun %5'ine sahip olan AB ülkeleri toplam sera gazı emisyonunun %15'ini oluşturuyordu ve ABD'nin de protokolden çekilmesi üzerine protokolün yürürlüğe girmesi için sera gazı emisyonu dünya ortalamasının %17'sine denk gelen Rusya'nın protokolü imzalaması çok önemliydi. 16 Şubat 2005'te Rusya'nın protokolü imzalamasıyla protokol Mayıs 2005'te yürürlüğe girdi. Kyoto Protokolü iki ek içermektedir. Ek-A 6 temel sera gazını ve bu gazların kaynaklandığı sektörleri içerirken, Ek-B sözleşmenin (UNFCCC) Ek -1 listesinde yer alan ülkeleri ve sera gazı emisyon hedeflerini belirtmektedir.

Kyoto Protokolü Ek-A' da yer alan; CO₂, CH₄, N₂O gazının insan etkinlikleri sonucu ortaya çıkan küresel ısınma etkisi içindeki payları sırasıyla %50, %18 ve %6 olduğu tahmin edilmektedir [4].

Sera gazları içinde en önemlisi olan CO₂ gazı ekonominin her sektöründe kullanılan fosil yakıtlarının yakılması sonucu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca atmosferdeki en fazla ısı hapsedme kapasitesine sahip CO₂; enerji politikaları ve çevre ilişkisi sera gazı salınımlarının azaltılması açısından büyük önem arz etmektedir. CO₂ emisyonlarındaki insan kaynaklı artışların şimdiki hızıyla sürdürülmesi durumunda sanayi öncesi dönemde yaklaşık 280 ppmv, 1998'de 368 ppmv olan CO₂ birikiminin 21.yüzyıl sonuna kadar 500 ppmv' ye ulaşacağı öngörülmektedir [2].

Atmosferdeki CO₂ ve diğer sera gazı birikimlerinde sanayi devriminden sonra başlayan hızlı büyüme eğilimine paralel olarak kuvvetlenen sera etkisinin oluşturduğu küresel ısınma 19. yüzyıl sonunda 1995 yılına kadar yaklaşık 0,3-0,6 °C' lik bir artış gösterdiği hesaplanmıştır [2].

Küresel ısınma özellikle 1980'li yıllardan sonra daha da belirginleşmiş ve 1990'lı yıllarda en büyük değere ulaşmıştır. 1961-1990 dönemi ortalamasından 0.57 °C daha yüksek olan 1998 yılı küresel ortalama yüzey sıcaklığı, 1860 yılında başlayan aletli gözlem dönemindeki en yüksek sıcaklık değeri olmuştur. Bundan önceki en sıcak yıl ise 0.38 °C'lik küresel yüzey sıcaklığı anomalisi ile 1997'dir [5].

İklim modellerinin öngördüğü ortalama yüzey sıcaklığı (1,4-5,8 °C) artışı durumunda kara ekosistemlerinde, su ekosistemlerinde, sosyo-ekonomik sistemlerde (örneğin, tarım, ormancılık, balıkçılık ve su kaynakları) ve hidrolojik döngüde önemli değişiklikler olacaktır.

Sıcaklık tüm canlılarda olduğu gibi bitkilerin yaşamında da önemli bir faktördür. Sıcaklık bitkinin büyümesinde, gelişmesinde ve coğrafik dağılımında önemli rol oynar [6]. Bitki gelişmesi ve dağılımında sıcaklığın etkisi Björkman ve arkadaşları tarafından Kaliforniya Washington Enstitüsünde yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. Björkman ve arkadaşları Kaliforniya'nın serin olan kıyı bölgeleriyle (20°C), çöl bölgelerinde (50°C) doğal olarak yetişen bazı türleri deney bahçelerine transplete etmişler. Çöl bölgesinin doğal türü olan C₄ bitkisi

Tidestromia oblongifolia çöl ortamında yaşayabilirken serin kıyı iklimine dayanamamıştır. Aynı şekilde C3 bitkisi olan serin kıyı şeridinin doğal türü *Atriplex glabriuscula* çöl bahçesinde yaşayamamıştır. Araştırmacılar bitkilerin daha kontrollü sıcaklık koşullarında performanslarını ölçmek için farklı deneyler yapmışlar. Kıyı bölgesi türü olan *A. glabriuscula*' da maksimum büyüme sıcaklığı birbirini takip edecek şekilde 25-17 °C' de (gündüz-gece) gerçekleşmiştir. Gündüz sıcaklığı 35 °C' nin üstüne çıktığı zaman *A. glabriuscula*' nun büyümesinde düşüş gözlenmiştir. Diğer taraftan çöl bitkisi olan *T. oblongifolia* yine birbirini takip edecek şekilde 44-30 °C (gündüz-gece) sıcaklıklarda maksimum seviyede büyüme göstermiştir [6].

Biyolojik süreçlerin meydana gelebildiği sıcaklık dereceleri, genel olarak suyun donma noktası ile proteinlerin tabii özelliklerinden yüksek oranda uzaklaşma noktası arasındadır [6]. Her bitki bir alt bir de üst limiti olan optimum sıcaklık derecelerinde büyüme ve gelişme performansını en yüksek seviyeye çıkarır. Şayet sıcaklık alt ve üst limite yaklaşırsa büyüme yavaşlar, bu limitlerin üstüne çıkarsa büyüme tamamen durur [7]. Bitkilerin çeşitli gelişim devrelerinde sıcaklık isteği farklıdır. Örneğin zeytin ağaçları; sürgünlerin çıkmasından çiçeklenmeye kadar olan devrede (şubat-mart) 5-10 °C, çiçeklenme döneminde (mayıs-haziran) 15-20 °C, meyve oluşumu ve meyvelerin büyüme döneminde (temmuz-ekim) 20-25 °C, meyvelerin olgunluk döneminde (eylül-ekim) 15 °C, tam olgunluktan hasat sonuna kadar (kasım-aralık-ocak) 5 °C sıcaklığa ihtiyaç duymaktadır [8].

Sıcaklık, bitkinin gelişiminin tüm devrelerine yani; tohum çimlenmesine, fide oluşumuna, çiçeklenmeye, polen tozlaşmasına, döllemeye, meyve oluşumuna ve bitki verimine etki eder [9].

Bitkilerde art arda gelen nesillerin hayat devreleri ilk olarak spor veya tohumdaki latent hayatın ortaya çıkması ile başlar. Bu yaşamın belirgin hale gelmesine ise çimlenme denir. Tohum çimlenmesini etkileyen en önemli dış etmenlerden biri sıcaklıktır [10]. Tohum çimlenmesi için gerekli optimum sıcaklık bitki türlerine göre farklılık gösterir. Sıcaklığın tohum çimlenmesi üzerindeki etkilerini gösteren bir çok araştırma yapılmıştır. Örneğin Reddy ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada pamuk tohumunun ekimi için 5 cm' lik toprak derinliğindeki ortalama sıcaklığın 15.6 °C' nin üzerinde olması gerektiği, düşük sıcaklık koşullarında yapılan ekimlerde; fide çıkışının geciktiği, toprakta uzun süre kalan tohumların çürüdüğü veya çimlenen fidelerin sağlıklı bir şekilde gelişemediği gösterilmiştir [11].

Sorgum bitkisinde (*Sorgum bicolor* L. Moenchtohum) tohum çimlenmesi için minimum sıcaklık 15,5°C, optimum sıcaklık 26,5-38 °C olarak tespit edilmiştir. 15,5 °C' de de tohum çimlenmesi gerçekleşmektedir. Ancak çimlenme için 15,5 °C' de 7 gün gerekirken 38 °C' de 1 gün yeterli olmaktadır. 38 °C' nin üstündeki sıcaklıklarda tohum çimlenmesi önemli oranda

azalmaktadır . Mısır bitkisi tohumlarının çimlenmesi için optimum sıcaklık ise 18-21 °C'dir. 13 °C' nin altında çimlenme çok yavaşlar ve 10 °C' nin altında hiç çimlenme gerçekleşmez [9].

Ünal ve arkadaşları tarafından Antalya için endemik olan *Origanum solymicum*, *O. husnucan-baseri*, *O. bilgeri*, *O. minutiflorum* ve *O. saccatum* türlerinin tohum çimlenmesinin araştırıldığı bir çalışmada; farklı türlere ait tohumların her birine farklı sıcaklık dereceleri uygulanmış ve en fazla çimlenme yüzdesi *O. husnucan-baseri* türünün tohumlarında 15-20 °C' de, *O. solymicum* ve *O. bilgeri* türlerinin tohumlarında 20°C' de ve *O. minutiflorum* türünün tohumlarında ise 25 °C' de görülmüştür. Değişik sıcaklık derecelerinde elde edilen çimlenme yüzdeleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) [12].

Buğday bitkisi tohumlarının çimlenmesi için optimum sıcaklık 20 °C' dir. Ülkemizde çok sık rastlanan buğday sürme hastalığının etmeni olan *Tilletia foetida* ve *Tilletia caries*' in sporlarının toprakta çimlenmesi için en uygun sıcaklık 10-15 °C' dir. Fakat en iyi enfeksiyon 5-10 °C' de gerçekleşiyor. 5-10 °C' de buğday bitkisi tohumlarının gelişimi çok yavaş olduğundan yani düşük sıcaklıkta bitki gelişimi yavaşladığından, sürme sporlarının çimlenmesi artmaktadır. Tohum ekimi sırasında toprak sıcaklığı yüksekse (20 °C) buğday çimi hızla gelişip enfeksiyondan kurtulmaktadır [13].

Sıcaklık, tohum çimlenmesinden başka fidelerin büyümesi ve gelişmesi üzerinde de etkilidir. Yüksek bitkiler genel bir kaide olarak 0-45 °C arasında değişen sıcaklık dereceleri arasında büyürler. Bu limitler arasındaki sıcaklık bir çok bitki türüyle uyumludur. Mesela buğdayın (*Triticum vulgare*) çeşitli kültür varyeteleri için bu sıcaklık limitleri 0-40 °C arasında değişir. Fakat optimum büyüme için gerekli sıcaklık 20-25 °C' dir [6].

