

**T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



***Prunus amygdalus* Batsch (Badem) ve *Prunus domestica* L. (Erik) Türlerinde
Asiditenin Polen Performansı Üzerine Etkileri**

**Esmâ AY YÜKSEL
Yüksek Lisans Tezi**

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Nazmi GÜR

KASIM-2016

**T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

***Prunus amygdalus* Batsch (Badem) ve *Prunus domestica* L. (Erik) Türlerinde
Asiditenin Polen Performansı Üzerine Etkileri**



YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Esmâ AY YÜKSEL
(111110101)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 04 Kasım 2016
Tezin Savunulduğu Tarih: 04 Kasım 2016**

Anabilim Dalı: BİYOLOJİ

Programı: GENEL BİYOLOJİ

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Nazmi GÜR (F.Ü.)
Diğer Juri Üyeleri : Prof. Dr. A. Harun EVREN (F.Ü.)
Doç. Dr. Selma TABUR (S.D.Ü.)**

KASIM-2016

ÖNSÖZ

Dünya nüfusu hızlı bir şekilde artmaktadır. Artan bu nüfusa paralel olarak insan popülasyonunun artışı da, çevrenin kirlilik oranını hızlı bir şekilde arttırmıştır. Bu artışın eş zamanlı olarak, tüketim ihtiyacını arttırmasından dolayı, atık maddelerin çoğalması da kaçınılmaz olmuştur. Çevre kirliliğine neden olan pek çok etken vardır. Bu etkenlerin başında sanayileşme çağında olmamızdan dolayı fabrikalar gelmektedir. Hava, su, toprak, görüntü ve hatta gürültü gibi bir çok kirlenmeye yol açan fabrikalar, doğal kaynakların aşırı ve yanlış kullanımı sonucu, çevrenin bozulmasına ve tahrip olmasına neden olmaktadır.

Hava kirliliği bitkiler üzerinde de pek çok olumsuz etkiye sebep olmaktadır. Özellikle bitkilerin vejetatif kısımları üzerinde etkili olan asit yağışlarının incelendiği çalışmalarda, bu etkilerin biyokimyasal, mikroskobik ve makroskobik olduğu belirtilerek, üreme hücreleri olan polenler üzerinde etki gösterdiği ve üreme verimliliğini azalttığı saptanmıştır.

Çevre sorunları birdenbire ortaya çıkmamış, zaman içerisinde birikerek varlığını hissettirmiştir. Yaşantımız için tehlike kaynağı olan çevre sorunlarının oluşumunda insanlara önemli görevler düşmektedir. Daha çok tüketim ünitesi olan insanların bilinçsiz tüketim davranışları sonucunda, çevre kirliliği giderek artırmıştır.

Bu çalışma süresince bilgi ve görüşlerini benimle paylaşan ve yardımını benden esirgemeyen danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Nazmi Gür'e, deneysel çalışma süresince laboratuvar ortamını kullandığım Fırat Üniversitesi Biyomühendislik Bölümü'ne, teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	III
SUMMARY	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	V
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL VE METOT.....	8
2.1. Araştırma Bölgesi.....	8
2.2. Araştırma Materyali.....	8
2.3. Besiyeri.....	8
2.4. Polen Preparatlarının Hazırlanışı.....	9
3. BULGULAR	10
3.1. <i>Prunus amygdalus</i> Batsch'da Farklı pH Değerlerinin Polen Çimlenmesi Üzerine Etkisi	12
3.2. <i>Prunus amygdalus</i> Batsch'da Farklı pH Değerlerinin Polen Tüp Uzunluğu Üzerine Etkisi.....	13
3.3. <i>Prunus domestica</i> L.'de Farklı pH Değerlerinin Polen Çimlenmesi Üzerine Etkisi....	14
3.4. <i>Prunus domestica</i> L.'de Farklı pH Değerlerinin Polen Tüp Uzunluğu Üzerine Etkisi.	15
4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA	15
KAYNAKLAR.....	19
ÖZGEÇMİŞ.....	22

ÖZET

Bu çalışmadaki amacımız, *Prunus amygdalus* Batsch (badem) ve *Prunus domestica* L. (erik) bitkisi polenleri üzerinde asitliğin, invitro çimlenme ve tüp oluşumu üzerine etkilerini belirlemektir.

Badem ve erik bitkisi polenleri sırayla pH 6.8 (kontrol), 6.4, 6.0, 5.6, 5.2, 4.8, 4.4, 4.0, 3.6, 3.2, 2.8 olan asit solüsyonlarının etkilerine maruz bırakılmıştır. Çalışmada kullanılan polenler Brawbaker-Kwack kültür ortamında çimlendirilmiştir. Elde edilen verilere göre, polen çimlenme oranı ve polen tüp uzunluğu her iki bitki için göz önüne alındığında, en az etkilenilen pH derecesinin, pH 6.4 olduğu belirlenmiştir. pH derecesi azaldıkça polenlerin çimlenmeleri ve tüp uzunluğunda önemli düşüşler ortaya çıkmıştır. pH 2.8’de düşüş oranları badem polenlerinin çimlenmesinde %93.43, tüp uzunluğunda %100; erik polenlerinin çimlenmesinde %93.41, tüp uzunluğunda ise % 99.63 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Asitlik, *Prunus amygdalus* Batsch, *Prunus domestica* L., Polen çimlenmesi, Polen tüpü gelişimi.

SUMMARY

Acidity Effect in Pollen Germination and Tube Length of *Prunus amygdalus* Batsch and *Prunus domestica* L.

Our purpose in this study is to determine the effects of acidity on in-vitro pollen germination and pollen tube length in pollen of almond (*Prunus amygdalus* Batsch) and plum (*Prunus domestica* L.) plants.

Pollens of almond and plum plants were exposed were exposed the effect of acidic solutions with pH 6.8 (control), 6.4, 6.0, 5.6, 5.2, 4.8, 4.4, 4.0, 3.6, 3.2, 2.8 respectively. The pollen used in the study was germinated in Brawbaker Kwack culture medium. According to the obtained data, it was determined that the pH level of the least affected was 6.4, given the pollen germination rate and tube length for each plants. As the pH level decreases, it was occurred significant reductions in pollen germination and tube length. At pH 2.8, the reduction of the rates were calculated 93.43% for pollen germination, 100% for tube length in almond and 93.41% for pollen germination, 99.63% for tube length in plum.

Key Words: Acidity, *Prunus amygdalus* Batsch, *Prunus domestica* L., Pollen germination, Pollen tube growth.

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sekil No

Sayfa No

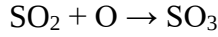
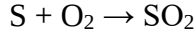
Şekil 3.1. <i>Prunus amygdalus</i> Batsch Bitkisinde Farklı pH Değerlerinin Polen Çimlenmesi Üzerine Etkisi.....	12
Şekil 3.2. <i>Prunus amygdalus</i> Batsch Bitkisinde Farklı pH Değerlerinin Polen Tüp Uzunluğu Üzerine Etkisi.....	13
Şekil 3.3. <i>Prunus domestica</i> L. Bitkisinde Farklı pH Değerlerinin Polen Çimlenmesi Üzerine Etkisi.....	14
Şekil 3.4. <i>Prunus domestica</i> L. Bitkisinde Farklı pH Değerlerinin Polen Tüp Uzunluğu Üzerine Etkisi.....	15

1.GİRİŞ

Dünya nüfusu hızlı bir şekilde artmaktadır. Artan bu nüfusa paralel olarak insan popülasyonunun artışı da çevrenin kirlilik oranını hızlı bir şekilde arttırmıştır. Bu artışın eş zamanlı olarak tüketim ihtiyacını arttırmasından dolayı atık maddelerin çoğalması da kaçınılmaz olmuştur. Günümüzde yaşamı ve doğal hayatın devamlılığını tehdit eden en önemli sorunların başında çevre kirliliği gelmektedir. Çevre kirliliğine neden olan pek çok etken vardır. Bu etkenlerin başında sanayileşme çağına olmamızdan dolayı fabrikalar gelmektedir. Hava, su, toprak, görüntü ve hatta gürültü gibi bir çok kirlenmeye yol açan fabrikalar, doğal kaynakların aşırı ve yanlış kullanımı sonucu çevrenin bozulmasına ve tahrip olmasına neden olmaktadır. Başta insanlar olmak üzere çevrenin bozulması veya tahrip olmasıyla tüm canlı varlıklar olumsuz yönde etkilenmekte ve zarar görmektedirler. Bu olumsuz etkilenmeden ortaya çıkan çevre sorunlarına çevre kirliliği denilmektedir. Çevre bilimciler kirlenmeyi ikiye ayırmaktadırlar. Bunlardan ilki; biyolojik aktiviteler sonucu ya da spontane olarak zararsız hale dönüşebilen maddelerin oluşturduğu kirliliktir. Hayvan besin artıkları, dışkıları, ölüleri, bitki kalıntıları gibi maddeler bu ilk (birinci tip) kirlenmeye neden olurlar. Oldukça kolay ve kısa sürede yok olan maddelerin meydana getirdiği bu kirliliğe geçici kirlilik adı da verilir [1].