Tropikal kökenli bir tür olan mısır (*Zea mays*) için optimum sıcaklık seviyesi 30-35 °C' dir. Bu bitki 12-15 °C' den daha düşük sıcaklıklarda büyüyemez [6]. Bahçe teresi (*Lepidium sativum*) 2 °C gibi çok düşük sıcaklıklarda da büyüyebilir. Fakat bu bitkinin büyümesi için gerekli olan maksimum sıcaklık 28 °C' dir [6].

Biberin optimum sıcaklık isteği gündüz 20-25 °C, gece 18-23 °C' dir. Tohumların çimlenmesi için minimum sıcaklık 8-10 °C' dir. Biber fidelerinin toprağa dikimi sırasında toprak sıcaklığı 22-24 °C olmalıdır. Bitkiler 5 °C' ye kadar hayat fonksiyonlarını sürdürebilir. 30 °C' nin üstündeki sıcaklıklar da bitki büyümesi ve gelişmesi çok yavaşlar [14].

Çeltikte; fide çıkışından sonra düşük sıcaklıklarda büyüme durmakta; ilk gelişme dönemini uzatan ve gelişmeyi yavaşlatan düşük sıcaklık koşulları hastalık enfeksiyonlarını kolaylaştırarak fide gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir [15].

Pamuk bitkisi tohumları 15,6 °C' de çimlenebilse de [11] fidelerin çıkışı ve büyümesi için sıcaklığın 20 °C' nin altına inmemesi gerekir. 20 °C' nin altında kök gelişimi asgariye iner,

fide de kök çürüklüğüne neden olan *Rhizoctonia phythium* gibi hastalık etmenleri aktif hale geçer ve fidelerde kurumalara neden olur [16].

Zeytin ağacının yetiştiği yerlerde ısı ortalama 15-20 °C arasında olmalıdır. Zeytin ağaçları 25-30 °C' de çok iyi gelişir. Hava sıcaklığı 7 °C ve altına düştüğünde ise zeytin ağaçları dinlenme safhasına geçer [8].

Sklamen (*Cyclamen persicum*) bitkisi vejetatif gelişme döneminde 15-20 °C generatif gelişme döneminde ise 12-15 °C sıcaklığa ihtiyaç duymaktadır. Daha yüksek sıcaklıklar yaprak gelişmesini teşvik ederken çiçeklenmeyi olumsuz etkilemektedir [17].

Sıcaklık stresinin çiçek morfolojisi ve fonksiyonları üzerinde önemli bir etkisi olduğu yapılan bir çok araştırmayla ortaya konmuştur. Örneğin biber bitkisinde 14 °C' nin altındaki sıcaklık; kısa ve şiş ovaryum ile büyük çiçek oluşumuna neden olur [18,19]. 8 °C' nin altındaki sıcaklıklarda çiçek tomurcuklarının oluşumu durur [14]. Biberde 18 °C gündüz ve 15 °C gece sıcaklığı stamen deformasyonuna böylece steril erkek çiçek oluşumuna neden olur [18]. Düşük gece sıcaklığının biber bitkisi üzerindeki bir diğer önemli etkisi de; meyvedeki tohum sayısını azaltarak veya tamamen tohum oluşumunu engelleyerek meyvelerin küçük veya şekilsiz olmasına neden olmasıdır [19,20]. Bununla beraber düşük sıcaklık biberde polen tanelerinin miktarını ve yaşayabilirliğini azaltarak üremeyi etkiler [19]. Özetle düşük sıcaklık biberde; ovaryum çapında artışa, stamen ve meyve uzunluğunda düşüşe, meyve çapında, meyve ağırlığında ve meyvedeki tohum sayısında azalmaya neden olur. Bütün bunlar düşük sıcaklığın karbonhidrat metabolizmasını etkilemesinden dolayı gerçekleştiği düşünülmektedir.

Çiçek açma zamanı fenolojik gözlemler açısından da önemlidir. Orta Avrupa'da yaklaşık 70 fenolojik bahçe vardır. Burada meyve ağacı, kültür ve diğer bitkilerin mevsimsel değişimleri incelenir. Filizlenme, çiçek açma ve meyve verme tarihleri izlenir. Bu gelişim olayları esas itibarıyla sıcaklığın etkisi altındadır [21,22,23,24,25,26,27,28,29]. Böylece çeşitli mevsimlere girildiğine ait bilgiler bu bitkiler izlenerek elde edilir. Örneğin Orta Avrupa'da ilkbahar başlangıcı olarak elma ağacının çiçek açması kabul edilir [30]. Çiftçiler tohum atma zamanının tespitinde de böyle fenolojik gözlemlerden yararlanırlar [30].

Sıcaklıklar 35 °C' yi aşınca tohumun çimlenmesi, fide gelişimi, meyve tutumu ve meyvelerin olgunlaşması olumsuz yönde etkilenmektedir [31]. Domatesin yüksek sıcaklıklara karşı en hassas olduğu dönem meyve tutumu safhasıdır [32]. Yüksek sıcaklıklarda meyve tutumundaki azalmanın başlıca sebepleri arasında stigma uzaması [33,34,35], düşük polen canlılığı [33,36,37], polen tüpü gelişiminin yavaş olması [38], anter konisinin açılması sayılabilir [39]. Domates bitkisinde normal bir gelişmenin meydana gelebilmesi için sıcaklığın en az 16-19 °C olması gerekir. Sıcaklık 13 °C' nin altına düştüğünde olgunlaşmanın geciktiği ve ürün veriminin çok azaldığı görülmüştür [8].

Ayrıca gece-gündüz sıcaklıkları da hem bitki gelişimini hem de bitki verimini olumsuz etkiler. Went adlı araştırmacı domatesin; 26 °C' lik sabit sıcaklıkta büyüdüğünü, 18 °C' de büyümenin cılız olduğunu ve yine sabit olarak uygulanan 26 °C' lik sıcaklıkta meyve vermediğini tespit etmiştir. Fakat alması uygulanan sıcaklık (gündüz 26 °C gece 18 °C) şartlarında bitkilerin çok iyi geliştiğini ve maksimum seviyede ürün verdiğini görmüştür [6].

Fasulye bitkisi sıcaklığın optimum 15.5-21 °C olduğu yerlerde rahat bir gelişme göstermektedir. 15.5 °C altındaki sıcaklıklarda gelişme gerilemektedir. Çiçeklenme devresinde ise sıcaklığın 18-20 °C olması gerekmektedir. Serin hava çiçeklenme için uygun değildir. Fasulye bitkisinin meyve bağlama döneminde ise 18-25 °C arasındaki sıcaklıklar iyi meyve tutumunu ve gelişmesini sağlar. Çiçeklenme ve meyve bağlama döneminde yüksek sıcaklık büyük zararlara yol açar [40].

Sıcaklık stresi ürün verimini de olumsuz yönde etkilemektedir. Lobel ve Asner 1982-1998 yılları arasında iklimdeki değişikliğin ABD'de çok fazla yetiştirilen mısır ve soya fasulyesi üretimi üzerine etkilerini incelemişler ve her 1°C artış için ürünlerde ortalama %17'lik bir düşüş kaydetmişlerdir [41]. Pirinç [42], yerfıstığı [43] ve soya fasulyesi [44] bitkilerinin ürün verebilmesi için optimum sıcaklık 25 °C olarak tespit edilmiştir. Bu sıcaklığın altındaki ve üstündeki sıcaklıklarda verim düşüşünde gözle görülür bir azalma meydana gelmektedir.

Kürklü ve arkadaşları tarafından sıcaklığın ve hasat zamanının, patlıcanın (*Solanum melongena* L.) büyümesi ve meyve verimi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; patlıcanın sıcaklığa olan tepkisi sıcaklıkları 14, 18, 22 ve 30 °C olan 4 serada belirlenmiştir. Ölçülen verilerden, sıcaklık arttıkça bitki büyümesinin arttığı görülmüştür. Ancak, bunun tersi olarak, sıcaklık arttıkça ortalama meyve boyutları ve ağırlığı dolayısı ile toplam meyve verimi azalmıştır. Meyve verimi açısından en uygun sıcaklığın 22 °C olduğu görülmüştür. Bitki büyümesi açısından en uygun sıcaklık 32-34 °C olarak tespit edilmiştir [45].

Reddy ve arkadaşları pamuk fidelerinin gelişme devresinde oluşan düşük sıcaklıkların (15 °C' nin altı), özellikle düşük gece sıcaklıklarının gelişmeyi ve dolayısıyla bitkinin verim potansiyelini olumsuz yönde etkileyebildiğini belirtmişlerdir [11].

Bir başka çalışmada Mc Michael ve Powell, gündüz ortalama 29 °C ve gece ortalama 10 °C' lik büyüme koşullarında pamuklarda lif gelişmesinin, gündüz 35 °C ile gece 21 °C' lik gibi yüksek sıcaklık koşullarında ise verim ve kalitenin olumsuz yönde etkilendiğini belirtmişlerdir [46]. Ayrıca pamuk tohumlarının ekimin gecikmesi sonucu, bitkinin büyüme ve gelişme döneminin, sıcaklığın fazla olduğu koşullara isabet ettiğini ve bu koşullarda bitkilerin yeterli düzeyde gelişemediğini ve bunun sonucunda da bitkilerin verim potansiyeli düştüğünü kaydetmişlerdir [46].

Bitkilerin bütün kısımları sıcaklık stresinden olumsuz yönde etkilenmektedir. Ancak polenlerin sıcaklıktan etkilenmesi hem bitki verimini hem de üremeyi etkilemektedir. Bitkilerde döllenmenin olabilmesi için tozlaşma zamanı çok önemlidir. Havadaki polen sezonunun başlaması ve devam etmesinin, iklim değişikliği ile ilişkili olduğunu bir çok analiz çalışmasıyla ortaya koyulmuştur [47,48,49,50]. Çiçek açma dönemi sıcaklığa yani iklime bağlıdır. Dolayısıyla iklim değişikliği polen sezonunu değiştirmektedir. Spieksma ve Nikkels adlı araştırmacılar yaptıkları bir araştırmada çimen poleni sezonunda 1964'ten 1994'e kadar olan periyodu incelemiş ve çimenlerin tozlaşma zamanında 12 Mayıs tan 19 Haziran a kadar değişme gösterdiklerini tespit etmişlerdir [51].