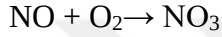
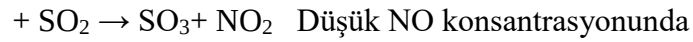
İkinci kirlenme tipi ise biyolojik aktiviteler sonucu ya da spontane olarak yok olmayan ya da yok olması oldukça uzun yıllar alan maddelerin meydana getirdiği kirliliktir. İkinci tip kirlenmeye, plastik, deterjan, tarım ilaçları, endüstriyel gaz atıkları, böcek öldürücüler (DDT gibi), radyasyon vb. maddeler, neden olurlar. Kalıcı kirlenme olarakta adlandırılan ikinci tip kirlenmeye neden olan maddeler bitki ve hayvanların vücutlarına katılıp, besin zincirinin son halkasını oluşturan insana geçerek insan yaşamını tehlikeye sokarlar [1].

Gaz atıklar arasında renksiz ve yanmayan bir gaz olan kükürt oksitler primer hava kirleticilerinin başında yer alırlar. 40 gün boyunca atmosferde kalıcılık gösterirler. Genellikle fosil yakıtların yakılması sonucunda ortaya çıkarlar. Kükürt oksit gazının %80'inin endüstriyel atıklar sonucu açığa çıktığı bilinmektedir [2]. Dünya üzerindeki bu emisyon değerlerinin durumuna bakıldığında en büyük payın Avrupa ile Kuzey Amerika olduğu görülmektedir [3]. Bunlar suda kolayca çözünerek atmosferde oksidasyona uğrarlar. Bu oksidasyon iki aşamada gerçekleşir:



Ortamda herhangi bir katalizör madde bulunmadığı durumda kükürt dioksit yavaş bir reaksiyonla kükürt trioksite dönüşür. Bu dönüşüm ortamda oksijen, ozon veya hidrokarbon serbest radikallerinin bulunması durumuna göre değişim gösterir.

Örneğin, ortamda azot monoksitin konsantrasyonuna bağımlı olarak iki ayrı reaksiyon oluşabilir.



Kükürt dioksit insan aktivitelerinin oluşturduğu yapay kaynaklar sonucu açığa çıkmaktadır. Bunun yanı sıra volkan patlamaları, orman yangınları gibi doğal kaynaklardan da az miktarda kükürt dioksit atmosfere verilmektedir. Fosil kökenli yakıtların yanması sonucunda atmosfere salınan kükürt konsantrasyonunun büyük bir kısmı açığa çıkmaktadır. Kükürt dioksit konsantrasyonunu önemli ölçüde azaltmış olmasının en önemli nedenleri arasında son yıllarda kullanılan yakıtların dikkatli seçimi veya kükürt içeriklerinin bazı işlemlerle azaltılması yer almaktadır. Her saat başı, yanma sonucunda açığa çıkan kükürt dioksit emisyonlarının %0,5-10'u kükürt trioksite (SO_3) dönüşmektedir. Sülfürik asit (H_2SO_4) kükürt trioksitin ortamda bulunan nem ile reaksiyona girmesi sonucu oluşur ve havada aerosoller halinde bulunur. Bu asit aerosollerinin ortamdaki damlacıklar veya diğer kirleticilerle yada katı partiküllerle birleşme eğilimi oldukça yüksektir. Havadaki sülfürik asitin, bir kısmı asit üretimi, gübre ve pigment üretimi gibi bazı endüstriyel faaliyetler sonucunda meydana gelirken büyük bir kısmı da yanma sonucunda oluşan kükürt dioksitten açığa çıkar. Havadaki aerosolün kuvvetli asit içeriğinin hemen hemen tamamını sülfürik asit ve bunun kısmi atmosferik nötralizasyon ürünü olan amonyum bisülfat oluşturur. Havada bulunan diğer asitler ise hidroklorik asit ve nitrik asit olup sis damlacıkları ile birleşmediği sürece havada aerosoller halinde bulunurlar.

Kükürt trioksit, sıcak ve soğuk suda eriyen renksiz bir gazdır. Atmosferde derhal sülfürik asite (H_2SO_4) dönüşmesinden dolayı atmosferdeki kalış süresi çok kısadır. Su ile asit oluşturması nedeni ile kirletici olarak önem taşımaktadır.

Kükürt trioksit ile suyun reaksiyonu sonucunda oluşan sülfürik asit (H_2SO_4) kuvvetli bir asit olup nem çekicidir. Amonyum bisülfat (HN_4HSO_4) sülfürik asitten daha az asidik olup saf olarak katı kristaller halinde bulunur. Asitler genelde havada aerosoller halinde bulunurlar. Bu aerosoller kar, yağmur, dolu gibi yağışlarla yeryüzünde birikirler. Kirletici emisyonun fazla olmadığı şartlardaki yağışın havada bulunan karbon dioksit ile reaksiyonu sonucunda oluşan karbonik asit nedeni ile hafif asidik olması doğaldır. Ancak yapay kaynaklardan atmosfere verilen kükürt emisyonunun yanı sıra, azot dioksit emisyonu ve atmosferik şartların etkinliği yağışın asiditesinin artmasına neden olur.

Atmosferde oldukça fazla bulunan ve endüstriyel faaliyetler sonucunda havaya karışan diğer bileşikler; hidrojen sülfür (H_2S), kükürtün merkaptan formudur. Her yıl tonlarca SO_2 çeşitli kaynaklardan yayımlanarak, atmosfere karışmaktadır. Bu emisyonların en önemli bölümü elektrik üretmek amacıyla çok büyük miktarlarda kükürtlü katı ve sıvı yakıtlar yakan termik santrallerden meydana gelmektedir [4].

Organik ve inorganik maddelerin kompleks karışımlarını hava kaynaklı partiküler maddeler (PM) oluşturur. Bunlar; aerodinamik çapı $2.5 \mu m$ 'den büyük kaba partiküller ve aerodinamik çapı $2.5 \mu m$ 'den küçük ince partiküller olmak üzere kütle ve bileşimi yönünden iki gruba ayrılırlar. Küçük partiküller yanma sonucunda oluşan partikülleri sekonder olarak açığa çıkan aerosoller (gaz-partikül dönüşümü) yoğunlaşmış metal ve organik buharlarını içerir. Büyük partiküller yol ve endüstrilerden oluşan kaçak tozları ve genelde yer kabuğu materyallerini içerir.

Partiküler bir maddenin mutajenik aktivitelerinin çoğu ve onun asit komponenti genel olarak ince fraksiyonda bulunur. Asılı partiküler madde terimi çeşitli yapay ve doğal kaynaklardan ortama transfer edilen katı ve sıvılar için kullanılır. Solunabilir partiküler maddeler ise çok farklı kaynaklardan orjinlenebilmektedirler. Solunabilirlik açısından fırtınalar, volkan patlamaları orman yangınları gibi doğal kaynaklardan oluşana göre elektrik santralleri, endüstriyel prosesler ve fosil yakıtların yanması gibi yapay kaynaklardan oluşan partiküller daha fazla önem arz etmektedirler. Partiküler maddenin tanımlanması, yapılarının karmaşıklığı ve maruziyet tayinindeki partikül boyutunun önemi gibi bazı nedenler sebebiyle bir kaç değişik şekilde yapılmaktadır. Bu tanımlamalar; solunum sistemindeki birikime göre (larenks altında biriken partiküller, thoracic partiküller), örnekleme yöntemine göre (asılı partiküler madde, toplam asılı partiküler madde, siyah duman), hem fizyolojik hemde örnekleme yöntemine göre ($10 \mu m$ aerodinamik çaplı komponentler için PM_{10}) yapılabilmektedir [4-7].