Küresel ısınma ile birlikte mevsimlerde büyük değişiklik meydana gelmektedir. Ilık geçen kış mevsimi bir çok bitkiyi olumsuz etkilemektedir. Bazı bitkilerin dinlenme döneminden çıkabilmeleri için kış soğuğu almaları gerekir. Örneğin kiraz ağaçlarında ılık geçen kış mevsiminden sonra, düşük soğuklama ihtiyacı gösteren tür, yüksek soğuklama ihtiyacı gösteren türden daha erken çiçeklendiğinden bu iki tür aynı zamanda tozlaşıp birbirini dölleyemezler [8]. Çiçekli bitkilerin nesillerini devam ettirebilmeleri için polenin çimlenip yumurtayı döllemesi gerekmektedir.

Polen çimlenmesi için optimum sıcaklık farklı bitki türlerinde değişiklik gösterir. Örneğin domates bitkisinde çiçek tozları $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ de çimlenebilmektedir. Ancak en iyi $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ civarında istenilen şekilde çimlenerek döllenme gerçekleşmektedir [8].

Bu çalışmadaki amacımız çiçekli bitkilerin erkek gametofiti olan polenlerin; yüksek ve düşük sıcaklıktan nasıl etkilendiğini belirleyebilmek ve bu sayede küresel ısınmanın çeşitli meyve veren bitkilerin verimi üzerindeki olumsuz etkilerini ortaya çıkarabilmektir.

MATERYAL VE METOT

2.1. Araştırma Bölgesi

Araştırma bölgesi Elazığ il merkezine 23 km uzaklıkta bulunan Çalıca Köyü' nün ana yola 3 km mesafedeki Cansızlar Mezrasıdır. Çalışmada kullanılacak bitkilerin herhangi bir kirlilik faktöründen etkilenmemiş olması için yol kenarından ve fabrikalardan en az 4 km uzaklıktaki bahçelerden temin edilmiştir.

2.2 .Araştırma Materyalleri

Araştırma materyali olarak Cansızlar Mezrası'nda bulunan; armut (*Pyrus comminus* L.), ayva (*Cydonia oblonga* Miller), erik (*Prunus domestica* L.), elma (*Malus sylvestris* Miller), kayısı (*Prunus armenica* L.) bitkilerinin polenleri kullanılmıştır. Ağaçların çiçeklenme dönemleri farklı olduğundan Mart 2005'ten itibaren araştırma bölgesine 3'er günlük periyotlarla gidilerek çiçeklenme durumları gözlenmiştir. Anterleri olgunlaşmış ve açılmış çiçekler, çiçek saplarından kesilerek etiketlenmiş ve polietilen poşetlerle en kısa sürede laboratuvara getirilen çiçeklerden alına örnekler aynı gün içerisinde çalışılmıştır.

2.3. Besiyeri

Deneylerde kullanılacak polenlerin çimlendirilmesi için, besiyeri ortamı olarak Brewbaker Kwack kültür ortamı kullanılmıştır [52]. Kültür ortamının hazırlanmasında;

- %10 luk sukroz,
- 100mg/lt Borik asit,
- 300mg/lt Kalsiyum nitrat,
- 200mg/lt Magnezyum sülfat
- 100mg/lt Potasyum nitrat

kullanılmıştır [52]. Bu şekilde hazırlanan besiyeri çözeltisi içerisindeki sukrozdan dolayı mikroorganizma üremesine elverişli olduğundan daha uzun süre bozulmadan dayanabilmesi için ağzı bir pamukla kapatılarak otoklavda (Eryiğit, ERS2000D model) 121 °C de 1 atmosfer basınç altında 15 dakika süre ile steril edilmiştir.

2.4. Polen Preparatlarının Hazırlanışı

Araziden toplanan ve polietilen poşetler içinde etiketlenerek laboratuvara getirilen çiçekler stereo mikroskop altında incelenmiştir. Çiçeklerin olgunlaşmış anterlerinden iğne yardımıyla bir lam üzerine alınan polenlerin üzerlerine 50µl besiyeri 10-100µl'lik mikropipet (Eppendorf, Research model) ile damlatılmıştır.

Çalışılan her bir bitki için, alınan polenlerden üç ayrı lama ekim yapıldı. Bu şekilde hazırlanan lamalar, ıslak bir filtre kağıdı ile döşenerek nemi sağlanmış petri kapları içerisindeki cam çubuklar üzerine yerleştirilmiştir. Petri kutularının kapağı kapatıldıktan sonra inkübatöre (Heraeus, B12 model) konarak çimlenmeleri sağlanmıştır. Çimlenme sıcaklığı olarak tüm bitkilerde 5, 10, 15, 20, 25, 30 ve 35 °C sıcaklıklar kullanılmıştır. Kontrol için 22±1°C'lik sıcaklık kullanılmıştır. 3 saat çimlenme süresi sonunda inkübatörden çıkarılan lamalar üzerindeki her bir kültür ortamına %10'luk etanol damlatılarak fiks edilmiştir [52].

Fiksasyon işleminin ardından, lamel kapatılarak preparatlar ışık mikroskobu (Olympus, BX51 TF model) altında incelenmiştir. 10x büyütmeli bir okülere takılı olan oküler mikrometre ile yapılan ölçümlerde, çimlenme durumunun tespiti için 10 büyütmeli objektif, tüp uzunluğunun ölçümü için ise 10, 20 ve 40 büyütmeli objektif kullanılmıştır. Shivanna ve Rangeswamy' da anlatılan metoda göre çimlenme yüzdeleri belirlenmiş ve tüp uzunlukları ölçülerek kaydedilmiştir [52].

Bütün deney serileri üç kez tekrar edilmiştir. Araştırmada elde edilen verilerden sıcaklığın polen çimlenmesi ve tüp uzunluğu üzerine etkisi varyans analizi ve takibinde önemli çıkan parametreler için çoklu karşılaştırmalarda Duncan testinden yararlanılmıştır [53]. Bu analizler SPSS 9.0 programı kullanılarak yapılmıştır [54].

3-SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bitkiler için önemli bir stres faktörü olan sıcaklığın armut (*Pyrus comminus L.*), ayva (*Cydonia oblonga Miller*), erik (*Prunus domestica L.*), elma (*Malus sylvestris Miller*) ve kayısı (*Prunus armenica L.*) bitkilerinin in vitro ortamda polen çimlenmesi ve polen tüp büyümesi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmamızda; çimlenme oranının ve polen tüp uzunluğunun en az etkilendiği sıcaklığın, kontrol grubuna (22 ± 2 °C) en yakın değer olan 25 °C' olduğu gözlenmiştir. Çalışılan bitkilerin her biri düşük ve yüksek sıcaklıktan farklı oranda etkilenmiştir.

3.1.Farklı Sıcaklıkların Elma Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğuna Etkisi:

Düşük ve yüksek sıcaklık elma bitkisine ait polenlerin çimlenmesini ve tüp uzunluğunu olumsuz yönde etkilemiştir (Tablo 3.1.1).

Tablo 3.1.1 Farklı Sıcaklıkların Elma Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğuna Etkisi

Sıcaklık (°C)	Polen Çimlenmesi (%)	Tüp Uzunluğu (µ)
5	2,95 a	2,15 a
10	6,71 ab	10,30 a
15	14,81 c	137,40 b
20	45,22 d	605,20 c
25	84,21 e	604,60 c
30	8,46 b	17,85 a
35	4,35 a	0,80 a
Kontrol	94,08 f	607,19 c
P	***	***

***= P<0,001

a, b, c, d, e, f= Aynı sütundaki farklı harfleri içeren grup ortalaması farklılıklar önemlidir. (P< 0,05)
(P <0,05)

Çimlenme oranı kontrol grubunda %94,08 iken bu oran 5 °C' de %2,95, 35 °C' de ise %4,35 olarak ölçülmüştür. Kontrol grubuna en yakın sıcaklık olan 25 °C' de ise bu oran %84,21'dir. Polen çimlenmesinde kontrol grubuna göre 5 °C' de %96,84'lük bir düşüş gözlenmiştir. Bu düşüş kontrol grubu ile 35 °C arasında %95,37 olarak belirlenmiştir. Kontrol grubu ile 25 °C'lik sıcaklık kıyaslandığı zaman; düşük ve yüksek sıcaklıklara göre çimlenme oranında önemli bir azalma olmadığı gözlenmiştir. 25 °C' deki düşüş %9,85 olarak belirlenmiştir ve bu fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

Tüp uzunluğuna bakıldığında ise; kontrol grubu ile 20 ve 25 °C arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu (P<0,05) görülmektedir. Tüp uzunluğu kontrol grubunda 607,19 µm, 20 °C' de 605,20µm ve 25 °C' de 604,60µm, olarak ölçülmüştür. Elma bitkisi tüp uzunluğu bakımından hem düşük hem de yüksek sıcaklıktan olumsuz etkilenmiştir. Kontrol

grubunda 607,19µm olarak ölçülen tüp uzunluğu 5 °C’ de 2,15µm, 35 °C’ de ise 0,80µm olarak ölçülmüştür. Tüp uzunluğunda kontrol grubu ile 5 °C arasında yaklaşık %99,64’lük, kontrol grubu ile 35 °C arasında %99,87’lik bir düşüş gerçekleşmiştir. 25 °C’ de %0,43’lük 20 °C’ de ise sadece %0,32’lik bir düşüş kaydedilmiştir. 20 °C ve 25 °C’ deki bu düşüşler istatistiksel açıdan önemsizdir (P<0,05).

3.2.Farklı Sıcaklıkların Kayısı Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğuna Etkisi:

Kayısı bitkisi polenleri de hem polen çimlenmesi, hem de polen tüp uzaması bakımından sıcaklık stresinden büyük ölçüde etkilenmiştir (Tablo 3.2.1).

Tablo 3.2.1 Farklı Sıcaklıkların Kayısı Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğuna Etkisi:

Sıcaklık (°C)	Polen Çimlenmesi (%)	Tüp Uzunluğu (µ)
5	0,95 a	0,70 a
10	7,09 ab	3,35 a
15	13,59 c	70,50 b
20	23,88 d	193,60 c
25	59,54 e	398,80 d
30	5,71 b	5,75 a
35	1,18 b	0,30 a
Kontrol	74,71 f	421,07 d
P	***	***

***= P<0,001

a, b, c, d, e, f= Aynı sütundaki farklı harfleri içeren grup ortalaması farklılıklar önemlidir.(P< 0,05)
(P <0,05)

Kontrol grubunda %74,71 olan çimlenme oranı; 5 °C’ de %0,95’e, 35 °C’ de ise %1,18’e düşmüştür. Kontrol grubuna en yakın sıcaklık olan 25 °C’ de ise bu oran %59,54 olarak belirlenmiştir. Polen çimlenmesi oranı bakımından; kontrol grubu ile diğer sıcaklıklar kıyaslandığında; 5 °C’ de kontrol grubuna göre %98,73’lük, 35°C’ de %98,42’lik, 25 °C’ de ise %20,30’luk bir düşüş gözlenmiştir. Çalışılan sıcaklıklardaki düşüşler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P <0,05).

Kayısı bitkisi polen tüpü uzaması bakımından incelendiğinde; kontrol grubunda 421,07µm olarak ölçülen tüp uzunluğu 5 °C’ de 0,70µm’ ye, 35 °C’ de ise 0,30µm’ ye düşmüştür. 25 °C’ de ise bu değer 398,80µm olarak ölçülmüştür.Polen tüp uzamasında farklı sıcaklıklardaki düşüşü inceleyecek olursak; 5 °C ile 35 °C arsında önemli bir fark (P<0,05) olmadığını görürüz. 5 °C’ de %99,85’lik, 35 °C ‘de ise %99,94’lük bir düşüş vardır. Kontrol grubuna en yakın değer olan 25 °C’ de ise %5,34’lük bir düşüş kaydedilmiştir. 25 °C’de ki bu düşüş istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P <0,05).

Polen çimlenmesi ve polen tüp uzaması bakımından elma ve kayısı bitkisi karşılaştırıldığında; kayısı bitkisinin düşük ve yüksek sıcaklık stresinden daha fazla etkilendiği tespit edilmiştir.

3.3.Farklı Sıcaklıkların Erik Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğuna Etkisi

Düşük ve yüksek sıcaklık erik bitkisine ait polenlerin çimlenmesini ve polen tüp uzamasını elma ve kayısı bitkilerinde olduğu gibi olumsuz yönde etkilemiştir (Tablo 3.3.1).

Tablo 3.3.1. Farklı Sıcaklıkların Erik Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğuna Etkisi

Sıcaklık (°C)	Polen Çimlenmesi (%)	Tüp Uzunluğu (µ)
5	2,79 ab	4,51 a
10	13,51 c	5,97 a
15	38,66 d	26,60 b
20	55,02 e	96,80 c
25	71,24 f	205,00 d
30	3,57 b	3,31 a
35	0,51 a	0,59 a
Kontrol	90,21 g	240,08 e
P	***	***

***= P<0,001

a, b, c, d,e, f, g= Aynı sütundaki farklı harfleri içeren grup ortalaması farklılıklar önemlidir.(P< 0,05)
(P <0,05)

Kontrol grubunda %90,21 olan çimlenme yüzdesi kontrol grubuna en yakın sıcaklık olan 25 °C’ de %71,24’e düşmüştür. Aynı oran 5 °C’ de %2,79 ve 35 °C’ de %0,51 olarak görülmüştür. Çimlenme oranları kontrol grubuyla karşılaştırıldığında 5 °C’ de kontrol grubuna göre %96,90’lık bir düşüş, 35 °C’ de ise kontrol grubuna göre %99,43’lük bir düşüş gözlenmiştir. Kontrol grubuna en yakın değer olan 25 °C’ de de önemli bir düşüş kaydedilmiştir. 25 °C’ de polen çimlenmesinde %21,03’lük bir düşüş gerçekleşmiştir.Farklı sıcaklıklardaki çimlenme oranındaki bu düşüşler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05).

Tüp uzunluğu bakımından incelendiğinde ise diğer bitkilerde olduğu gibi erik bitkisinde de düşük ve yüksek sıcaklıklarda önemli düşüşler göze çarpmaktadır. Kontrol grubunda 240,08 µm olan tüp uzunluğu 25 °C’ de 205,00 µm olarak ölçülmüştür. Extrem sıcaklıklar olan 5 °C’ de 0,70 µm’ye ve 35 °C’ de ise 0,30µm’ ye düşmüştür. Tüp uzunlukları kontrol grubuyla karşılaştırıldığında kontrol grubuna en yakın sıcaklık olan 25 °C’ de bile tüp uzunluğunda %14,61’lik bir azalma meydana gelmiştir. Bu düşüş 5 °C’ de %98,12, 35 °C’ de ise %99,75 olarak gerçekleşmiştir. İstatistiksel olarak bakıldığında çalışılan tüm sıcaklıklardaki düşüşler önemli bulunmuştur (P <0,05).

Düşük ve yüksek sıcaklıkta, hem polen çimlenmesi hem de polen tüpü uzunluğu bakımından kayısı bitkisi ile erik bitkisi hemen hemen aynı oranda etkilenmiştir.

3.4.Farklı Sıcaklıkların Armut Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğuna Etkisi:

Armut bitkisi polenleri de düşük ve yüksek sıcaklıktan gerek polen çimlenmesi gerekse polen tüp uzaması açısından olumsuz yönde etkilenmiştir(Tablo 3.4.1).

Tablo 3.4.1. Farklı Sıcaklıkların Armut Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğuna Etkisi

Sıcaklık (°C)	Polen Çimlenmesi (%)	Tüp Uzunluğu (µ)
5	3,26 a	2,80 a
10	11,69 b	9,65 a
15	21,57 c	165,20 b
20	40,59 d	234,40 b
25	79,30 e	560,70 c
30	2,97 a	10,90 a
35	1,63 a	0,59 a
Kontrol	88,73 f	567,26 c
P	***	***

***= P<0,001

a, b, c, d,e , f= Aynı sütundaki farklı harfleri içeren grup ortalaması farklılıklar önemlidir.(P< 0,05)
(P <0,05)

Kontrol grubunda %88,73 olan çimlenme oranı 5 °C’ de %3,26’ya 35 °C’ de %1,63’e düşmüştür. 25 °C’ de ise bu oran %79,30 olarak kaydedilmiştir.Polen çimlenmesi oranı bakımından kontrol grubuyla düşük ve yüksek sıcaklıklar kıyaslandığında; 5 °C’ de %96,33’lük 35 °C’ de %98,16’lık bir düşüş gözlenmiştir. Kontrol grubuna en yakın sıcaklık değeri olan 25 °C’ de ise %10,63’lük bir düşüş kaydedilmiştir. Polen çimlenme yüzdesi bakımından çalışılan tüm sıcaklıklardaki düşüşler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05).

Kontrol grubuyla; 25 °C’ de çimlendirilen armut bitkisinin polenlerinin tüp uzunlukları hemen hemen aynı çıkmıştır. Kontrol grubunda 567,26µm olarak ölçülen tüp uzunluğu; 25 °C’ de 560,70µm olarak kaydedilmiştir. Ancak armut bitkisinin polenlerinin tüp uzunluğu 5 °C’ de 2,80µm olarak ölçülmüştür. Bu da kontrol grubuyla karşılaştırıldığında %99,51’lik bir düşüş göstermektedir. Aynı şekilde 35 °C’ de 0,70µm olan tüp uzunluğu kontrol grubuna göre %99,88’lik bir düşüş göstermektedir. 25 °C’ deki düşüş sadece %1,16’dır ve bu düşüş istatistiksel olarak önemsizdir (P<0.05). diğer sıcaklıklardaki düşüşler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P <0,05).

Polen çimlenmesi bakımından armut bitkisi kayısı, erik ve ayva bitkilerinden daha az etkilenmiştir. Polen tüp uzaması açısından değerlendirildiğinde armut bitkisi ile diğer bitkiler arasında önemli bir fark görülmemiştir.

3.5.Farklı Sıcaklıkların Ayva Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğuna Etkisi:

Ayva bitkisinin polenleri de düşük ve yüksek sıcaklıktan büyük oranda etkilenmiştir(Tablo 3.5.1).

Tablo 3.5.1.Farklı Sıcaklıkların Ayva Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğuna Etkisi:

Sıcaklık (°C)	Polen Çimlenmesi (%)	Tüp Uzunluğu (µ)
5	1,67 a	0,35 a
10	7,92 b	5,20 a
15	22,65 c	92,60 b
20	22,20 c	133,80 c
25	74,99 d	201,80 d
30	3,29 a	14,00 a
35	1,23 a	0,30 a
Kontrol	91,47 e	290,81 e
P	***	***

***= P<0,001

a, b, c, d, e, f= Aynı sütundaki farklı harfleri içeren grup ortalaması farklılıklar önemlidir.(P< 0,05)
(P <0,05)

Kontrol grubunda %91,47 olan polen çimlenmesi düşük sıcaklık olan; 5 °C’ de %1,67 ve yüksek sıcaklık olan 35 °C’ de %1,23 olarak tespit edilmiştir. 25 °C’ de çimlenme oranı %74,99’dur.Kontrol grubu ile düşük ve yüksek sıcaklıklarda çimlendirilen polenler karşılaştırıldığında; polen çimlenmesinde 5 °C’ de %98,17’lik, 35°C’ de %98,66’lık bir düşüş gözlenmiştir. Bu düşüş 25 °C’ de %18,02’lik olarak hesaplanmıştır.