Hava kirletici emisyonların bir diğeri de azot oksitlerdir (NO_x). Nitrik oksit kokusuz ve renksiz bir gaz olup, yanma sonucu yüksek sıcaklık altında açığa çıkar ve her türlü yanma işleminde mutlaka açığa çıkmaktadır. NO₂ ise insan kaynaklı olup, gübreleme gibi pek çok kaynaktan açığa çıkabildiği gibi otomobiller gibi bazı kaynaklardan da meydana gelebilmektedir. NO₂ üreticileri olarak fosil yakıtlar, egzoz gazları ve organik maddeler örnek olarak verilebilirler. NO ve NO₂ formundaki atmosferdeki konsantrasyonların tamamı NO_x ile temsil edilmektedir. Atmosferde ortalama 1 günlük kalıcılık süresi vardır. Fakat NO + NO₂ bileşiğinin, NO_x bileşenlerinden olan N₂O'nun atmosferdeki kalıcılık süresinin çok daha uzun olduğu belirlenmiştir [4]. Atmosferik ömrü yüzyıldan fazla olan N₂O gazının küresel iklim değişimindeki payının % 5 olduğu tahmin edilmektedir. Doğal olarak atmosferdeki oluşumu ise azot döngüsünün bir parçası olarak mikrobiyolojik hareketlerle toprakta ve suda gerçekleşmektedir. Atmosferin stratosfer katmanında fotolizi ve oksijenle reaksiyona girmesi sonucunda N₂O konsantrasyonunu azaltıcı başlıca etkiler açığa çıkmaktadır. Doğal kaynaklarından biri de topraktaki organik çürümeler olan NO_x'in, ayrıca fotokimyasal olarak reaksiyona giremeyen NO_x bileşenleri de bu miktarlar arasında dahil olmaktadır. Azot dioksitin ters etkilerinin yanı sıra, yüksek seviyedeki değerlerinin SO₂ ile birlikte oldukça fazla miktarlarda bulunması insan sağlığına yaptığı olumsuz etkileri daha da güçlendirmektedir [7]. NO_x'in atmosfere her yıl yaklaşık 150 milyon ton civarında salındığı belirlenmiştir [7]. Bu miktarın yaklaşık yarısı orman yangınları, yıldırım ve topraktaki mikrobiyolojik prosesler gibi doğal kaynaklardan yarısı da insani kaynaklardan gelmektedir [7]. Azot, hayat için temel bir madde olmasına rağmen, bitkiler tarafından doğrudan doğruya asimile edilemez. Azotun nitratlara veya amonyağa dönüşümünün tamamlanması amacıyla fazlası ile kullanılması olayına azot yerleşmesi (fiksasyon) denilmektedir. Atmosferik azotun oksitlerine dönüşümü yanma işlemleri ile meydana gelmektedir. En önemli azot yerleşmesi olayı biyolojik olarak gerçekleşendir. Örneğin; bezelye, fasulye ve yoncanın köklerinde bulunan bir bakteri aracılığı ile serbest azot, azot bileşiklerine dönüşmektedir. Bu gazlar atmosferde doğal gaz çevrimine girerek, nitrik asit (HNO₃) oluşumuyla sonuçlanan zincirleme reaksiyonları tamamlarlar. Atmosferdeki HNO₃ oluşumu ise asit yağışının oluşmasını etkiler.

Bütün bu aktiviteler sonucunda havadaki kükürt ve azot bileşikleri su buharıyla birleşince kimyasal bir tepkime oluşturarak doğal su döngüsüne katılır ve asit yağışları şeklinde yeryüzüne geri döner. Asit ihtiva eden kimyasalların çiy, sis, kar yağmur ya da kuru partiküller halinde yeryüzüne düşmesine asit yağışı adı verilir. Endüstri ve

sanayileşme sonucu atmosfere salınan NO₂ ve SO₂ gazlarının kimyasal reaksiyonlardan geçtikten sonra atmosferdeki su damlacıkları ve bulutlar tarafından emilmesi ile oluşur. Atmosferde yoğunlaşan bu damlacıklar yeryüzüne yağmur ve kar olarak düşerler. Bu durumda toprağın pH'sını düşürür ve tatlı su kaynaklarının kimyasal dengesini bozarlar. pH'ı 5.6'nın altındaki yağmur asit yağışı olarak nitelendirilir çünkü havadaki tipik çap konsantrasyonunda oluşan yağışının pH'ı 5.6 civarındadır. Ancak doğal asit kaynakları yüzünden yağışının pH'sı zaten 4.5 ile 5.6 arasında değiştiği için 5.0'ın altındaki pH değerleri daha doğru bir ölçü olarak nitelendirilebilir. Yüksek irtifalardaki ormanların zarar görmesi ve akarsuların zehirlenmesinin başlıca sebebi asit yağışlarıdır.

Çeşitli yanma olayları sonucu havaya karışan SO₂, SO₃, NO_x gibi gazlar yağışla birleşip asit oluşturabilmekte ve bunları yeryüzüne yağması ile asit yağışları oluşturmaktadır. Bunların yeryüzüne dönüşleri kuru ve yaş asit depolanması sonucu oluşur. Yaş depolamada atmosferde oluşan bütün ürünler yağmur ve kar içinde çözülmüş halde yeryüzüne taşınırlar. Kuru depolamada ise atmosferde partiküllerin ve gazların yeryüzüne taşınması sırasında yağmur veya kar bulunmaz iken sis içindeki aerosol şeklinde de bulunurlar. Bu çerçevede yalnız yağmur değil bütün yağış biçimleri asidik olabilmektedir [4].

Hava kirliliği günümüzde insan sağlığı için önemi giderek artan bir tehlike oluşturmaktadır. Hava kirliliğinin insan sağlığına etkilerini cilt alerjisi, solunum güçlüğü ve mide bulantısından kansere kadar sıralamak mümkündür. Bununla birlikte diğer bir çok organı da etkilemektedir [9-12]. Hava kirliliğinden en fazla etkilenen sistemlerden biri solunum sistemidir [13]. Duman, is, SO₂ gibi indirgeyici maddelerin, solunum sistemi enfeksiyonlarında artma ile birlikte kronik solunum fonksiyon anormallikleri oluşturdıkları gösterilmiştir [14]. Bu partiküllerin direkt olarak solunması bu asidik yapıların doğrudan akciğerlere kadar gitmesine neden olmaktadır. Bu asidik yapıdaki tozlar ve gazlar nemli ve sıcak akciğer alveollerinde kimyasal olarak kana geçebilirler [15]. Havada SO₂ daha yüksek dozlarda bulunması, burun ve boğaz alerjisi ile bunları takip eden bronşit ve nefes darlığı gibi semptomlara neden olmaktadır [16]. Ayrıca havadaki kirleticilerden biri olan CO kandaki hemoglobin ile birleşerek hemoglobinin oksijen taşıma kapasitesini azaltmaktadır [17]. Bu azalma özellikle yüksek oksijen ihtiyacı olan beyin ve kalp gibi farklı organları etkilemektedir. Sonuçta konsantrasyon bozuklukları, reflekslerde yavaşlama ve bilinç bulanıklığı ortaya çıkmaktadır [18].

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından halk sağlığının korunabilmesi amacıyla $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ /10 dakika SO_2 sınır değerinin aşılmaması tavsiye edilmektedir. Yapılan hesaplamalarda bu değer maksimum 1 saatlik ortalama değer olan $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'e eşdeğer bulunmaktadır [19].

Bitkiler üzerinde olumsuz etkisi olan asit yağışlarının bitkilerin vejetatif kısımları üzerinde de önemli etkileri vardır. Yapılan çalışmalarda, bu etkilerin mikroskobik (epidermis, stoma yıkımı ve mezofil tabakasındaki değişiklikler), biyokimyasal (proteinler, enzimler arası ilişkiler, aminoasitler, respirasyon, transpirasyon) ve makroskobik (büyümenin yavaşlaması, klorosiz ve nekrosiz) olduğu belirtilmiştir [20].

Commelina benghalensis L. türüne ait kirli ve temiz ortamda yetişen bireylerden yaprak örnekleri alınmış ve epidermis tabakası üzerinde morfolojik açıdan kirliliğin etkisi araştırılmıştır. Ayrıca kirliliğin çiçek, meyva büyüklüğünde, gövde uzunluğunda önemli derecede kısılmaya, stomalarda sıklığın ve stoma por açıklıklarında azalmayada neden olduğu saptanmıştır [21].

Atmosfer içindeki gazların niteliğinde bulunan küçük değişimler kara bitkileri üzerinde farklı etkilere sahiptir. Bunlardan en önemlilerinden biri yaprak geçirgenliğini sağlayan stoma kontrolündeki değişimdir. Stomadaki bu değişimler havadaki karbon artışına bağlı olarak fotosentezi ve yapraktaki su muhafazasını etkilemektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar karbon dioksit (CO_2) kirliliğinin bazı bitki türlerinde yapraktaki su miktarını etkilediğini göstermektedir. Çünkü bu bitkilerin stomaları zengin CO_2 içeren havada yeterince kapanmamaktadır [22].

Yapılan bir başka çalışmada kükürt dioksitin (SO_2) fotosentez üzerine etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada SO_2 'nin stomalardan karbon dioksit (CO_2) kadar kolay geçebildiği gözlenmiştir. Stomaların kapalı olmasına rağmen SO_2 kütikula tabakasından geçmeye devam etmektedir [23]. Hatta çözünmüş SO_2 bitkilerde CO_2 'den 40 kez daha fazla asitliğe neden olmaktadır [24]. SO_2 hücreye girdikten sonra apoplast içerisinde hidrojen sülfat (HSO_3) ve sülfat (SO_3) formuna dönüşmektedir [25]. Kloroplast içindeki pH'da SO_2 , CO_2 asimilasyonunu, stromadaki bifosfat aktivitesini, ribuloz-1,5-bifosfat karboksilaz / oksijenaz aktivitesini ve fotofosforilasyonu önleyici olarak bilinen hidrojen sülfata (HSO_3) dönüştürülmüştür [26-28]. SO_2 konsantrasyonundaki artış ile fotosentetik enzimlerin inhibasyonu meydana gelmektedir [27].