Polen tüp uzunluğu bakımından farklı sıcaklıkların ayva bitkisi polenleri üzerine olan etkisi incelendiğinde; kontrol grubunda 290,81µm olarak ölçülen tüp uzunluğu 5 °C’ de 0,35µm, 25 °C’ de 201,80µm, 35 °C’ de ise 0,30µm olarak kaydedilmiştir. Polen tüp uzamasında kontrol grubuna göre 5 °C’ de %99,88’lik, 25 °C’ de %30,61’lik 35 °C’ de ise %99,89’luk bir düşüş meydana gelmiştir. Ayva bitkisinde hem polen çimlenmesi hem de polen tüp uzaması bakımından çalışılan tüm sıcaklıklardaki düşüşler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P <0,05).

Yapılan çalışmada; çalışılan 5 bitki polenin de düşük ve yüksek sıcaklıktan olumsuz yönde etkilendiği görülmüştür. Ancak çalışılan bu 5 bitki arasında düşük sıcaklıktan etkilenmeleri bakımından bir kıyaslama yapılırsa; polen çimlenmesinde %98,73’lük düşüş ile en fazla kayısı bitkisi etkilenmiştir. Kayısı bitkisini %98,17’lik düşüş ile ayva bitkisi izlemektedir.

Elma, erik ve armut bitkilerindeki düşüş ise hemen hemen aynıdır. Bu kıyaslama polen tüp uzaması bakımından yapıldığında ise; sırasıyla en fazla ayva daha sonra ise sırayla kayısı, elma ve armut bitkisi etkilenmiştir. Ama değerlerler birbirine çok yakındır. Erik bitkisi ise %98,12'lik düşüş ile en son sıradadır.

Aynı şekilde bu 5 bitki yüksek sıcaklıktan etkilenmeleri açısından değerlendirildiğinde; polen çimlenme oranında %99,43'lük düşüş ile en çok etkilenen bitkinin erik bitkisi olduğunu görüyoruz. Ayva, kayısı ve armut bitkilerinin yüksek sıcaklıktan etkilenmeleri arasında önemli bir farklılık yoktur. Çimlenme oranındaki %95,37'lik düşüş ile elma bitkisi yüksek sıcaklıktan diğer 4 bitkiye göre daha az etkilenmiştir. Yüksek sıcaklığın çalışılan 5 bitkinin polen tüp uzamaları üzerindeki etkileri kıyaslandığında çalışılan bütün bitkilerin hemen hemen aynı oranda etkilendiği görülmüştür.

Kontrol grubuna en yakın sıcaklık değeri olan 25 °C' de ise polen çimlenmesi bakımından kontrol grubuna en yakın değerler sırasıyla; elma, armut, ayva, kayısı ve erik bitkisinden elde edilmiştir. 25 °C' de çalışılan 5 bitki polen tüp uzunluğu bakımından incelendiğinde ise; kontrol grubuna en yakın değerler sırasıyla; elma, armut, kayısı, erik ve ayva bitkilerinden elde edilmiştir.

Sıcaklık bitkinin, tohum çimlenmesinden meyve vermesine kadar bitki gelişiminin her safhasında önemli bir stres faktörüdür. Yerfıstığı tohumları; 5-40 °C toprak sıcaklığında çimlenebilmektedir. Ancak; tohumlarda çimlenmenin hızlı olabilmesi için, toprak sıcaklığının 20-35 °C' ye ulaşması gerekmektedir. Çimlenme ve sürme için optimum toprak sıcaklığı 30-35 °C dir. Ekimde toprak sıcaklığının 25-30 °C olması halinde, tohumlar 7-8 günde çimlenme ve sürmelerini tamamlamaktadırlar. Tohumların çimlenebilmesi için, en düşük toprak sıcaklığı 5 °C olmasına rağmen, ekim zamanı toprak sıcaklığının 12-15 °C' nin altına düşmesi halinde, tohumların çimlenme süresi oldukça uzamaktadır [55].

Soğan bitkisi (*Allium cepa*); iklim isteği yönünden seçicidir. Bitkinin erken gelişme devresinde serin havaya ihtiyaç vardır. Fakat baş bağlama ve başın büyümesi için sıcaklığın fazla olması gerekir. Erken gelişme devresinde ortalama sıcaklık 13 °C olmalıdır. Baş bağlamaya başladığı zaman sıcaklığı 21 °C ve başın olgunlaşması için de 24-27 °C olması gerekir [56].

Çiçekli bitkilerin erkek gametofiti olan polenler; bitkinin sıcaklıktan çok fazla etkilenen yapılarındandır. Dicksen ve Monterroso adlı araştırmacıların farklı zamanlarda fasulye bitkisi üzerinde yaptıkları çalışmada erkek üreme organlarının dişi üreme organlarına oranla sıcaklık stresinden daha fazla zarar gördüğünü göstermişlerdir [57,58].

Sıcaklık; polenin kimyasal bileşimi, polenin yaşayabilirliği ve/veya polen tüpünün büyümesi, polen tanelerindeki sıcaklık şoku proteinlerinin sentezinin teşvik edilmesi üzerinde etki göstermektedir [59,60,61].

Jakobsen ve Martens adlı araştırmacılar *Trifolium repens*' i büyütme odasında sıcak ve soğuk şartlarda yetiştirmişler ve in vitro polen gelişiminde soğuk şartlarda yetiştirilen polenlerin çimlenme yüzdesi ve polen tüp uzaması bakımından sıcak ortamda yetiştirilen polenlerden daha fazla geliştiğini gözlemlemişlerdir [62]. Bizim yaptığımız çalışmada da; soğuk ve sıcak ortamda çimlendirdiğimiz polenleri; polen çimlenme yüzdesi ve polen tüp uzaması bakımından kontrol grubunda (22 ± 2) çimlendirdiğimiz polenlerle kıyasladığımızda, Jakobsen ve Martens adlı araştırmacıların sonuçlarına paralel olarak soğuk ortamdaki polenlerin sıcak ortamdakilere göre daha iyi geliştiği gözlenmiştir.

Örneğin düşük sıcaklığı 15 °C, yüksek sıcaklığı 30°C olarak alıp karşılaştırdığımızda; elma bitkisi polenlerinin çimlenme yüzdesi kontrol grubuyla kıyaslandığında; düşük sıcaklıkta %83,60'lık bir düşüş yüksek sıcaklıkta ise %91'lik bir düşüş gözlenmiştir. Elma bitkisinde polen tüp uzunluğunu kontrol grubuyla karşılaştırdığımızda düşük sıcaklıkta %77,37'lik, yüksek sıcaklıkta ise %97,12'lik bir düşüş gözlenmiştir (tablo 3.1.1). Kayısı bitkisinin polenleri de hem polen çimlenme yüzdesi bakımından hem de polen tüp uzaması bakımında düşük sıcaklığa göre yüksek sıcaklıktan daha fazla etkilenmiştir. Kayısı bitkisi polenlerinin çimlenmesinde düşük sıcaklıkta kontrol grubuna göre %82,08'lik bir azalma meydana gelirken, bu oran yüksek sıcaklıkta %92,36 olarak kaydedilmiştir. Kayısı bitkisinin polenleri tüp uzunluğu, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında; düşük sıcaklıkta %83,26, yüksek sıcaklıkta ise %98,63 oranında düşüş meydana gelmiştir (tablo 3.2.1). Erik bitkisi polenlerinin çimlenme yüzdeleri kontrol grubuyla karşılaştırıldığı zaman; düşük sıcaklıkta %57,15'lik bir düşüş meydana gelirken yüksek sıcaklıkta %90,05'lik bir düşüş gözlenmiştir. Erik bitkisi polenlerinin tüp uzunluğu kontrol grubuyla kıyaslandığında ise; düşük sıcaklıkta %88,92 oranında bir düşüş kaydedilirken, yüksek sıcaklıkta %98,02'lik bir düşüş kaydedilmiştir (tablo 3.3.1). Armut bitkisinin polenlerinin çimlenme yüzdeleri; düşük sıcaklıkta %75,69 oranında azalırken, yüksek sıcaklıkta %96,65 oranında azalmıştır. Armut bitkisi polenleri tüp uzunluğu bakımından değerlendirildiğinde düşük sıcaklıkta %70,88'lik, yüksek sıcaklıkta da %98,08'lik bir düşüş gerçekleşmiştir (tablo 3.4.1). Aynı şekilde ayva bitkisi polenlerinin çimlenme yüzdeleri kontrol grubuyla karşılaştırıldığı zaman; düşük sıcaklıkta %75,23'lük düşüş, yüksek sıcaklıkta ise %96,40'lık bir düşüş kaydedilmiştir. Ayva bitkisi polenlerinin tüp uzunluğu kontrol grubuyla kıyaslandığında ise, düşük sıcaklıkta %68,16'lık bir düşüş gözlenirken, yüksek sıcaklıkta %95,19 'luk bir düşüş gözlenmiştir (tablo 3.5.1). Benzer sonuçlar çalışılan diğer bitkiler için de geçerlidir. Sonuç olarak soğuk ortamda çimlendirilen polenler, sıcak ortamda çimlendirilen

polenlerden; hem polen çimlenme yüzdesi bakımından hem de polen tüp uzunluğu bakımından daha iyi gelişme göstermişlerdir.

Yüksek gece sıcaklığının; polen çimlenmesi üzerindeki olumsuz etkileri yapılan çalışmalarla ortaya koyulmuştur. Peet ve Bartholemew adlı araştırmacılar, domates bitkisinde (*Lycopersicon esculentum*) [63], Hall adlı araştırmacıda börülce bitkisinde (*Vigna unguiculata*) [64] yüksek gece sıcaklığının polenlerin yaşayabilirliğini ve çimlenme yüzdeleri olumsuz etkilediğini kaydetmişlerdir.

İsrail’de yapılan bir çalışmada; yüksek sıcaklık ve CO₂ nin biber polen tanelerindeki fruktokinaz ve hektokinaz aktivitesi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırmacılar yüksek sıcaklığın (32/26 °C, gündüz/gece) polen tanelerindeki fruktokinazın aktivitesini yaklaşık %50 azalttığını, hektokinazın polen tanelerindeki aktivitesinin fruktokinaza göre nispeten daha az olduğunu ve yüksek sıcaklıktan fazla etkilenmediğini ancak anter dokusundaki fruktokinaz ve hektokinaz aktivitelerinin yüksek sıcaklığın etkisiyle azaldığını görmüşlerdir [65].