Asit yağışları bitkilerin hem vejetatif hemde generatif kısımlarını kısımlarını etkilemektedir. Eşeyli üreyen bitkilerde erkek gametofit olan polenler bu kısımların başında gelir [28]. Yapılan çalışmalar, çevre kirliliğinde bioindikatör olarak gösterilen polenlerin çevresel faktörlerin olumsuzluklarından çok fazla etkilendiğini göstermektedir. [20,28]. Asit yağışları polenlerin çimlenmelerini ve tüp oluşumunu olumsuz yönde etkileyen faktörlerin başında yer almaktadır [29].

Camellia japonica (Kamelya) bitkisinin, HCl, H₂SO₄ ve HNO₃ ile muamele edildiği bir çalışmada polen çimlenmesi ve polen tüpü oluşumu üzerine asitliğin etkisi incelenmiştir. HCl'in 0.6 mmol/lit (pH<3.2) üzerinde uygulanan değerlerinin polen tüpünün oluşmasını ve polenlerin çimlenmelerini engellediği belirlenmiştir. H₂SO₄'ün 0.3 mmol/lit (pH<3.2) de aynı şekilde polen çimlenmesini ve tüp oluşumunu engellediği belirlenmiştir. HNO₃ ise polenlerin hidroklorik asit ve sülfürik asitten daha fazla etkilendiği görülmüştür [30].

Asit yağışlarının *Zea mays* L. (mısır) bitkisi poleninin çimlenmesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Veriler, asit yağışlarının mısır poleninin yüzey çimlenmesinde gelişmesi zor olan bir ortam oluşturduğunu göstermiştir. *Zea mays* L. asitlik açısından pH'sı 5-8 arasında değişen yerlerde verimli olarak yetiştirilebilir [31]. pH 2.6'lık asit konsantrasyonu ile temas ettirilen polen yüzeylerinin fiziksel ve kimyasal modifikasyonlarından dolayı daha sonra pH 5.6'lık asit konsantrasyonu ile teması sağlandığında çimlenmede herhangi bir artışın olmadığı gözlenmiştir [32].

Polenlerin morfolojisini değiştirmekle kalmayan çevresel faktörler, eksin tabakasının iyonik bileşimini değiştirerek de etki gösterebilmektedir. Ancak bunların içerisindeki en önemli etki meyve oluşumunun bu faktörler tarafından inhibe edilmesidir [29].

Bu çalışmadaki amacımız; *Prunus amygdalus* ve *Prunus domestica* polenlerinin, düşük ve yüksek konsantrasyonlu asit derecelerinden nasıl etkilendiğini belirleyerek, bu sayede asit yağışlarının türlerin polen gelişimi üzerindeki olumsuz etkilerini ortaya çıkarıp, ülkemiz için ekonomik değerinin belirlenmesinde katkı sağlayabilmektir.

2.MATERYAL VE METOT

2.1. Araştırma Bölgesi

Çalışmada kullanılacak materyaller, Elazığ ilindeki çevre ilçelere bağlı köylerden seçilmiştir. Araştırma bölgesi ve araştırmada kullanılacak bitkiler, Elazığ iline bağlı Sivrice ilçesi Günev köyü mevki ve Merkez ilçeye bağlı Obuz köyünden toplanmıştır.

2.2. Araştırma Materyali

Materyal olarak kullanılan *Prunus amygdalus* bitkisi polenleri, N38°24'-E38°95', 1150m. ve *Prunus domestica* polenleri, N38°50'- E39°38', 1260m. (Pioneer avic-F900BT model) GPS koordinatlarından getirilmiştir. Ağaçların çiçeklenme dönemleri farklı olduğundan Mart 2016'dan 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 alınan örnekler aynı gün içerisinde çalışılmıştır.

2.3. Besiyeri

Deneylerde kullanılacak polenlerin çimlendirilmesi için, Brewbaker Kwack besi yeri ortamı kullanılmıştır. Besi yerinin formülasyonunda;

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

kullanılmıştır [33]. Bu formülle hazırlanan kültür ortamı içeriğindeki sukrozdan ötürü, mikroorganizmaların üremesinin önüne geçebilmek amacıyla buzdolabında +4°C 'de uzun süre bozulmadan dayanabilmesi için 50 ml'lik eppendorf tüplerde otoklavda (Eryigit, ERS2000D model) 15 dakika süre ile 1 atmosfer basınç altında 121 °C de steril edilmiştir.

2.4. Polen Preparatlarının Hazırlanışı

Polietilen poşetler içinde etiketlenerek araziden toplanan çiçeklerin anterleri laboratuvara getirilerek stereo mikroskop altında iğneler yardımıyla açıldı. Açılan anterlerden lam üzerine alınan polenlerin üzerine Eppendorf, Research model 10-100µl'lik mikropipet ile 50µl BBK besiyeri damlatıldı.

Çalışılan iki bitki için, açılan anterlerden alınan polenlerin üç farklı lama ekimi yapılmıştır. Hazırlanan lamalar, petri kapları içerisinde nemi sağlanmış ıslak bir filtre kağıdı üzerindeki cam çubuklara yerleştirilmiştir. Petri kutuları, kapakları kapatıldıktan sonra polenlerin çimlenmesi için inkübatöre (Heraus, B12 model) konmuştur. Çimlenme konsantrasyonu olarak *Prunus amygdalus* ve erik bitkileri için pH 6.8 (kontrol), pH 6.4, pH 6.0, pH 5.6, pH 5.2, pH 4.8, pH 4.4, pH 4.0, pH 3.6, pH 3.2, pH 2.8 asit değerleri ayarlanmıştır. Kontrol grubu için etüv 24±1°C'lik sıcaklığa set edilmiştir. Fiksasyon işlemi için 4 saat çimlenme süresinin sonunda inkübatörden çıkartılan petri kutuları içerisindeki lamaların üzerindeki her bir besiyerine %10'luk 50µl etanol çözeltisi damlatılmıştır. [31]. Ölçümler için lamel kapatılan preparatlar binoküler mikroskop (Olympus, BX51 TF model) altında incelenmiştir. Oküler mikrometre ile yapılan 10x büyütme bir okülere takılı olan ölçümlerde, çimlenme oranının belirlenmesi için 10'luk objektif, tüp uzunluklarının ölçümlerinin yapılabilmesi için ise 10, 20 ve 40'luk objektif büyütmeleri kullanılmıştır. Çimlenme yüzdeleri ve tüp uzunlukları Shivanna ve Rangeswamy'da anlatılan metoda göre yapılarak kaydedilmiştir [33].

Deney serileri arka arkaya üç kez tekrar edilmiştir. Çalışmada elde edilen veriler (asitliğin polen çimlenme yüzdeleri, ortalama tüp uzunluğu, standart sapmalar üzerine etkisi) Microsoft Excel 2013 programında hesaplanarak sütun grafikleri oluşturulmuştur.

3.BULGULAR

Prunus amygdalus ve *Prunus domestica* türlerinde asiditenin polenlerin çimlenmesi ve polen tüpü oluşumundaki etkilerinin belirlendiği araştırmamızda çimlenme oranının ve polen tüp uzunluğunun en düşük oranda etkilendiği pH değerinin, pH 6.8 olan kontrol grubuna en yakın değer olan pH 6.4'te olduğu tespit edilmiştir. Azalan pH serilerinde (pH 6.0, pH 5.6, pH 5.2, pH 4.8, pH 4.4, pH 4.0, pH 3.6, pH 3.2, pH 2.8) ise çimlenme oranı ve tüp oluşumunun, pH değeri küçüldükçe düştüğü belirlenmiştir. Çalışma sonucunda *Prunus amygdalus* ve *Prunus domestica* için bulunan polen çimlenme yüzdeleri ve tüp uzunlukları grafiklerle gösterilmiştir (Şekil 3.1- 3.4).

Kontrol grubunda (pH 6.8) *Prunus amygdalus* bitkisi polenlerinin çimlenme oranının %77.12 olduğu belirlenmiştir. pH 6.4'te ise çimlenme oranının %73.13 olduğu tespit edilmiş ve çimlenme oranında ciddi bir düşüşün olmadığı belirlenmiştir. Ancak pH azaldıkça çimlenme oranı olumsuz etkilendiği için düzenli bir düşüşün olduğu bulunmuştur. Her ne kadar bu azalma stabil olarak düşüş gösterse de pH 5.6 konsantrasyonuna bakıldığında, pH 6.0 konsantrasyonuna kıyasla fazla bir değişiklik olduğu belirlenememiştir. Sırasıyla daha yüksek asit konsantrasyonlarında ise çimlenme oranında yine stabil bir azalış gözlenmiştir. pH 5.2'de %56.77 olan bu değer pH 4.0'da %42.09' a gerileyerek yapılan iki ölçüm arasında yer alan en yüksek düşüş farkını ortaya koymuştur. Ölçüm yapmak için hazırlanan en küçük pH değeri olan pH 2.8'de çimlenme yüzdesinin oldukça az olduğu (% 5.06) tespit edilmiştir. En düşük ve en yüksek asitlik dereceleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; pH 2.8'de %93.43'lük, pH 6.4'de ise %5.17'lik bir azalma belirlenmiştir.

Prunus amygdalus 'un bitkisi tüp uzunluğu bakımından incelenecek olursa; kontrol grubunda 362.4 µm olarak ölçülen tüp uzunluğunun, pH 6.4'te 246.8 µm 'ye , pH 6.0'da ise 89.2 µm'ye düştüğü saptanmıştır. Bu değerler pH 3.2'de 3.8 µm iken pH 2.8'de 0 µm olarak ölçülmüştür. Bu değerler pH 2.8 ile kontrol grubu ile polen tüp uzunluğu bakımından kıyaslandığında %100'lük, pH 6.4 ile kıyaslandığında ise %31.89'luk bir azalışın olduğu tespit edilmiştir.

Prunus domestica polenlerinin çimlenme yüzdesi incelendiğinde; pH 6.8 olan kontrol grubunda %83.49 oranında bir çimlenme olduğu gözlenmiştir. pH düşüşüyle ilişkili bir biçimde çimlenme yüzdesinde de düzenli bir azalma belirlenmiştir. pH 6.4'de bu oran %82.08'e, pH 6.0'da %64.44, pH 5.6'da ise %59.92'ye düşmüştür. Kontrol grubuna en

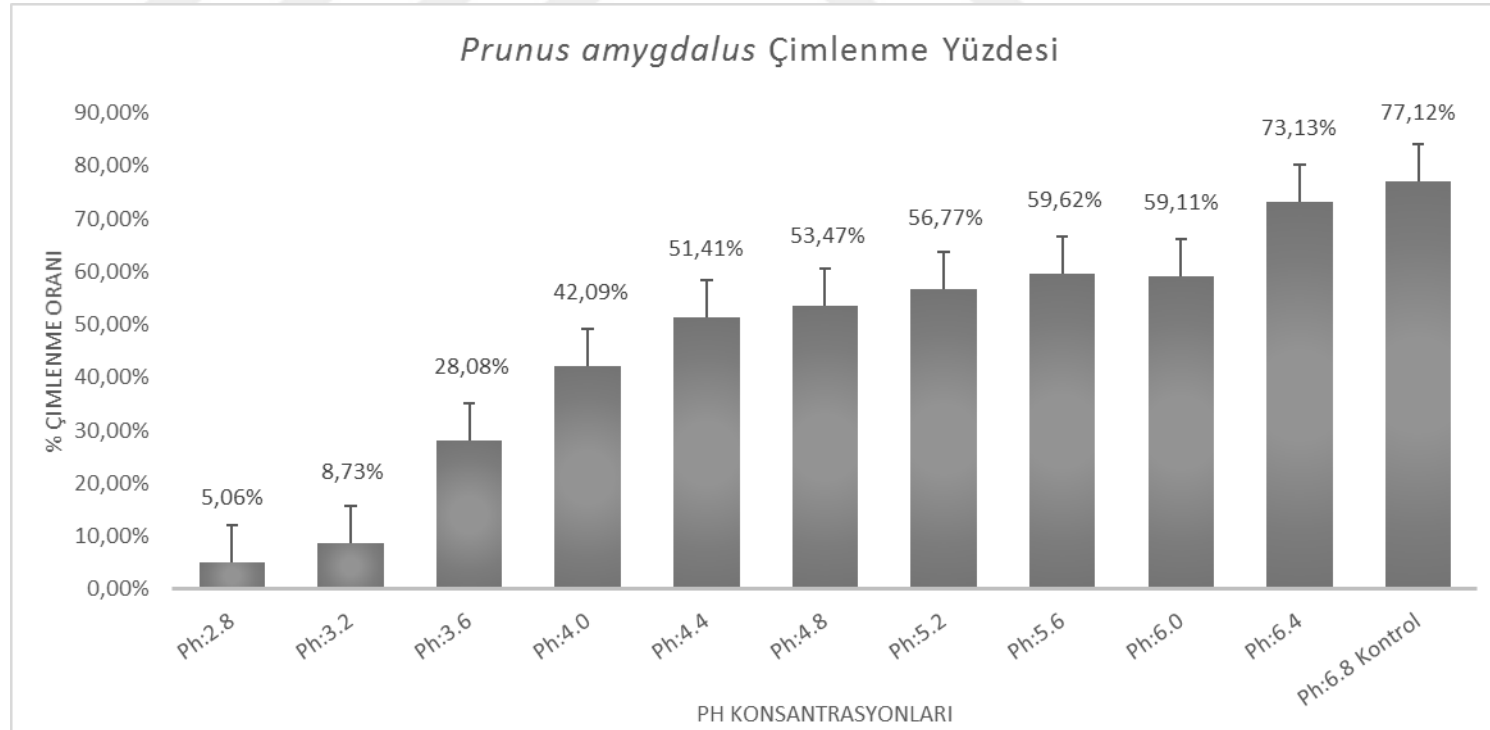
yakın değerlerle kontrol grubu karşılaştırıldığında bu çimlenme oranının pH azaldıkça giderek dūřtūęu belirlenmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, pH 3.2’de çimlenme oranı %12.73 iken çimlenme oranında %84.75’lik bir azalmanın olduğu ve yine kontrol grubu ile karşılaştırıldığında pH 2.8’de %5.50 olarak ölçülen çimlenme oranının ise %93.41’lik bir dūřūř gösterdiği belirlenmiştir.

Tūp uzunluęu bakımından *Prunus domestica* incelendięinde pH 6.8 olan kontrol grubunda ölçülen tūp uzunluęu 499 μm’dir. pH 6.4’te bu deęerin 400.6 μm’ye, en yoęun asit konsantrasyonu olan pH 2.8’de ise 1,8 μm’ye dūřtūęu belirlenmiřtir. Bu tūp uzunluęunun kontrol grubu ile karřılařtırılması yapıldığında pH 6.4’te %19.71’lik, pH 2.8’de ise %99.63’lūk bir azalmanın olduęu belirlenmiřtir.



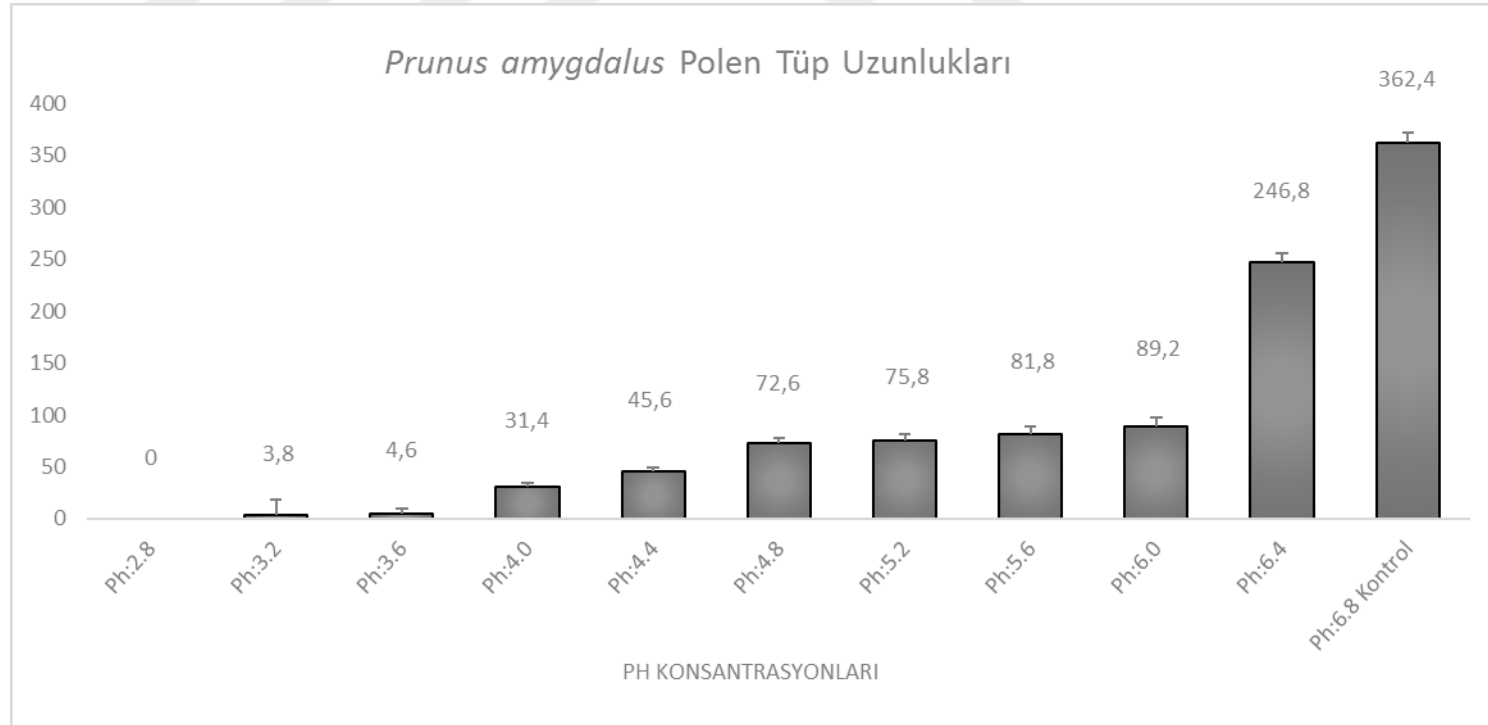
3.1. *Prunus amygdalus*'da Farklı pH Değerlerinin Polen Çimlenmesi Üzerine Etkisi

Şekil 3.1. *Prunus amygdalus*'da Farklı pH Değerlerinin Polen Çimlenmesi Üzerine Etkisi.