Yine İsrail’de yapılan bir çalışmada düşük gece sıcaklığının gelişmekte olan, biber polen tanelerinde karbonhidrat metabolizması üzerindeki etkisi incelenmiştir [66]. Karbohidrat polen gelişimini destekleyen temel unsurlardan biridir [67] ve polen taneleri çimlenmek için başlıca metabolik materyal olarak basit şekerleri kullanırlar [68]. Araştırmacılar 4 biber kültürünü düşük gece sıcaklığında (10± 2 °C gece ve 24 °C yi aşmayan gündüz sıcaklığı) yetiştirmiş ve sonuçları kontrol grubuyla (20± 2 °C gece ve aynı gündüz sıcaklığı) karşılaştırmışlardır. Düşük gece sıcaklığının polen gelişiminin A-4 (anthesisden 4 gün önce) safhasında nişasta içeriğinde göze çarpan bir azalmaya neden olduğunu, buna bağlı olarak düşük sıcaklığın olgun polen tanelerinde çözünebilir şeker (glukoz ve fruktoz) konsantrasyonunu azaltmak suretiyle biberde polen fonksiyonlarını engellediğini kaydetmişlerdir [66].

Koti ve arkadaşları; soya fasulyesi çiçeklerinin yüksek sıcaklığa karşı çok hassas olduğunu, polen çimlenmesi ve polen tüp uzunluğunun ise yüksek sıcaklıkta kayda değer biçimde azaldığını kaydetmişlerdir [69]. Koti ve arkadaşlarının çalışmalarında elde ettikleri bu sonuç bizim sonuçlarımızı destekler niteliktedir.

Amerika’da yapılan bir çalışmada, araştırmacılar polen gelişimi sırasında sıcaklığın etkisini araştırmak için yabani sukabağı ile kültür sakız kabağını ve onların F1 hibritlerini kullanmışlardır. Sonuç olarak 20 °C’ de yetiştirilen polenlerin, 30 °C’ de da yetiştirilen polenlerden daha hızlı büyüdüğünü ve tüp uzunluğunun daha fazla olduğunu görmüşlerdir [70].

Choen ve arkadaşları papaya (*Carica papaya L.*) bitkisi polenleri üzerinde yaptıkları çalışmada papaya bitkisi polenleri için optimum sıcaklığın 22-26 °C olduğunu kaydetmişlerdir.

Ayrıca papaya bitkisi için 5-7 °C’ de çimlenmenin gerçekleşmediğini 40 °C’ de ise çimlenmenin büyük oranda azaldığını bildirmişlerdir [71].

Hollanda’da Chi ve arkadaşları zambaklar üzerinde yaptıkları bir araştırmada zambak polenlerini 25, 30 ve 35 °C’ de tozlaştırmışlar ve sonuçta 35 °C’ deki polen çimlenme oranı ve polen tüp uzamasının 25 ve 30 °C’ deki polen çimlenmesi yüzdesi ve polen tüp uzamasından daha az olduğunu görmüşlerdir [72].

Vasilakakis adlı araştırmacı sıcaklığın armut bitkisinde polen çimlenmesi, polen tüp uzaması ve tozlaşma periyodu üzerinde yaptığı çalışmada armut bitkisinde 15 °C’ de polen çimlenmesinin kayda değer bir biçimde azaldığı göstermiştir [73]. Vasilakakis’in adlı araştırmacının çalışma sonuçları bizim elde ettiğimiz sonuçlarla paralellik göstermektedir. Armut bitkisi üzerinde yaptığımız çalışmada kontrol grubunda %88,73 olan polen çimlenme oranı 15 °C’ de %21,57’ ye düşmüştür. Bu oran kontrol grubuyla kıyaslandığı zaman %75’lik bir düşüş görülmektedir.

Sukhvibul ve arkadaşları tarafından 4 mango türü (*Mangifera indica* L.) üzerinde sıcaklığın; polen çimlenmesi, polen tüp uzaması ve tohum gelişmesine etkisi incelenmiş ve mango bitkisi polenleri için optimum sıcaklık 15-25 °C olarak tespit edilmiştir. Sıcaklığın ≤ 10 °C ve ≥ 30 °C olduğu zaman çimlenmenin ve polen tüp uzamasının kayda değer biçimde azaldığını gözlemişlerdir [74,75].

Rosell ve arkadaşları cherimoya bitkisi (*Annona cherimola* Mill.) üzerinde yaptıkları çalışmada; cherimoya bitkisi polenlerinin çimlenmesi için gerekli optimum sıcaklığın 20-25 °C olduğu, sıcaklık 30-35 °C’ ye çıktığında polen çimlenme oranının azaldığını ve sıcaklığın 10 °C olduğu zamanlarda sadece %1,8 oranında çimlenme gerçekleştiğini kaydetmişlerdir [76]. Bizim yaptığımız çalışmada da; sıcaklık 30-35 °C’ ye çıktığı zaman, polen çimlenme oranında ve polen tüp uzunluğunda büyük bir azalma meydana gelmiştir. Aynı şekilde sıcaklık 10 °C’ ye düştüğünde de hem polen çimlenmesi hem de polen tüp uzunluğu olumsuz yönde etkilenmiştir. Ancak çalışılan 5 bitkinin hiç birinde sıcaklık 10 °C’ ye düştüğü zaman polen çimlenme oranı % 6,71’ in altına düşmemiştir. Çalışılan bitkiler arasında 10 °C’ de en düşük çimlenme yüzdesi %6,71 ile elma bitkisine aittir (tablo 3.1.1).

Optimum sıcaklıktaki farklılıklar bitkinin türüne veya bitkinin yetiştirilmesine yani bitkinin eksterm sıcaklıklara adaptasyonuna bağlıdır. Hatta aynı türün farklı genotipleri için optimum sıcaklık farklı olabilmektedir. Bir çok üründe genetik farklılıklar yüksek ve düşük sıcaklığa karşı tolerans gösterebilir. Örneğin Suzuki ve arkadaşları tarafında fasulye (*P. vulgaris*) bitkisinde polen yaşayabilirliği; sıcaklığa toleranslı varyeteler ile sıcaklığa duyarlı varyeteler arasında karşılaştırılmış sıcaklığa toleranslı varyetelerde polenlerin; polen çimlenme yüzdesi ve polen tüp uzaması bakımından 32 °C’ ye kadar etkilenmedikleri görülmüştür [77].

Benzer şekilde Weaver ve Timm adlı araştırmacılar domates bitkisinin farklı varyeteleri üzerinde sıcaklığın etkisini araştırmışlar. Sonuçta domates bitkisinin Grivorski varyetesine ait polenler; 48 °C’ de 1 saatte %80 çimlenme gösterirken bu değerin Patio ve VF-6 varyetelerinde %30 ve diğer varyetelerde %0 olduğunu görmüşlerdir [78].

Yunanistan’da avokado bitkisinde sıcaklığın polen çimlenmesi ve polen tüp uzamasına etkisi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada 4 avokado türü (Nabal, Ettinger, Lacon, Zutano) kullanılmıştır. Bu avokado türlerine ait polenler 5, 10, 15, 20, 25, 30 ve 40 °C’ de inkübe edilmiştir. Sonuçta en düşük sıcaklık olarak 15’de (Zutano %17,22 çimlenme) ve en yüksek sıcaklık olarak 40 °C’ de dahi polen çimlenmesi gerçekleşmiş olsa da avokado polenlerinin çimlenmesi için optimum sıcaklık 25 °C olarak tespit edilmiştir [79].

İngiltere’de yapılan bir çalışmada 21 yerfıstığı genotipi üzerinde in vitro polen çimlenmesinin ve polen tüp uzamasının sıcaklığa karşı tepkisi incelenmiştir. Sonuçta ana sıcaklık bir çok genotip için farklı olsa da, polen çimlenmesinde ve maksimum polen tüp uzamasında minimum (temel) sıcaklık 11,7-16,6 °C, optimum sıcaklık 25,5-35 °C ve maksimum (öldürücü) sıcaklık 36,7-46,3 °C arasında belirlenmiştir. Extrem sıcaklık olan ≤ 10 °C ve $\geq 47,5$ °C’ de polen çimlenmesinin gerçekleşmediği görülmüştür [80].

Oakes adlı araştırmacı yer fıstığı bitkisi polenleri üzerinde yaptığı çalışmalarda 33 °C’nin üzerindeki sıcaklığın bir çok yer fıstığı genotipinde polenlerin çimlenme ve yaşama yüzdesini azalttığını bildirmiştir. Yer fıstığı bitkisinin polenlerinin çimlenmesi için; minimum sıcaklığın 18 °C, optimum sıcaklığın 32 °C ve maksimum sıcaklığın 35 °C olduğunu kaydetmiştir [81].

Pırlak 5 kayısı ve 3 vişne türü polenlerini kullanarak, sıcaklığın polen çimlenmesi ve polen tüp uzaması üzerine etkilerini araştırmıştır. Sonuçta farklı türler arasında önemsiz farklar olmakla beraber polen çimlenmesi ve tüp uzaması için en iyi sonucun 15-20 °C arasında elde edildiğini gözlemlemiştir [82].

Zamir ve arkadaşları domatesin iki türü *L. esculentum* ile *L. hirsutum*’ a ait F₁ hibritini sıcak ve soğuk ortamda tozlaştırmışlar ve düşük sıcaklıkta polen çimlenmesinin yüksek sıcaklık koşullarından daha iyi gerçekleştiğini gözlemlemiştir [83]. Zamir ve arkadaşlarının elde ettikleri sonuç; hem bizim sonuçlarımızla hem de Jakobsen ve Martens adlı araştırmacıların sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

Bazı türler düşük sıcaklığa adapte olduğu için 5 °C gibi düşük bir sıcaklıkta da polen çimlenmesi gerçekleşiyor fakat çimlenme yüzdesi büyük oranda düşüyor. Örneğin badem bitkisi kullanılarak yapılan bir araştırmada badem bitkisi polenlerinin 5 °C gibi düşük bir sıcaklıkta bile çimlendiği gösterilmiştir [84].