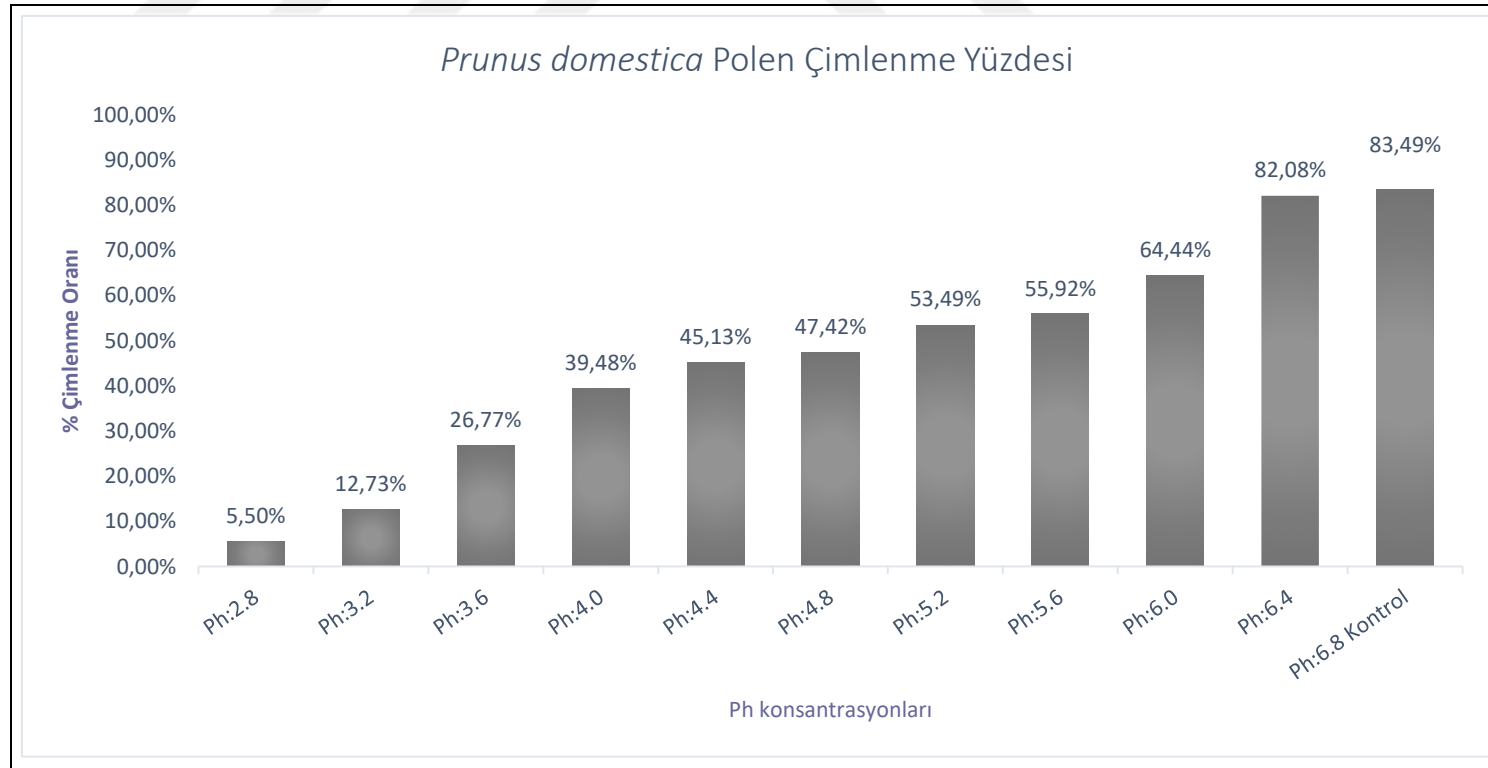
3.2. *Prunus amygdalus*'da Farklı pH Değerlerinin Polen Tüp Uzunluğu Üzerine Etkisi

Şekil 3.2. *Prunus amygdalus*'da Farklı pH Değerlerinin Polen Tüp Uzunluğu Üzerine Etkisi



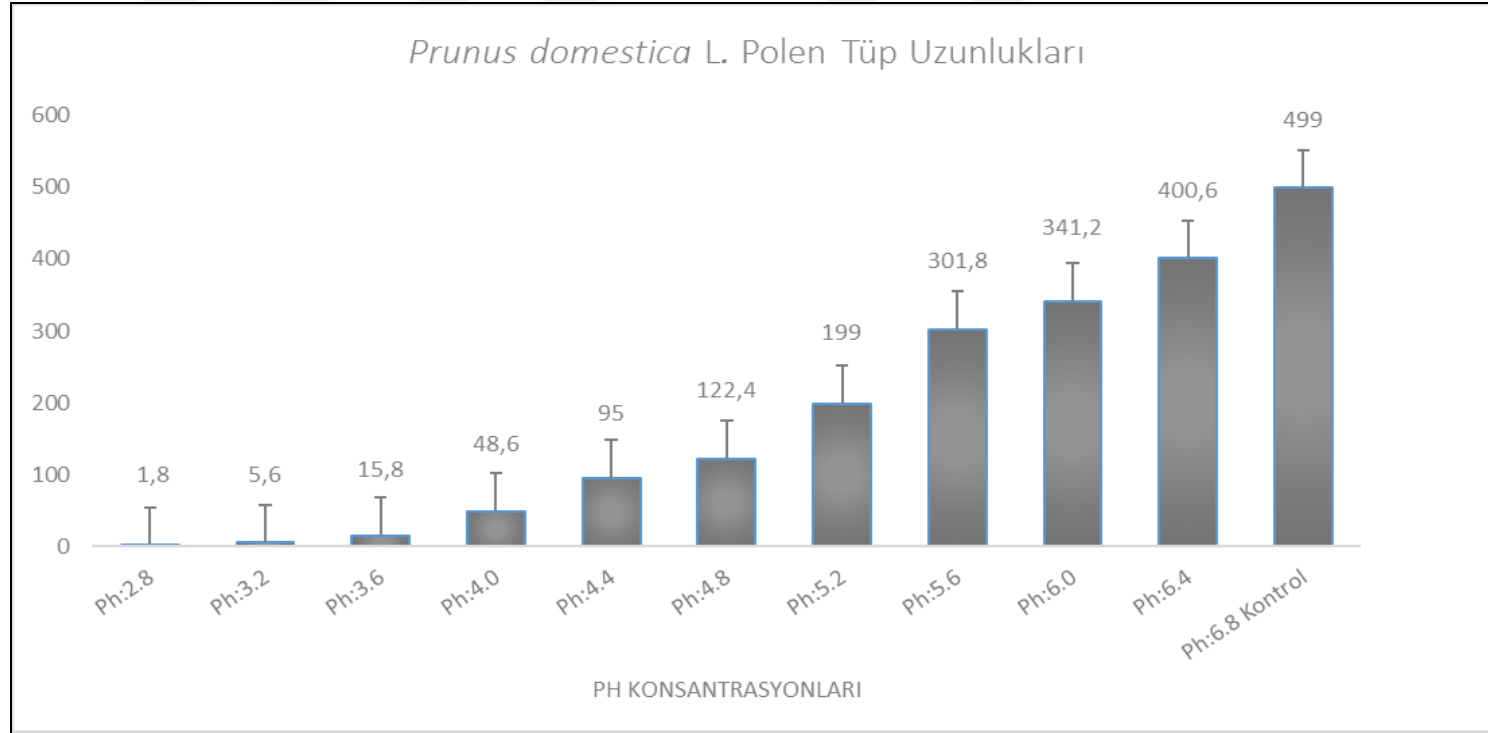
3.3 *Prunus domestica*'da Farklı pH Değerlerinin Polen Çimlenmesi Üzerine Etkisi

Şekil 3.3. *Prunus domestica* 'da Farklı pH Değerlerinin Polen Çimlenmesi Üzerine Etkisi



3.4. *Prunus domestica* 'da Farklı pH Değerlerinin Polen Tüp Uzunluğu Üzerine Etkisi

Şekil 3.4. *Prunus domestica* 'da Farklı pH Değerlerinin Polen Tüp Uzunluğu Üzerine Etkisi



4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan ölçümlerden de anlaşılacağı gibi ortam pH'sının düşüşü *Prunus domestica* ve *Prunus amygdalus*'un polen tüp uzunluğunu engelleyerek önemli ölçüde düşüşüne neden olmuştur.