Austin ve arkadaşları tarafından kayısı bitkisi (*Prunus armenica* L.) polen tüp gelişimi üzerinde sıcaklığın etkisi incelenmiş; sonuçta düşük sıcaklığın (10°C) polen çimlenmesini

inhibe etmediği kaydedilmişlerdir [85]. Aynı şekilde bizim kayısı bitkisi üzerinde yaptığımız çalışmalarda düşük sıcaklıkta polen çimlenmesinin gerçekleştiği, ancak düşük sıcaklıkta hem polen çimlenme yüzdesinin hem de polen tüp uzamasının olumsuz yönde etkilendiği görülmüştür. Kontrol grubunda %74,71 olan polen çimlenme oranı 10 °C’ de %90,5’ lik bir azalma ile %7,09’a düşmüştür. Aynı şekilde kontrol grubunda 421,07µm olan tüp uzunluğu 10 °C’ de %99,2’lik bir düşüş ile 3,35µm olarak ölçülmüştür (tablo 3.2.1).

Austin ve arkadaşlarının kayısı bitkisi üzerinde yaptığı çalışmaya benzer bir çalışma da Cerovic ve Djurdjina tarafından vişne bitkisi (*Prunus cerasus L.*) üzerinde gerçekleştirilmiş ve kayısı bitkisine benzer sonuçlar elde edilmiştir. Düşük sıcaklıkta (15 °C) vişne bitkisi polenlerinin de inhibe olmadığı belirlenmiştir [86].

Geisenberg ve Stewart domates bitkisi üzerinde yaptığı çalışmalarda, domates bitkisini polenlerini çimlenmesi için; optimum sıcaklığın 21-24 °C olduğunu bildirmişlerdir [87].

Yukarıdaki çalışmalardan da görüldüğü üzere sıcaklığın in vitro polen çimlenmesi üzerinde farklı etkileri vardır ve bu farklılık aynı bitkinin farklı varyetelerinde de farklılıklar gösterebilmektedir. Polen çimlenmesin de bir çok farklı tür için optimum sıcaklık 20-25 °C civarındadır.

Hızla gelişen sanayi ve artan nüfusun sonucu ortaya çıkan küresel ısınma, iklimlerin değişmesine böylece değişen iklimlere adapte olamayan bir çok bitki türünün yok olmasına neden olacaktır. Optimum şartlar dışındaki sıcaklık değerlerinin bitkinin vejetatif ve generatif kısımları üzerinde olumsuz etki yaptığı bilinmektedir. Bitkiler üzerindeki sıcaklığın bu olumsuz etkileri verim düşüşüne sebep olmaktadır. Bitkilerin, özellikle de çiçekli bitkilerin erkek gametofiti olan polenlerin, sıcaklık stresinden etkilenmesi verim düşüşüne dolayısıyla ekonomik kayıplara neden olacaktır. Bu açıdan değerlendirildiğinde, bitkilerin verimini arttırmak için çalışırken; kültürü yapılacak olan meyvelerin sıcaklık stresine dayanıklı varyetelerinin seçilmesi ekonomik kaybın en aza indirilmesinde yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Çevre ve Orman Bakanlığı ,UNDP İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi, Türkçe Basım Ağustos 2004
2. IPCC 1996a. Climate Change 1995, The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Houghton J.T., et al., eds., WMO/UNEP:Cambridge University Press, New York.
3. UNEP/WMO, 1995. United Nations Framework Convention on Climate Change, UNEP/WMO Information Unit on Climate Change Secretariat Geneva.
4. İklimi Özen Göstermek. UNFCCC 2003, Bonn, Türkçe Basım Ağustos 2004.
5. WMO,1999. WMO Statement on the Status of the Global Climate in 1998, WMO-NO.896, World Meteorological Organization, Geneva.
6. Hopkins, G.W., Introduction to Plant Physiology. Copyright, by John Wiley and Sons, Inc., New York, 1995
7. Kubilay, P. Bitkilerde Sıcaklık Stresi, Fırat Üniversitesi Biyoloji Bölümü Bitirme Ödevi Elazığ,1999
8. www.ziraatci.com/yetistir
9. Tansı, V. Prof. Dr. İklim Değişikliğine Ürün Ekosistem Tepkileri: Mısır ve Sorgum Ç.Ü.Z.F Tarla Bitkileri Bölümü
10. Küçükuyurt, C., Çiçek, M., Bilen, P., Tohum Çimlenmesini Etkileyen Faktörler Fırat Üniversitesi Biyoloji Bölümü Bitirme Ödevi Elazığ,1997
11. Reddy, K.R., Hodges, H.F., Mckinion, J.M., 1997. Modeling Temperature Effects on Cotton Internode and Leaf Growth. Crop Science 37: 503-509.
12. Ünal, O., Gökçeoğlu, M., Topçuoğlu, F.; Antalya endemiği *Origanum türlerinin* tohum ve çelikle çoğaltılması üzerinde araştırmalar. Akdeniz Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü
13. www.kkgm.gov.tr/Birimler/Zir_Mucadele Buğday sürme Hastalığı
14. Sarı, Z., Ziraat Yüksek Mühendisi, Biber (*Capsicum annum L.*) Yetiştiriciliği TC Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü. Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Erdemli/Mersin
15. Kùn,E., Prof. Dr., Çiftçi, Y., Prof. Dr., Birsin, M., Dr., Ülger, A., Karahan, S., Zencirci, N., Öktem, M., Güler, M., Yılmaz, N., Atak, M., Tahıl ve Yemeklik Dana Baklagiller Üretimi
16. www.ksu.edu.tr/data/zfyayin/Y943_2846.pdf

17. Boztok, Ş., Siklamen (*Cyclamen persicum*)’de Çiçeklenme Üzerine Gibberelik Asitin Etkisi Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2002, 39 (3): 1-8 ISSN 1018-8851
18. Polowick P.L., Sawhney V.K.,1985. temperature effects on male fertility and flower and fruit development in *Capsicum annuum* L.Sci. Hort. 25: 117-127.
19. Rylski I. 1985. Capsicum. In: Halevy H.A.(Ed), CRC Handbook of flowering. CRC Press, Boca Raton,FL. Pp: 140-146.
20. Presman, E., Moshkovitch, H., Rosenfeld, K., Shaked, R., Gamliel, B., Aloni, B.,1998. Influence of low night temperatures on sweet pepper flower quality and the effect of repeated pollinations, with viable pollen, on fruit set. J.Hort. Sci. Biotechnol.73: 131-136.
21. Kramer, K., 1996. Phenology and Growth of European Trees in Relation to Climate Change. Landbouwwuniversiteit Wageningen: Wageningen.
22. Walkovszky, A., 1998. Changes in phenology of the locust tree (*Robinia pseudoacacia* L.) in Hungary. International Journal of Biometeorology. 41: 155-160.
23. Ahas, R., 1999. Long-term phyto-, ornitho- and ichthyophenological time-series analyses in Estonia. International Journal of Biometeorology. 42: 119-123.
24. Cannell, M.G.R., Palutikof, J.P., Sparks, T.H., 1999. Indicators of Climate change in the UK. Centre for Ecology and Hydrology: UK; 87.
25. Sparks, T.H., Mainning, M., 2000. Recent phenological changes in Norfolk. Transactions of the Norfolk and Norwich Naturalists’ Society 33: 105-110.
26. Sparks, T., Roy Mason, C., 2000a. Phenology in Essex: lessons from the past and examples of recent trends. Essex naturalist (New Series): 31-37
27. Sparks, T.H., Jeffrey, E.P., Jeffrey, C.E., 2000b. An examination of the relationship between flowering times and temperature at the national scale using long-term phenological records from the UK. International Journal of Biometeorology. 44: 82-87.
28. Zwart B. 2000a. Wat doet de natuur als het klimaat verandert? (1): 10-13,
29. Ahas, R., Jaagus, J., Aasa, A., 2000. The phenological calendar of Estonia and its correlation with mean air temperature. International Journal of Biometeorology.44(4): 159-166.
30. Kızıroğlu İ. (1998): Genel Biyoloji, 3.Baskı, Desen Yayınları, Ankara. Sayfa: 327
31. Kaloo, G., 1988. Breeding vegetable crops for tolerance to stress environments. In: Vegetable Breeding.Vol.II.CRC press, Boca Raton, Florida, 165-202
32. Kaloo, G., 1991. Breeding for environmental stress resistance in tomato. In: Genetic improvement of tomato (ed. by Kaloo, G.).Monographs on Theoretical and Applied Genetics, Vol. 14. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 153-165.

33. Charles, W.B. and Harris, R.E., 1972. Tomato fruit set at high and low temperature. Can. J. Plant. Sci. 52, 497.
34. Rick, C.M. and Dempsey, W.H., 1969. Position of the stigma in relation to fruit setting of the tomato. Bot. Gaz., 130, 180.
35. Rudich, J., Zamski, E., and Ragev, Y., 1977. Genotypic variation for sensitivity to high temperature on the tomato pollination and fruit set. Bot. Gaz., 138, 448.
36. Dempsey, W.H., 1970. Effect of temperature on pollen germination and tube growth. Tomato Genet. Coop. 20, 15.
37. El Ahmadi, A.B., and Stevens, M.A., 1979. Reproductive responses of heat-tolerant tomatoes to high temperatures. J. Amer. Soc. Hort. Sci.
38. Weaver, M.L. and Timm, H., 1989. Screening tomato for high temperature tolerance through pollenviability tests. HortScience 24: 493-495
39. Levy, A., Rabinowitch, H.D., and Kedar, M., 1978. Morphological and physiological characters affecting flower drop and fruit set of tomatoes at high temperatures,
40. Tunar, M., Ziraat Yüksek Mühendisi Fasulye Yetiştiriciliği TC Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü. Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Erdemli/Mersin
41. Lobell D.B., Asner G.P. (2003). Climate and management contributions to recent trends in US agricultural yields. Science 299, 1032.
42. Baker, J.T., Allen, L.H Jr. 1993 contrasting crop species responses to CO₂ and temperature; rice, soybean and citrus. Vegetatio 104, (110S) 239-260.
43. Hammer, G.L., Sinclair, T.R., Boote, K.J., Wright, G.C., Meinke, H., Bell, M.J., 1995, peanut simulation model: 1. model development and testing. Agronomy Journal 87, 1085-1093.
44. Baker, J.T., Allen, L.H Jr., Boote, K.J., Jones, P., Jones, J.W., 1989 response of soybean to air temperature and carbondioxide concentration. Crop Science 29, 98-105.
45. Kürklü, A., Sıcaklığın ve Hasat Zamanının Patlıcanın (Solanum melongena L.) Büyümesi ve Meyve Verimi Üzerine Etkisi Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakùltesi, Tarım Makinaları Bölümü, Antalya-TÜRKİYE
46. Mc Michael, B.L., Powel, R.D., 1971. Effect of Temperature Regimes on Flowering and Boll Development in Cotton. Cotton Grow Rev., 48: 125-130.
47. Emberlin J. 1994. The effects of oatterns in climate and polen abundance on allergy. Allergy 49: 15-20.
48. Emberlin J. 1997. The trend to earlier birch polen seasons in the UK: a biotik response to changes in weather conditions. Grana 36: 29-33

49. Spiaksmas F.T.M., Emberlin, J., Hjelmroos, M., Jager S., Leuschner, R.M., 1995. Atmospheric birch (*Betula*) pollen in Europe: trends and fluctuations in annual quantities and the starting dates of the seasons. *Grana* 34: 51-57.
50. Ziska, L.H., Caulfield F.A. 2000. Rising CO₂ and pollen production of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*), a known allergy inducing species: implications for public health. *Australian Journal of Plant Physiology* 27: 893-898.
51. Spiaksmas, F.T.M., Nikkels, A.H., 1998. Airborne grass pollen in the Netherlands: annual variation and trends in quantities and season statistics over 26 years. *Aerobiologia* 14: 347-358.
52. Shivanna, K.R., Rangeswamy N.S., 1992. Pollen biology laboratory manual, Springer Verlag, Berlin.
53. Akgül, A., 1997. Tıbbi araştırmalarda istatistiksel analiz teknikleri (SPSS uygulamaları), Yüksek Öğretim Kurumu Matbaası, Ankara.
54. SPSS for Windows Release 9.0 Standart Versiyon, 1999, Copyright SPSS Inc
55. Doç. Dr. Gül, A., Prof. Dr. Arıoğlu, H., Prof. Dr. Tölücü, H., Prof. Dr. Biçici, M., Prof. Dr. Özgür, F., Prof. Dr. Fenercioğlu, H., Yerfıstığı Tarımı Ekonomisi, Üretim Tekniđi, Hastalık ve Zararlıları, Gıda Sanayi Açısından Önemi. Ekim 2001, Osmaniye
56. <http://www.gap.gov.tr/Turkish/Tarim/Tarlayt/yfistik.html>
57. Dickson, M.H., Boettger, M.A., 1984 effect of high and low temperatures on pollen germination and seed set in snap beans. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 109, 372-374
58. Monterroso, V.A., Wien, H.C., 1990 flower and pod abscission due to heat stress in bean. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 115, 631-634
59. Bertin, R.I., 1988 Paternity in plants. Pages 30-59 in J Lovett Doust, L Lovett Doust, eds. *Plant reproductive ecology: patterns and strategies*. Oxford University Press, Oxford
60. Stephenson, A.G.C., Erickson, T.C., Lau, M.R., Quesada, J.A Winsor 1994 Effect of growing conditions on the male gametophyte. Pages 220-229 in A.G. Stephenson, T-h Kao, eds. *Pollen pistil interactions and pollen tube growth*. American Society of plant physiologists, Rockville, Md.
61. Mascarenhas, J.P., D.E., Crone 1996 pollen and the heat shock response. *Sex Plant Reprod* 9: 370-374
62. Jakobsen, H.B., Martens, H., 1994 influence of temperature and aging of ovules and pollen on reproductive success in *Trifolium repens*. *Ann Bot* 74: 493-501.

63. Peet, M.M., Bartholemew, M., 1996 Effect of night temperature on pollen characteristics, growth and fruit set in tomato. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 121, 514-519.
64. Hall, A.E., 1992 Breeding for heat tolerance. *Plant Breeding Reviews* 10, 129-167.
65. Leah Karni, Beny Aloni. Department of Vegetable Crops, Institute of Field and Garden Crops, A.R.O., The Volcani Center, Bet Dagon, 50250 Israel. Fructokinase and Hexokinase from Pollen Grains of Bell Pepper (*Capsicum annuum* L.): Possible Role in Pollen Germination under Conditions of High Temperature and CO₂ Enrichment. *Annals of Botany* 90: 607-612. (2002).
66. Shaked, R., Rosenfeld, K., Pressman, E., The Effect of Low Night Temperatures on Carbohydrate Metabolism in Developing Pollen Grains of Pepper in Relation to Their Number and Functioning. Department of Vegetable Crops, Institute of Field and Garden Crops, ARO, The Volcani Center, P.O. Box 6, Bet Dagon 50250, Israel.
67. Pacini, E., 1996. Types and Meaning of Pollen Carbohydrate Reserves. *Sex. Plant Reprod.* 9: 362-266.
68. Stanley, R.G., 1971. pollen Chemistry and tube growth. In: Heslop Harrison, J. (Ed), *Pollen: Development and Physiology*. London, pp. 131-155.
69. Koti, S., Reddy K.R; Kakani, V.G; Zhao, D., and Reddy V.R *Ann Bot.* 2004. Soybean (*Glycine max*) Pollen Germination Characteristics, Flower and Pollen Morphology 94: 855-864.
70. Magnus, H., Johansson and Andrew G. Stephenson. Department of Biology, Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania 16802, U.S.A; effects of temperature during microsporogenesis on pollen performance in cucurbitaceae *Cucurbita pepo* L.
71. Cohen, E., Lavi, U., Spiegel, Roy, 1989. papaya pollen viability and storage. *Sci. Hort.* 40, 317-324
72. Chi, H.S., Straathof, Th.P., Löffler H.J.M, Van Tuyl, J.M. DLO Centre for Plant Breeding and Reproduction Research (CPRO- DLO). PO Box 16 6700 AA Wageningen, The Netherlands (correspondence to J.M. Van Tuyl)
73. Vasilakakis, M- Porlingis, I.C 1985, effect of temperature on pollen germination, pollen tube growth, effective pollination periods and fruit set of pear. *J. Hort. Sci* 20(4), 42-45.
74. Sukhvibul, N., Whiley, A.W, Vithanage, V., Smith, M.K., Doogan, V.J., Hetherington SE, 2000a. Effect of temperature on pollen germination and pollen tube growth of four cultivars of mango (*Mangifera indica* L.). *J. Hort. Sci. Biotechnol* 75(2), 64-68.

75. Sukhvibul, N., Whiley, A.W., Vithanage, V., Smith, M.K., Doogan, V.J., Hetherington SE, 2000b. Effect of temperature on pollen germination and pollen tube growth and seed development in mango (*Mangifera indica* L.). *Acta Hort.* 509, 609-616
76. Rosell, P., Herrero, M., Sauco, V.G., 1999. Pollen germination of Cherimoya (*Annona chirimola* Mill.) In vivo characterization and optimization of in vitro germination. *Sci. Hort.* 81, 251-265
77. Suzuki, K., Takeda, H., Egawa, Y., Tsukaguchi T., 1999 Variation of snap bean pollen under high temperature Annual Report 1999. Japan International Research Centre for Agricultural Sciences, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, 1-2 Ohwashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8686, Japan.
78. Weaver, M.L., Timm, H., 1989 Screening tomato for high temperature tolerance through pollen visibility tests. *Hort. Science* 24, 493-495.
79. Loupassaki, M(1) & Vasilakakis, M(2) (1-Subtropical Plants and Olive Trees Institute 73 100 Chani Crete Greece 2- Aristotle Univ. Of Thessaloniki, Division of Plant Sci. 54006 Thessaloniki, Greece) The Effect of temperature and Relative Humidity on the In Vitro Germination of the Pollen of Avocado
80. Kakani, V.G., Prasad, P.V.V., Craufurd, P.Q., Wheeler, T.R; response of in vitro pollen germination and pollen tube growth of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes to temperature. Plant Environment Laboratory, The University of Reading, RG2 9 AD, UK. *Plant, Cell and Environment* 2002 25, 1651-1661.
81. Oakes, A.J., 1958; pollen behaviour in peanut (*Arachis hypogaea* L) *Agronomy Journal* 50, 387-389
82. Pırlak, L. Atatürk Üniv. Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Erzurum, Turkey. The effect of temperature on pollen germination and pollen tube growth of apricot and sweet cherry.
83. Zamir, D., Gadish, I 1987 pollen selection for low temperature adaptation in tomato. *Theor Appl Genet* 74: 545-548.
84. Goldini, A., De Palma, L., Petruzzella, A., 1987: Interrelationship of almond pollen germination at low temperatures, blooming time and biological behaviour of cultivars. *Advances in Horticultural Science* 1, 73-76.
85. Austin, P.T., Hewett, E.W., Noiton, D., Plummer, J.A, 1998 self-incompatibility and temperature affect pollen tube growth in 'Sundrop' apricot (*Prunus armerica* L). *J.Hort. Sci. Biotechnol.* 73(3), 375-386
86. Cerovic, R., Djurdjina, R., 1992 pollen tube growth in 'sour cherry' (*Prunus ceracus* L) at different temperatures *J.Hort. Sci* 67(3), 333-340.

ÖZGEÇMİŞ

02/03/1981 yılında Elazığ'da doğdum. İlk öğrenimimi Elazığ Şair Hayri İlkokulu'nda, orta öğrenimimi Elazığ Atatürk Ortaokulu'nda tamamladım. Elazığ Mehmet Akif Ersoy Lisesi'nden 1998 yılında mezun oldum. Aynı yıl Fırat Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünü kazandım ve 2002 yılında mezun oldum. Eylül 2002'de Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında yüksek lisansa başladım.

Semiha YOLAÇTI