Yapılan bu çalışmada; türlere ait polenlerin yüksek asit konsantrasyonundan oldukça fazla etkilendiği belirlenmiştir. Bu bitkiler arasında çimlenme oranı bakımından yüksek konsantrasyonlu asitten etkilenmesi üzerine bir kıyaslama yapılacak olursa, *Prunus domestica* bitkisinde pH 2.8'de % 93.41, *Prunus amygdalus*'da ise %93.43'lük oranında bir azalmanın olduğu bulunmuş ve her iki bitkinin birbirine yakın bir oranda etkilendiği gözlenmiştir.

Hem tüp uzunluğu hem de çimlenme yüzdesi bakımından yüksek konsantrasyonlu asitten olumsuz olarak etkilenen *Prunus amygdalus* ve *Prunus domestica* polenleri, en yüksek performansı kontrol grubuna en yakın değer olan pH 6.4'de göstermiştir.

Polen tüp uzunluğu bakımından bu kıyaslama yapıldığında; *Prunus domestica*'da %99.63'lük, *Prunus amygdalus*'da ise %100'lük azalmayla *Prunus amygdalus* bitkisinin yüksek asitlikten tamamen etkilenecek tüp oluşturmadığı gözlenmiştir.

Türlerin polenleri arasında gözlemlediğimiz bu değerlerin birbirinden çok farklı olmadığı, asitlik derecesi arttıkça çimlenme oranındaki ve tüp uzunluğundaki inhibisyonun birbirine yakın değerlerden oluştuğu gözlenmiştir. Her iki bitki polenin yüksek asitlikten hemen hemen aynı oranlarda etkilendiğini söyleyebiliriz.

Yüksek asit farklı bitki türlerinde ve her türün farklı bölgelerinde zararlı etkiler gösterebilmektedir. Bu zararlı etkiler yapılan çalışmalarla özellikle bitkilerin vejetatif organlarında kendini göstermektedir. Yüksek asit bitkilerin vejetatif organlarında zararlı etkiler gösterdiği gibi generatif organlarında da ve özellikle erkek üreme hücresi olan polenlerin çimlenmesini ve tüp uzamasını önemli ölçüde etkilemektedir [29].

Malus sylvestris (elma) polenleri üzerine yapılan bir çalışmada çeşitli asitlik derecelerinin polen çimlenmesi ve polen tüp uzunluğuna etkisini araştırmışlardır. pH'ın 5.0'dan 3.6'ya kadar olan asitlik derecelerinde kontrol grubu olan pH 5.6 ile karşılaştırıldığında polen çimlenmesi ve tüp uzunluğunda önemli bir değişimin olmadığı gözlenmiştir. pH 3.6'da polen çimlenmesi min. %88, max. %94 civarında, polen tüp uzunluğu ise 619 µm olarak bulunmuştur. pH 4.2'de tüp büyümesi tüm asitlik dereceleri içindeki maksimum büyüme olan 702 µm ye ulaşmıştır. pH 3.4'te polen çimlenmesi

kontrol grubuyla karşılaştırıldığında %17.5 lik pH 3.3'te ise %53 lük bir düşüş göstermiştir. Yine pH 3.4'te polen tüp uzunluğu 484 µm ve pH 3.3'te 361 µm olarak bir düşüşün olduğu gözlenmiştir. Polen çimlenmesi ve tüp uzaması pH 2.9'da tamamen durmuştur [29]. Bu çalışma bizim yaptığımız çalışmaya paralel olarak yüksek asitliğin polenlerin çimlenme ve tüp uzunluğu üzerinde olumsuz etkisinin olduğunu göstermektedir.

Yapılan bir başka çalışmada invitro da *Populus tremuloides* Michx.'e ait polenlerin pH 5.6'daki çimlenme ve tüp uzunluğu incelenerek kontrol grubuyla karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak kontrol grubuna oranla pH 5.6'da %10 luk bir düşüşün olduğu ve pH 2.8'de polen çimlenmesinin ve tüp oluşumunun tamamen inhibe edildiği tespit edilmiştir [34]. Çalışmamızla karşılaştırıldığında ise her iki bitkinin pH 5.6 değerinde tüp uzunluğu bakımından önemli düşüşler gösterdiği çimlenme yüzdesi bakımından ise tüp uzunluğuna oranla daha az düşüş gösterdiği, pH 2.8 değerinde de *Prunus amygdalus*'un tüp oluşturmadığı, *Prunus domestica*'nın ise ortalama 1.8 µm tüp oluşturduğu tespit edilmiştir.

Laboratuvar ortamında yapay besiyeri ortamı hazırlanarak *Zea mays* bitkisi üzerinde yapılan bir çalışmada pH 5.6'nın altında yer alan pH 4.6 ve pH 3.6 değerleri çalışılmıştır. pH 4.6'da polenlerin geliştiği ve uzadığı ancak pH 3.6 konsantrasyonunda herhangi bir gelişme yada uzamanın olmadığı belirlenmiştir. Benzer olarak çalışmamızda her iki bitki için pH 4.8 ile pH 3.6 değerleri ele alındığında oransal olarak ciddi düşüşlerin var olduğu görülmektedir [35].

Betula pubescens ssp. *tortuosa* (Tüylü Huş-Ledebour) üzerine asit yağışlarının etkilerinin araştırıldığı çalışmada, pH 5.6-4.6 değerleri arasında polen çimlenme yüzdesi ve tüp uzunluğu %50 oranında düşüş göstermiştir. Her iki takson için bu durum çalışmamızla karşılaştırıldığında pH 5.6-4.8 konsantrasyonları arasında önemli bir düşüşün olmadığı gözlenmemiştir [36].

Prunus persica (şeftali) ağaçları polenlerinin canlılığı üzerinde asitliğin etkilerini araştırıldığı çalışmada, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında Ph 2-4 değerleri arasında % 9-15 arasında bir azalmanın olduğunu belirlemiştir. Bu durum çimlenme yüzdesi olarak bizim çalışmamızdaki her iki bitki ele alındığında özellikle pH 2.8 değerinde bu oranın %5-5.5 arasında olduğu görülmektedir [37].

Malus domestica Borkh'un polen çimlenmesi ve tüp uzaması üzerine yapılmış bir çalışmada pH 4.0 ve pH 3.0 konsantrasyonlarını takip eden daha düşük pH serilerinde özellikle çimlenmede önemli düşüşlerin olduğunu tespit etmişlerdir [38]. Çalışmamızda da aynı durum söz konusudur.

Asit yağışlarıyla kontamine edilen polen tanelerinin incelendiği başka bir çalışmada pH 4.5'te %9,42'lik, azalan pH 3.5, pH 2.5 ve pH 1.5 serilerinde ise sırasıyla giderek artan ve çimlenme yüzdesini düşüren %22,47, %45,49 ve %71,62'lik oranlar olduğu tespit edilmiştir [38]. Yaptığımız çalışmada, *Prunus domestica* L. için en düşük pH değerimiz olan pH 2.8'de bu oranın %93.41, *Prunus amygdalus*'da ise yine aynı pH değerinde bu oranın %93.43 olduğu tespit edilmiştir. *Prunus amygdalus* ve *Prunus domestica*'ya ait polenler pH 2.8'te hemen hemen aynı oranlarda etkilenecek strese girmişlerdir.

Yaptığımız çalışmada düşük asitliği pH 6.4, yüksek asitliği pH 2.8 olarak aldığımızda *Prunus amygdalus*'un polen çimlenmesinde düşük asitlikte; %5.17'lik, yüksek asitlikte %93.43'lük düşüşün olduğu gözlenmiştir. *Prunus amygdalus* bitkisinde polen tüp uzunluğu düşük asitlikte %31.89, yüksek asitlikte %100 azalmıştır.

Prunus domestica polenleri de hem polen çimlenmesi hem de polen tüp uzaması bakımından yüksek asitlikten düşük asitliğe göre daha fazla etkilenecektir. *Prunus domestica*'nın polenlerinin çimlenmesinde yüksek asitlik, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında %93.41'lik azalma olduğu gözlenmiştir. *Prunus domestica* 'nın tüp uzunluğuna bakıldığında ise düşük asit derecesinde %19.71'lik, yüksek asit derecesinde %99.63 oranında bir azalma olduğu görülmüştür. Sonuç olarak düşük asitlikte yetiştirilen polenler yüksek asitlikte yetiştirilen polenlere göre hem polen çimlenmesi hem de polen tüp uzunluğu bakımından daha iyi gelişme göstermiştir.

Elde ettiğimiz bulgular doğrultusunda hava kirliliğinin günümüzde büyük ekonomik önemi olan *Prunus amygdalus* ve *Prunus domestica* türleri üzerinde olumsuz etkileri olduğu gibi değişik bölgelerde yetişen pek çok bitki türünde de benzer etkiler yaratabileceği düşünülmektedir. Artan sanayileşme, kimyasal ürünlerin insanlar tarafından bilinçsizce tüketimi ve her geçen gün artan motorlu taşıtlar sonucu hava kirliliği artmakta, bitkiler zarar görmekte, özellikle de generatif organlar etkilenecek verim düşüşüne sebep olmaktadır. Dünyanın, bu şekilde çevre kirleticilere maruz bırakılması sonucunda gelecekte bünyesinde barındırdığı bir çok türün yok olmasıyla karşı karşıya kalması kaçınılmazdır.

KAYNAKLAR

- [1] **Morad A., Radha.,** 2008. Atık sular da karbon aerojel ile ağır metal tutunması, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [2] **Yücedağ, C., Kaya, L.G.,** 2016. Hava Kirleticilerin Bitkilere Etkileri, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 7, 67-74.
- [3] <http://docplayer.biz.tr/12505399-T-c-cevre-ve-orman-bakanligi-devlet-meteoroloji-isleri-genel-mudurlugu.html> T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, ANKARA, 26.05.2006.
- [4] Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığı, Çevre Sağlığı Araştırma Müdürlüğü, 2004. Hava kirliliğine genel bakış, 60 sayfa.
- [5] **Dockery, D.W., Pope CA III.,** 1994. Acute respiratory effects of particulate air pollution. *Annu Rev Public Health*, 15, 107-132.
- [6] **Samet, J.M., Dominici F., Curriero, F.C., et al.,** 2000, Fine particulate air pollution and mortality in 20 U.S. cities, 1987-1994. *N Engl J Med.*, 343, 1742-1749.
- [7] **Bulut, H., Yeşilnacar, M., Rastgeldi, T., Aslan, M, Uçar, D.,** 2008. Toz bulutlarının iç ve dış ortam hava kalitesine etkileri: Şanlıurfa örneği. *Ulusal Hava Kalitesi Sempozyumu.*, 30-31 Mayıs, Konya.
- [8] **Saraçoğlu, H.,** 2010. İzmir Limanına Gelen Gemilerin Oluşturduğu Egzoz Gazı Emisyonlarının İncelenmesi ve Çevresel Etkileri, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [9] **Cohen, A.J., Ross Anderson H., Ostro B., et al.** 2005. The global burden of disease due to outdoor air pollution. *J. Toxicol. Environ. Health*, 68, 1301-1307.
- [10] **Huang, Y.C., Ghio, A.J.,** 2006. Vascular effects of ambient pollutant particles and metals. *Curr. Vasc. Pharmacol.* 4, 199-203.
- [11] **Kunzli, N., Tager, I.B.,** 2005. Air pollution: from lung to heart, *Swiss Med. Weekly* 135, 697-702.
- [12] **Sharma, R.K., Agrawal, M.,** 2005. Biological effects of heavy metals: an overview. *J. Environ. Biol.*, 26, 301-313.
- [13] **Saldiva, P.H, King, M., ve ark.** 1992. Respiratory alterations due to urban airpollution: an experimental study İn rats. *Environ Res*, 57, 19-33.
- [14] **Hilliard T.,** 2007. Kendig's Disorders of the Respiratory Tract in Children, 7 th ed., Elsevier Saunders, pp 1136.
- [15] **Boushey, H.A., Sheppard, D.,** 1992. Principles and Practice of Environmental Medicine, Springer, pp 609.

- [16] **Balmes, J.R., Fine, J.M., Sheppard, D.,** 1987. Symptomatic bronchoconstriction after short-term inhalation of sulfur dioxide. *Am. Rev. Respir. Dis.*, 136,1117-1121.
- [17] **Badman, D.G., Jaffe, E.R.,** 1996. Blood and air pollution: state of knowledge and research needs. *Otolaryngol. Head Neck Surg.*, 114, 205-208.
- [18] **Riediker, M., Cascio, W.E., et al.,** 2004. Particulate matter exposure in cars is associated with cardiovascular effects in healthy young men, *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 169, 934-940.
- [19] <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2006/pr52/en/index.html>
WHO challenges world to improve air quality, 07.03.2007.
- [20] **Wolters, J.H.B., Martens, M.J.M.,** 1987. Effects of air pollutants on pollen, *The Botanical Review*, 53, 372-414.
- [21] **Mishra, L.C.,** 2003. Effect of environmental pollution on the morphology and leaf epidermis of *Commelina bengalensis* Linn, *Environmental Pollution Series A*, 28, 281–284.
- [22] **Mansfield, T.A.,** 1998. Stomata and plant water relations: does air pollution create problems, *Environmental Pollution*, 101, 1-11.
- [23] **Larcher, W.,** 2003. *Physiological Plant Ecology: Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups*. Springer, Heidelberg, pp 517.
- [24] **Pfanz, H., Heber, U.,** 1986. Buffer capacities of leaves, leaf cells and leaf cell organelles in relation to fluxes of potentially acidic gases, *Plant Physiology*, 81, 597–602.
- [25] **Cerovic, Z.G., Kalezic, R., Plesnicar, M.,** 1982. The role of photophosphorylation in SO_2 and SO_3 inhibition of photosynthesis in isolated chloroplasts, *Planta*, 156, 249–254.
- [26] **Mouriaux, G., Douce, R.,** 1979. Sulfate transport across the limiting double membrane or envelope of spinach chloroplasts, *Biochimie*, 61, 1283–1292.
- [27] **Veljovic-Jovanovic, S., Bilger, W., Heber, U.,** 1993. Inhibition of photosynthesis, acidification and stimulation of zeaxanthin formation in leaves by sulfur dioxide and reversal of these effects, *Planta*, 191, 365–376.
- [28] **Larrival, C., Bocquel, C., Jarreau, M.C.C. and Verhille, A.M.,** 1996. Polen: bio-indicator of pollution, *Journal of Aerosol Science*, 27, 227-228.

- [29] **Munzuroğlu, Ö., Öbek, E., Geçkil, H.**, 2003. Effects of simulated acid rain on the pollen germination and pollen tube growth of apple (*Malus sylvestris* Miller cv. Golden) , *Acta Biologia Hungarica* , 54, 95-103.
- [30] **Masaru, N., Katsuhisa, F., Sankichi, T., Yutaka, W.**, 2013. Effects of inorganic components in acid rain on tube elongation of *Camellia* pollen, *Environmental Pollution Series A*, 21, 51-57.
- [31] **Süzer, S.**, Mısır tarımının önemi, <http://hayrabolutb.tobb.org.tr/media/ziraat/Misir-Tarimi.pdf>, 2010.
- [32] **Wertheim F.S., Craker L.E.**, 1987. Acid rain and pollen germination in corn, *Environmental Pollution*, 48, 165-172.
- [33] **Shivanna, K.R., Rangaswamy, N.S.**, 1992. *Polen Biology Laboratory Manual*, Springer Verlag, Berlin.
- [34] **William H.S.**, 1990. *Air Pollution and Forests: Interactions between Air Contaminants and Forest*. Second edition, pp 360.
- [35] <https://ag.umass.edu/sites/ag.umass.edu/files/research-reports/1985-06-research-update-on-the-effects-of-acid-rain-on-corn.pdf> , Research Update on The Effects of Acid Rain on Corn, 1985.
- [36] **Neuvonen, S., Nyssonen, T., Ranta H., and Kulunen, S.**, 1991. Simulated acid rain and the reproduction of mountain birch [*Betula pubescens* ssp. *tortuosa* (Ledeb.) Nyman], *New Phytologist*, 118, 111-117.
- [37] **Klymenko, M., I., Klymenko O.,E.**, 2003. Modeling of Acid Rain Content And ITS Effect on The Bearing Capacity of Peach Trees, The Sixth International Symposium and Exhibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe and the Commonwealth of Independent States, 1-4 September, Prague, Czech Republic.
- [38] **Behera, S., Mallick, B., Tiwari, T., N., and Mishra P., C.**, 2015. Risk of Acid Attack on Plants. Conference: International Conference on Energy, Environment and Material Science, 43, 66-71.

ÖZGEÇMİŞ

12.06.1982 Palu doğumluyum. İlköğrenimimi Mehmetçik İlkokulu'nda tamamladıktan sonra, orta ve lise öğrenimimi Fatih Lisesi'nde yaparak 1999 yılında ÖSYM tarafından Fırat Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji lisans programına yerleştirildim. 2003 yılında Biyoloji Bölümü'nden mezun olup aynı yıl güz döneminde tezsiz yüksek lisans yaparak 2005 yılında mezun oldum. Son olarak 2011 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Genel Biyoloji anabilim dalında tezli yüksek lisansa başladım.